

Innovation Day 2007. BMW EfficientDynamics Indice



1.	Introduzione: Innovation Day 2007. BMW EfficientDynamics	2
2.	Continua il successo della prima iniezione diretta di benzina con reali vantaggi di consumo nella guida quotidiana: High Precision Injection – ora anche i quattro cilindri BMW sono benchmark di dinamica efficiente	6
2.1	Dati tecnici dei nuovi motori BMW a quattro cilindri a benzina con High Precision Injection	13
2.2	Diagramma di coppia e potenza del motore BMW 2,0 litri quattro cilindri a benzina con 125 kW e iniezione diretta magra seconda generazione (High Precision Injection)	14
2.3	Diagramma di coppia e potenza del motore BMW 2,0 litri quattro cilindri a benzina con 105 kW e iniezione diretta magra seconda generazione (High Precision Injection)	15
3.	Potenza compatta con emissioni esemplari: Dinamica efficiente in una dimensione innovativa – Variable Twin Turbo ora anche per il quattro cilindri diesel BMW	16
3.1	Dati tecnici dei nuovi motori BMW quattro cilindri diesel	23
3.2	Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 150 kW e Variable Twin Turbo	24
3.3	Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 130 kW	25
3.4	Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 105 kW	26
4.	Innovazioni nei particolari per migliorare la dinamica efficiente: Interventi articolati riducono i consumi e le emissioni dei nuovi modelli BMW quattro cilindri	27

1. Innovation Day 2007. BMW EfficientDynamics



Il cambio di un modello BMW e la presentazione di una nuova generazione di motori BMW suscita sempre grandi attese. Gli innovativi propulsori devono avere qualità sensibilmente migliorate in diverse discipline. BMW ha formulato una definizione molto concreta del progresso da realizzare. Lo sviluppo della dinamica efficiente, infatti, descrive le qualità in grado di aumentare il piacere di guidare, riducendo al tempo stesso i consumi e, di conseguenza, le emissioni. In altre parole, ogni nuovo propulsore è più leggero, più potente e anche più parsimonioso del rispettivo modello precedente.

La leadership tecnologica mondiale di BMW nel campo della costruzione di motori è tra l'altro basata sulla capacità della Casa di proporre costantemente soluzioni innovative per risolvere il contrasto esistente nei segmenti e nelle fasce di propulsori tra la crescente dinamica da un canto e i risparmi pronunciati dall'altro. Lo dimostrano in maniera convincente i nuovissimi motori presentati alla BMW Innovation Day 2007 – EfficientDynamics.

I nuovi propulsori con quattro cilindri realizzano economie di un'entità completamente nuova senza penalizzare il tipico piacere di guidare BMW.

Armonia tra piacere di guidare ed economia

Una delle premesse fondamentali per realizzare l'armonia tra il piacere di guidare e i risparmi previsti per i differenti progetti di motori è la capacità dei tecnici di proporre motori innovativi. Le numerose innovazioni che conferiscono alla nuova generazione di motori diesel a quattro cilindri l'eccellente efficienza spaziano dal basamento in alluminio particolarmente leggero, alla recentissima variante dell'iniezione Common Rail fino al Variable Twin Turbo, proposto per la prima volta anche in questa categoria di motori. Malgrado l'aumento di potenza rispettivamente di 15 e 10 kW la nuova BMW 118d e la nuova BMW 120d consumano fino a 16 per cento in meno dei modelli precedenti. Nel ciclo Ue la BMW 120d consuma appena 4,9 litri, la BMW 118d addirittura solo 4,7 litri per 100 chilometri. Si tratta di un progresso importante anche nel quadro dell'accordo tra la European Automobile Manufacturers Association ACEA e la Commissione Ue di ridurre le emissioni di CO₂. Fino al 2008, infatti, le emissioni medie di CO₂ delle flotte europee d'automobili dovranno essere ridotte a 140 grammi al chilometro. Gli innovativi quattro cilindri diesel BMW sono un ulteriore passo del BMW Group verso il raggiungimento di questo target. La nuova BMW 120d ha emissioni di CO₂ ridotte a 129 grammi e la nuova BMW 118d emette addirittura solo 123 grammi al chilometro.

I nuovi quattro cilindri benzina BMW devono la loro straordinaria efficienza soprattutto alla High Precision Injection, un sistema di iniezione proposto da BMW già sui motori a sei cilindri in linea. La seconda generazione di questo sistema d'iniezione diretta della benzina porta per la prima volta a notevoli riduzioni di consumo anche nella guida di tutti i giorni. Nei motori a quattro cilindri la High Precision Injection funziona esclusivamente con un titolo molto magro che riduce i consumi. D'altro canto, i nuovi motori a quattro cilindri erogano una potenza superiore e regalano una maggiore dinamica e gioia di guidare. Il quattro cilindri di 2 litri con High Precision Injection e potenza di 125 kW/170 CV ha festeggiato il suo esordio mondiale impressionante sotto il cofano della nuova BMW 320i Cabrio. E' un propulsore convincente anche per la nuova BMW 120i, sia per l'erogazione dinamica della potenza che per la notevole parsimonia nei consumi. Rispetto al modello precedente i consumi sono stati ridotti di circa 14 per cento a 6,4 litri per 100 chilometri.

Dinamica efficiente: strategia e tradizione

La ricerca di dinamica efficiente è un leitmotiv di lunga tradizione nel campo della progettazione di motori. Questa filosofia è legata a numerose innovazioni che riservano alla gamma motori proposta da BMW un interesse molto particolare. La gestione completamente variabile della VALVETRONIC, presentata da BMW già nel 2001, è una tecnologia che permette di tagliare notevolmente i consumi anche nella guida di tutti i giorni. La VALVETRONIC, definita anche gestione del carico senza farfalla, è ormai presente in tutta la gamma motori BMW ed ha dato prova di assoluta affidabilità in oltre un milione di automobili circolanti in tutto il mondo.

Un altro passo importante è seguito nel 2004, quando veniva presentato per la prima volta il basamento in composito di magnesio e alluminio realizzato per il motore BMW con sei cilindri in linea. Questo innovativo propulsore è tecnicamente convincente, perché pur aumentando la potenza di 12 per cento riduce i consumi di circa 10 per cento. Impressiona poi anche il risparmio di peso. Il basamento in materiale composito di magnesio e alluminio, infatti, pesa soltanto 57 per cento di un elemento tradizionale in ghisa grigia ed è più leggero di circa 24 per cento di un analogo basamento in alluminio.

La tipica combinazione tra risparmio e ripresa assicura ai motori diesel BMW ormai da anni quote di mercato costantemente crescenti. Infatti, anche in questo segmento di motori il progresso segue la strategia della dinamica efficiente. Tra le motorizzazioni proposte da BMW figura il sei cilindri diesel più grintoso del mondo; da una cilindrata di 3,0 litri sprigiona con la sovralimentazione Variable Twin Turbo la potenza di 210 kW/286 CV e una coppia massima di 580 Newtonmetri. Malgrado questi dati veramente impressionanti, il consumo è tipico per un diesel, ossia basso. Sotto il cofano della nuova BMW 535d questo diesel sportivo si accontenta di 6,8 litri per fare 100 chilometri (consumo medio nel ciclo Ue).

Particolari innovativi incrementano l'efficienza

La riduzione dei consumi e delle emissioni non è solo dovuta allo sviluppo motori, ma è anche conseguenza di un gran numero di innovazioni realizzate nei componenti direttamente collegati con il gruppo propulsore. La maggioranza dei modelli BMW ha una pompa olio a flusso regolato e una pompa elettrica dell'acqua attiva a richiesta, soluzioni queste che riducono il consumo energetico dei gruppi secondari. Vi si aggiungono poi – a seconda del modello – la possibilità di disaccoppiare il compressore del condizionatore, la funzionalità Auto Start/Stop, la visualizzazione del momento ottimale di innesto marcia, il nuovo servosterzo elettrico, la pompa elettrica del carburante a pressione regolata nonché i sistemi di raffreddamento aria e freni aerodinamicamente potenziati.

Una tecnologia applicabile su tutti i modelli indipendentemente dalla motorizzazione scelta è la Brake Energy Regeneration. Grazie ad una gestione intelligente del generatore questo sistema permette di concentrare la trasformazione di carburante in energia elettrica nelle fasi di tiro e frenata della macchina. Ciò permette di gestire efficacemente la generazione e l'uso d'energia elettrica e di aumentare, parallelamente, la dinamica nelle fasi di tiro. La Brake Energy Regeneration è un grande passo verso il management intelligente dell'energia a bordo di un'automobile. Al contempo essa costituisce la base per i prossimi passi orientati all'ibridizzazione dei sistemi propulsivi.

Concetti ibridi: pronti per l'applicazione in serie

Gli addetti ai lavori definiscono l'effetto generato dalla Brake Energy Regeneration il boost passivo oppure la micro-ibridizzazione. Nell'intento di migliorare l'efficienza della dinamica nel campo dello sviluppo dei propulsori l'obiettivo, a medio respiro, è l'interazione tra impiego di energia primaria ed energia elettrica. Un tale concetto ibrido è ora allo studio congiunto tra la General Motors Corporation, la DaimlerChrysler e il BMW Group. Si tratta di una perfetta combinazione di due motori elettrici e di un cambio con rapporti fissi di demoltiplicazione. Il concetto definito Two Mode ha lo scopo di proporre via via la modalità dinamica più economica nelle differenti realtà di carico. Un veicolo ibrido di questa configurazione potrebbe essere accelerato solo dai due motori elettrici oppure dal motore a carburazione interna oppure ancora dalle due forme propulsive combinate. Il cambio di velocità ibrido, oggetto appunto dello studio congiunto, potrebbe essere associato ai motori a carburazione già esistenti.

Scelta futura oggi valorizzabile: motore a idrogeno

Nel 2006 BMW ha presentato la BMW Hydrogen 7 alzando il sipario sulle prospettive della mobilità individuale in un futuro non prossimo. La prima berlina di lusso al mondo, gestita con idrogeno nel traffico quotidiano, indica la strada da seguire verso la mobilità priva di inquinanti e indipendente dai carburanti fossili. Il motore a combustione bivalente della BMW Hydrogen 7 brucia negli stessi cilindri sia idrogeno che la tradizionale benzina.

Il motore V12 eroga 191 kW/260 CV di potenza. Nell'ambito della sua strategia energetica BMW CleanEnergy la Casa punta con la massima coerenza sulla valorizzazione dell'idrogeno liquido come vettore energetico. La presentazione della BMW Hydrogen 7 serve anche da impulso pensato a potenziare l'infrastruttura di approvvigionamento dell'idrogeno. L'obiettivo nel lungo termine è quello di sfruttare al meglio l'idrogeno prodotto in modo rinnovabile come vettore energetico per automobili. Insomma, la BMW Hydrogen 7 propone una formula propulsiva innovativa che funge da apripista per la mobilità sostenibile ed ecologica.



2. Continua il successo della prima iniezione diretta di benzina con reali vantaggi di consumo nella guida quotidiana: High Precision Injection – ora anche i quattro cilindri BMW sono benchmark di dinamica efficiente

La seconda generazione del sistema d'iniezione diretta della benzina e altri interventi nel motore schiudono una nuova dimensione di dinamica efficiente. Nella nuova generazione dei motori BMW con quattro cilindri a ciclo Otto, infatti, è impiegato il sistema d'iniezione diretta chiamato High Precision Injection. Si tratta di una soluzione che consente di gestire il motore su un arco di giri molto ampio con una miscela a titolo molto magro che riduce notevolmente i consumi nonostante la potenza nuovamente cresciuta. La High Precision Injection, già presente con successo nei motori BMW a sei cilindri in linea, è ora proposta per un numero ancora maggiore di modelli. BMW prosegue coerentemente la strategia di sviluppare soluzioni per una dinamica efficiente. Anche questo progetto propone tecnologie moderne per una gamma molto vasta del portafoglio modelli per aumentare il piacere di guidare e allo stesso tempo la convenienza economica. La Casa valorizza in questo modo in maniera particolarmente interessante la crescente importanza di motori parchi.

Le richieste attuali del mercato europeo veicolare in materia di dinamica, risparmio ed emissioni sono rispettate in maniera ideale, se si applica l'iniezione diretta della benzina nella gestione magra. I motori BMW a quattro cilindri associano alla High Precision Injection, particolarmente precisa e di conseguenza di singolare efficienza, numerosi altri interventi positivi per i consumi. Tra questi ricordiamo il **sistema di recupero dell'energia in frenata** (Brake Energy Regeneration), la **funzione Auto Start/Stop**, **l'indicatore del punto ottimale di cambiata**, la nuova scatola di sterzo elettrico, la pompa della benzina a pressione regolata e la possibilità di disaccoppiare il compressore del condizionatore dal comando a cinghia del motore. Tutto ciò porta ad una potenza maggiore e a risparmi ottimizzati come vuole il leitmotiv della dinamica efficiente. Il nuovo quattro cilindri a benzina con 2,0 litri di cilindrata genera, nella versione più alta, una potenza maggiore di 15 kW rispetto al motore precedente. Rispetto al modello precedente la nuova BMW 120i spinta da questo motore consuma solo 6,4 litri per 100 chilometri, pari a circa 14 per cento in meno (nella media del ciclo Ue). Nel caso della nuova BMW 118i, che vanta un aumento di potenza pari a 10 kW, la riduzione a 5,9 litri per 100 chilometri equivale addirittura a circa 19 per cento. Le emissioni di CO₂ di questo modello sono scese a 140 grammi per chilometro.

Brillantezza, silenziosità ed economicità sono caratteristiche basilari per il piacere di guidare che qualifica i nuovi quattro cilindri a benzina della BMW. Il loro spiegamento grintoso della potenza attua rendimenti sicuramente sportivi. Oltre alla dinamica ha raggiunto un livello eccezionale per il segmento di appartenenza anche la rotondità di funzionamento. La versione più potente del quattro cilindri di 2,0 litri eroga 125 kW/170 CV e una coppia massima di 210 Newtonmetri. La seconda versione di questo propulsore eroga 105 kW/143 CV e una coppia massima di 190 Nm. Più tardi seguirà un motore a quattro cilindri di 1,6 litri che erogherà 90 kW/122 CV e una coppia massima di 160 Nm. In ambedue le fasce di cilindrata e potenza la High Precision Injection assicura alla nuova generazione di motori a quattro cilindri un'eccezionale efficienza.

Il progresso rispetto alla prima generazione dell'iniezione diretta, non applicata peraltro sui motori BMW, è una conseguenza dell'innovativa posizione centrale degli iniettori piezo tra le valvole nelle immediate vicinanze della candela, realizzata nel sistema di High Precision Injection. La disposizione scelta è la premessa indispensabile per l'innovativa combustione a getto guidato che realizza un dosaggio del carburante più preciso e assicura il titolo magro della miscela per un campo d'accensione molto ampio.

Consumi ridotti senza compromessi

La High Precision Injection è stata presentata per la prima volta sul motore a sei cilindri in linea di 225 kW/306 CV con sovralimentazione Twin Turbo, che equipaggia la BMW 335i Coupé. In questa configurazione l'innovativo sistema d'iniezione aveva la priorità di dare particolare potenza al propulsore. Il potenziale di riduzione dei consumi è tuttavia ancora maggiore usando l'iniezione diretta lean burn, sia per i motori a sei cilindri che per quelli a quattro cilindri. Noto anche come funzionamento a carica stratificata, questo sistema di combustione gestisce con particolare precisione la composizione della miscela aria-benzina. Ciò significa che, contrariamente ai tradizionali motori a benzina, il rapporto aria-benzina non deve necessariamente più essere di 1 : 14 ($\Lambda = 1$). Infatti, la percentuale di benzina contenuta nella miscela può addirittura essere sensibilmente inferiore su un'ampia gamma di punti operativi ($\Lambda > 1$). Tale risultato è dovuto al fatto che gli iniettori piezo, affiancati direttamente alle candele, attuano su un ampio campo operativo una combustione controllata di strati aventi miscele aria-benzina differenti.

Cresce notevolmente anche la dinamica

L'innovativa tecnologia d'iniezione dei motori con quattro cilindri schiude nuove possibilità di fare economie. Grazie alla High Precision Injection è stato possibile ridurre ancora una volta i consumi dei motori già molto parsimoniosi dotati di gestione del carico senza farfalla VALVETRONIC. La riduzione dei

consumi così realizzata non penalizza tuttavia la dinamica. Anzi, la variante più potente della nuova generazione di motori supera il propulsore 2,0 litri a quattro cilindri con VALVETRONIC di 15 kW/20 CV.

La competenza dei tecnici BMW in materia di motori valorizza in modo singolare il potenziale di risparmio dei motori a ciclo Otto. In questo modo i motori BMW a benzina penetrano zone in precedenza riservate ai motori diesel. Ecco che la nuova generazione di propulsori diventa leader incontestata nel segmento di appartenenza.

High Precision Injection – massima efficienza per tutti i giorni

La combinazione tra efficienza e dinamica è una dimostrazione impressionante della grande superiorità della seconda generazione del sistema di iniezione diretta a benzina rispetto alla prima generazione. Finora le attese legate a questa tecnologia, appunto di ottenere consumi molto minori, non venivano onorate nella guida pratica nonostante il notevole impegno tecnologico. Ecco la ragione per la quale il BMW Group aveva rinunciato ad usare l'iniezione diretta di benzina della prima generazione. I suoi deficit sistemici riguardavano in primo luogo il fatto che la gestione con notevole eccedenza d'aria era realizzabile solo in una fascia di carico estremamente limitata e a regimi bassi.

I progettisti di motori del BMW Group hanno riconosciuto per tempo questa realtà e si sono concentrati a sviluppare un'alternativa che consentisse di realizzare consumi vantaggiosi, confermati anche dai monitoraggi durante la gestione pratica. Nel 2001 BMW ha presentato coerentemente la gestione del carico senza farfalla VALVETRONIC, ormai presente nei motori di tutta la gamma di modelli BMW in tutto il mondo per un totale di oltre un milione di automobili.

Iniettori piezo innovativi in posizione ottimale

L'enorme potenziale contenuto nella tecnologia di iniezione diretta della benzina è stato valorizzato soltanto sulla scia dello sviluppo della High Precision Injection. Malgrado lo spazio molto limitato nella testata cilindri, gli ingegneri del BMW Group sono riusciti a piazzare gli iniettori piezo tra le valvole affiancandoli direttamente alle candele. Gli iniettori stessi sono configurati in modo da resistere nel tempo alle elevate temperature e pressioni presenti in quella posizione.

La pompa elettrica annegata nel serbatoio del carburante è operativa solo durante le fasi di necessità e alimenta la pompa ad alta pressione della testata cilindri. Questa genera la pressione di 200 bar nel condotto di alimentazione comune (Common Rail) dei quattro iniettori. Gli iniettori alimentano poi il

carburante nelle camere di combustione; gli aghi dei pulverizzatori reagiscono con estrema velocità e costanza agli impulsi d'iniezione trasmessi elettronicamente da una centralina dedicata. A differenza dei solenoidi tradizionali gli iniettori piezo possono realizzare fino a sei iniezioni per ogni espansione.

Miscela di precisione iniettata nei cilindri

Gli iniettori piezo a spruzzo perimetrale generano una stabile distribuzione conica del getto nella camera di scoppio e, di conseguenza, un dosaggio particolarmente preciso. Il volume di carburante della fase di espansione può inoltre essere suddiviso in più porzioni di iniezione. Su un campo particolarmente ampio di carico e giri si ha così la premessa ideale di effettuare un dosaggio esatto per una carburazione controllata, pulita ed efficace.

A differenza della combustione a parete (wall guided injection) finora prioritizzata, la combustione a getto guidato (spray guided injection) realizza un'alimentazione più veloce e soprattutto efficace nelle immediate vicinanze della candela, senza dispersioni dovute alla miscela presente sulla parete. A questo modo esistono le premesse per una carica stratificata caratteristica della gestione a titolo magro. La combustione avviene in diversi strati di miscela aria-benzina presenti nella camera, ma non nettamente separati tra loro. Con l'aumento della distanza dalla candela si riduce la percentuale di carburante presente nella miscela. Lo strato di miscela grassa accendibile è di conseguenza presente soltanto immediatamente intorno alla candela. Non appena questa miscela esplode si bruciano regolarmente anche gli altri strati più magri distanti dalla candela.

Questa configurazione permette di assicurare la gestione con miscela a titolo magro per un campo molto ampio di giri e carichi. Questo è uno dei motivi fondamentali per il quale, rispetto all'iniezione diretta della benzina di prima generazione, la High Precision Injection riduce i consumi.

Attre innovazioni ottimizzano le economie

Oltre al sistema High Precision Injection vi sono molte innovazioni alla meccanica e al motore che assegnano alla nuova generazione dei quattro cilindri BMW a benzina una posizione di leadership, sia in quanto a dinamica che nel campo delle economie. Questo ventaglio di innovazioni tecnologiche comprende la Brake Energy Regeneration, la funzione Auto Start/Stop, **l'indicatore del punto ottimale di cambiata**, la pompa elettrica dell'acqua controllata da apposita mappatura, il compressore del condizionatore con giunto magnetico, gli interventi di alleggerimento del basamento e dell'albero motore nonché il servosterzo elettrico EPS (Electric Power Steering).

Costruzione leggera intelligente anche nel vano motore

Tra i target della progettazione riassunti con il leitmotiv della dinamica efficiente figura, oltre all'incremento della potenza e alla riduzione dei consumi, l'ottimizzazione del peso. Per questa ragione lo sviluppo dei nuovi quattro cilindri BMW a benzina ha coerentemente realizzato la strategia della costruzione leggera. Ne la potenza maggiorata ne i consumi ridotti, infatti, aumentano il peso. Sebbene la potenza sia cresciuta di 15 kW/20 CV, il nuovo quattro cilindri di 2,0 litri pesa circa 4 chili meno del modello precedente equipaggiato di VALVETRONIC. Nella guida quotidiana il peso ideale ottimizza i consumi e rende la macchina ancora più agile.

L'effetto è la conseguenza di una serie di interventi di alleggerimento. Progressi particolarmente palesi di riduzione del peso sono, tra l'altro, stati fatti usando il sistema di idroformatura per l'albero a camme leggero nonché per il collettore di aspirazione a geometria variabile (DISA) in materia sintetica.

Nuovo quattro cilindri: base collaudata, dettagli innovativi

Il motore in alluminio con struttura a bedplate e canne integrate in ghisa grigia è basato sul collaudato propulsore a quattro cilindri con distribuzione variabile. L'alesaggio (84 mm), la corsa (90 mm) e di conseguenza anche la cilindrata (1.995 cm^3) sono identici, mentre il rapporto di compressione è stato elevato da 10,5 : 1 a 12 : 1 per aumentare la potenza. Due alberi contrappesati e controrotanti eliminano le vibrazioni torsionali intrinseche al motore a quattro cilindri e generano un'eccellente regolarità di funzionamento.

La gestione a titolo magro attraverso la carica stratificata ha tuttavia imposto una progettazione nuova della testata cilindri. Malgrado lo spazio estremamente ridotto, infatti, gli iniettori piezo sono stati posizionati tra le valvole in una posizione ottimale rispetto alla candela.

Il pompaggio è controllato da una distribuzione tradizionale con due alberi a camme in testa e levette oscillanti a rullino di attrito ridotto. Rispetto alla variante dotata di VALVETRONIC questo sistema di distribuzione permette di alzare sensibilmente il regime motore di 800 giri/min a circa 7.000 giri/min. I due alberi della distribuzione sono completi di una regolazione variabile della fasatura (doppio Vanos) per realizzare una robusta curva di coppia lungo l'intero arco di rotazione. Le elevate coppie disponibili già a regimi bassi sono anche dovute all'impiego di un collettore d'aspirazione a geometria variabile (DISA).

Soluzione pulita: catalizzatore riducente NO_x

Il nuovo motore lean burn è equipaggiato di un catalizzatore principale disposto vicino al motore e di un catalizzatore riducente dei NO_x disposto a valle. Con il gran numero di innovazioni che partecipano a ridurre i consumi e le emissioni BMW dimostra nuovamente la sua straordinaria competenza nella costruzione di motori. I progressi realizzati nel campo dell'efficienza e delle emissioni nei nuovi motori a quattro cilindri a benzina rappresentano anche un progresso sulla strada verso l'ulteriore riduzione del consumo della gamma e delle emissioni delle automobili BMW nuove. In questo modo BMW sottolinea la propria determinatezza di dare un valido contributo nell'ambito dell'impegno volontario assunto dall'ACEA (European Automobile Manufacturers Association) di ridurre entro il 2008 le emissioni di CO₂ a 140 grammi per chilometro nella media della gamma dell'immatricolato nuovo.

Già in passato il BMW Group ha realizzato riduzioni notevoli dei consumi e delle emissioni di CO₂ attuando numerose innovazioni che hanno interessato la tecnica propulsiva, l'aerodinamica e la costruzione leggera. Così operando il BMW Group ha dato il suo contributo all'impegno volontario assunto dall'Associazione tedesca dell'industria automobilistica (VDA) di ridurre tra il 1990 e il 2005 il consumo della gamma del 25 per cento, riducendo di circa 29 per cento i consumi. La distribuzione VALVETRONIC applicata su tutti i motori a benzina di nuova progettazione ha ridotto i consumi nel ciclo Ue di 10 per cento circa e, di conseguenza, anche le emissioni di CO₂.

L'effetto positivo del progresso tecnologico risulta tuttavia anche dall'andamento longitudinale. Tra il 1983 e il 2003 i consumi di carburante del modello di accesso alla gamma BMW Serie 3 con motore quattro cilindri a benzina sono stati ridotti di 22 per cento, pur essendo cresciuto il peso della macchina nello stesso periodo di 32 per cento a causa delle più sofisticate richieste di sicurezza e comfort. Le emissioni importanti ai fini della definizione delle norme di scarico sono state ridotte addirittura del 95 per cento.

La nuova famiglia di motori quattro cilindri a benzina sarà proposta inizialmente solo ai mercati europei. In questi mercati, infatti, è garantita la presenza territoriale del carburante senza zolfo, indispensabile per motori con catalizzatore riducente dei NO_x. I clienti europei potranno comunque usare le loro automobili anche in paesi che non dispongono di una fitta rete di distributori con carburante senza zolfo. In questo caso i motori non potranno tuttavia esternare completamente i vantaggi di consumo perché, rabboccando carburante con zolfo, il ciclo di rigenerazione del catalizzatore riducente deve essere più frequente.

La tecnologia High Precision Injection per il lean burn potrà essere introdotta gradualmente in altri mercati, quando questi disporranno di carburante ecologico. Per questa considerazione i motori quattro cilindri BMW continueranno ad avere il sistema VALVETRONIC. Questa soluzione permette di gestire il motore in condizioni di straordinario risparmio. Le emissioni della recentissima generazione di motori a quattro cilindri con VALVETRONIC sono state ulteriormente ridotte. Le modifiche applicate riguardano tra l'altro il motor management, il coperchio della distribuzione, la tecnologia di scarico e gli iniettori. La riduzione dei pesi dovuta alla costruzione leggera applicata con la massima coerenza contribuisce a migliorare l'efficienza dei motori a quattro cilindri dotati di VALVETRONIC.

2.1 Dati tecnici dei nuovi motori BMW a quattro cilindri a benzina con High Precision Injection

Feature/entity	Unit	Normal aspirated 4 cylinder engine with lean-burn second-generation direct gasoline injection (High Precision Injection)	For comparison: Normal aspirated 6 cylinder engine with lean-burn second-generation direct gasoline injection (High Precision Injection)
Fuel		Gasoline (RON 91–100)	Gasoline (RON 91–100)
Max output	kW/hp	125	200/272
at	rpm	6,700	6,750
Max torque	Nm	210	315
at	rpm	2,250	2,750
Max engine speed	rpm	7,000	7,000
Stroke	mm	90.0	88.0
Bore	Mm	84.0	85.0
Displacement	cc	1,995	2,996
Distance between cyls	mm	91	91
Cylinder arrangement		Four-cylinder inline	Six-cylinder inline
Valve plate diameter, intake	mm/in	31.4	32.4
Valve plate diameter, outlet	mm/in	28.0	29.0
Compression ratio		12.0 : 1	12.0 : 1
Fuel injection		Second-generation direct injection (High Precision Injection); piezo-injectors; $\lambda \gg 1$	Second-generation direct injection (High Precision Injection); piezo-injectors; $\lambda \gg 1$
Fuel injection pressure	bar	200	200
Engine weight to BMW standard	kg	135	168
Output per litre	kW/L	62.7	66.8
Engine power-to-weight ratio	kg/kW	1.08	0.84
Crankcase		Aluminum with cast liners	Composite magnesium/aluminium
Waterpump		electrical	electrical
Camshaft		Composite, hydroformed	Composite, hydroformed
Inlet manifold		2 stage	3 stage
Valvetrain		Infinite camshaft adjustment for intake and outlet (double-VANOS); roller rocker arms	Infinite camshaft adjustment for intake and outlet (double-VANOS); roller rocker arms

2.2 Diagramma di coppia e potenza del motore 2,0 litri BMW quattro cilindri a benzina con 125 kW e iniezione diretta magra seconda generazione (High Precision Injection)

2.3 Diagramma di coppia e potenza del motore 2,0 litri BMW quattro cilindri a benzina con 105 kW e iniezione diretta magra seconda generazione (High Precision Injection)



3. Potenza compatta con emissioni esemplari: Dinamica efficiente in una dimensione innovativa – Variable Twin Turbo ora anche per il quattro cilindri diesel BMW

Potenza maggiore, peso minore, emissioni ancora più contenute: queste sono le caratteristiche salienti degli innovativi motori diesel a quattro cilindri che costituiscono il nuovo metro di paragone per la dinamica efficiente nel segmento di appartenenza. I gruppi compatti con basamento in alluminio, sovralimentazione, iniezione common rail della terza generazione, filtro antiparticolato vicino al motore nonché numerose innovazioni in molti dettagli definiscono una nuova dimensione di guida economica e con basse emissioni. I nuovi diesel con quattro cilindri hanno tutti una cilindrata di 2,0 litri e sono proposti in tre versioni di potenza. Sia la versione base con 105 kW/143 CV che la variante con 130 kW/177 CV hanno un turbocharger con turbina a geometria variabile che assicura una erogazione vigorosa della potenza. La versione più potente del nuovo motore è dotata della tecnologia Twin Turbo variabile, già nota dal diesel BMW a sei cilindri. Questa tecnologia, definita anche sovralimentazione a due fasi, permette al 2,0 litri di erogare una potenza pari a 150 kW/204 CV. E' il primo motore diesel del mondo interamente in alluminio con potenza specifica di oltre 100 CV.

La nuova filosofia per i diesel è realizzata da una serie di interventi al controllo dei gruppi secondari nonché al motore per ridurre i consumi e le emissioni. Tutte le automobili con propulsore diesel a quattro cilindri della nuova generazione hanno la Brake Energy Regeneration, la funzione Auto Start/Stop e **l'indicatore del punto ottimale di cambiata** sulle versioni con cambio manuale nonché il nuovo servosterzo elettrico per incrementare l'efficienza comunque molto elevata.

Strategia di sviluppo coerente per la dinamica efficiente

I nuovi motori diesel a quattro cilindri di Casa BMW proseguono anche in questo segmento nel solco della strategia di sviluppo della dinamica efficiente. Rispetto ai motori precedenti, le nuove unità di propulsione hanno un peso sensibilmente più basso, mentre la loro potenza decisamente superiore permette di raggiungere consumi ed emissioni molto bassi. I nuovi motori diesel a quattro cilindri sono proposti per molte gamme. Le sofisticate innovazioni tecnologiche servono per aumentare l'efficienza in tutta una serie di segmenti automobilistici che vantano volumi particolarmente elevati. I clienti che optano per un motore diesel, vuoi a quattro o a sei cilindri, trovano proposte che soddisfano le massime richieste di ripresa e di risparmio. Inoltre, i moderni motori diesel hanno emissioni di CO₂ più basse. In questo modo il nuovo diesel BMW a quattro cilindri è particolarmente interessante perché contribuisce a ridurre notevolmente i consumi e le emissioni.

I motori della nuova generazione dei diesel a quattro cilindri ricavano la loro potenza da una cilindrata di 1.995 centimetri cubi e sono proposti in tre varianti di potenza. La differenza tra questi tre gruppi proviene dall'adattamento specifico dei componenti di iniezione e del sistema di sovralimentazione. La versione base del nuovo motore diesel eroga 105 kW/143 CV ed ha una coppia massima di 300 Newtonmetri, superando in questa versione il modello precedente di 15 kW, o meglio 20 Nm. Nella variante più potente il nuovo motore eroga 150 kW/204 CV, ossia 30 kW in più rispetto alla precedente ammiraglia della gamma diesel BMW a quattro cilindri. La coppia massima di 400 Nm erogata da questo propulsore supera di 60 Nm il dato massimo finora registrato. La posizione mediana della gamma dei diesel a quattro cilindri è assunta dalla versione di 130 kW/177 CV con una coppia massima di 350 Nm.

Un'altra dimostrazione del maggiore temperamento è data dall'arco di rotazione ampliato di 10 per cento circa. La vigorosa ripresa già ai bassi regimi, tipica dei propulsori diesel BMW, è ora espressa da una vivacità ancora maggiore del motore. L'impressionante crescita della dinamica è accompagnata da un'eccezionale ottimizzazione delle economie. I consumi di carburante della nuova BMW 118d misurati nel ciclo Ue si riducono, ad esempio, di 16 per cento circa rispetto al modello precedente, raggiungendo 4,7 litri su 100 chilometri, pur essendo la potenza cresciuta di 15 kW a 105 kW/143 CV. La nuova BMW 120d, con potenza maggiorata di 10 a 130 kW, ha consumi ridotti della medesima entità e si accontenta di 4,9 litri di diesel su 100 chilometri.

Obiettivi ambiziosi raggiunti con eccellenza

Il capitolato degli oneri stilato per la configurazione della nuova famiglia dei motori diesel ha dato particolare importanza all'aumento della potenza e della coppia nonché all'ottimizzazione del peso e alla sensibile riduzione dei consumi rispetto ai motori della generazione precedente. Queste premesse sono caratteristiche per la strategia della dinamica efficiente del BMW Group. I nuovi motori diesel a quattro cilindri soddisfano appieno tutti i criteri definiti.

Per ragioni tecnico-produttive BMW è fautore del principio che i motori diesel a quattro e sei cilindri devono avere potenze differenti erogate da una cilindrata identica. Per la nuova generazione dei quattro cilindri ciò significa che il motore di 2,0 litri è proposto in tre varianti.

Peso ottimizzato con un basamento interamente in alluminio

La potenza e la coppia superano il rispettivo motore precedente, sia quello di base che quello ai vertici della gamma. Allo stesso tempo questi nuovi motori sono più leggeri di 17 chilogrammi di quelli a quattro cilindri della generazione precedente. Il minore peso si fa sentire nei consumi minori, ma anche nella distribuzione armoniosa delle masse sugli assi. La conseguenza è una migliore agilità dei modelli che hanno sotto il cofano il nuovo quattro cilindri diesel. Nelle discipline consumi ed emissioni, ma anche dinamica di marcia, i propulsori assumono la posizione leader tra i gruppi concorrenti.

La progettazione della nuova famiglia di motori è partita dall'eccellente quattro cilindri diesel di identica cilindrata, la cui versione precedente erogava 90 e 120 kW. Per tenere in conto la potenza maggiorata è stato potenziato il diametro dei supporti di banco dell'albero motore. Oltre all'incremento della potenza è stato sensibilmente ridotto anche il peso del propulsore. La fetta maggiore di alleggerimento è stata tagliata dal nuovo basamento in alluminio dotato di canne in ghisa grigia integrate con un procedimento termico che sostituisce il blocco in ghisa grigia.

Combustione efficiente riduce i consumi

La testata cilindri e i condotti di aspirazione sono nuovi. I condotti sono disposti lateralmente e sono configurati a spirale tangenziale. Il canale a spirale per il riempimento ha un dispositivo di regolazione elettronica variabile per raggiungere emissioni bassissime. Le valvole in posizione verticale hanno diametro maggiorato per migliorare il pompaggio. Non sono più necessarie le tasche valvola, quindi sono eliminati gli appositi spazi ricavati nel cielo del pistone. Il canalino di aspirazione imprime all'aria fresca un moto cinetico che migliora la formazione della miscela.

Mentre nella motorizzazione base la pressione di iniezione è pari a 1.600 bar e i solenoidi provvedono al dosaggio del carburante, nelle due versioni più potenti il gasolio è alimentato da quattro iniettori piezo con una pressione rispettivamente di 1.800 e 2.000 bar. La versione più potente del nuovo motore diesel è la prima ad usare iniettori piezo funzionanti ad una pressione di 2.000 bar. La forma della camera di carburazione e l'incavo nel cielo del pistone sono stati ridisegnati per rendere la carburazione ancora più efficiente, abbassando parallelamente il rapporto di compressione a 16:1. Dato che durante ogni corsa utile sono iniettate fino a tre porzioni distinte di carburante, la fiamma si espande in maniera abbastanza mite con particolare vantaggio per la rotondità del propulsore diesel.

La notevole riduzione dei consumi è dovuta ad interventi sul motore stesso, ad esempio riduzione della potenza dissipata per attrito, riconfigurazione della camera di scoppio, ottimizzazione della formazione della miscela, della carburazione e delle canalizzazioni. In aggiunta si fanno sentire gli interventi sul veicolo stesso, ad esempio Brake Energy Regeneration, la funzione Auto Start/Stop, l'**indicatore del punto ottimale di cambiata** nonché lo sterzo elettro-idraulico EPS (Electrical Power Steering).

Variable Twin Turbo in prima mondiale nel quattro cilindri diesel

La sovralimentazione bistadio realizzata per la variante al vertice della gamma del nuovo quattro cilindri diesel con 150 kW è stata progettata per dare una risposta particolarmente spontanea e uno spiegamento di potenza ancora più vigoroso. La tecnologia Variable Twin Turbo ha esordito nel diesel a sei cilindri più sportivo del mondo, montato per la prima volta sotto il cofano della BMW 535d. Oggi come oggi questo motore a sei cilindri in linea di 3,0 litri di 210 kW/286 CV è proposto in diverse gamme della Casa. La tecnologia, detta anche a doppio turbo, conferisce al motore la singolare dinamicità. Lo stesso principio è ora realizzato per la prima volta anche su di un motore diesel a quattro cilindri.

L'unità di sovralimentazione del Variable Twin Turbo è composta da due charger a gas di scarico, uno piccolo e l'altro grande. Il turbocompressore piccolo si attiva già ai regimi bassi poco superiori al minimo, dato che il suo momento d'inerzia è molto limitato. Con il crescere del numero di giri inizia a generare potenza anche il turbo più grande. Grazie a questa configurazione l'effetto turbo scatta senza ritardo. Basta un leggero comando dell'acceleratore per creare una spinta sensibile. Una farfalla nella turbina varia la ripartizione del flusso dei gas di scarico tra i due turbocompressori. La gestione precisa del passaggio e dell'interazione dei due turbo si serve di un'elettronica particolarmente efficiente progettata ad hoc. Si tratta di una soluzione che controlla l'intero sistema composto da turbine, farfalla di regolazione, bypass e waste gate in funzione delle condizioni di funzionamento del motore.

Il più potente dei tre nuovi propulsori diesel eroga la coppia massima di 400 Nm già a 2.000 giri/min. La pressione di sovralimentazione di questo motore è limitata a 3,0 bar. I 150 kW/204 CV riservano comunque a questo motore nuovi orizzonti di dinamica efficiente. Infatti, la sua potenzialità crea nuovi metri di paragone non solo nel mondo dei diesel a quattro cilindri. E' il primo diesel interamente in alluminio che raggiunge una potenza specifica di oltre 100 CV.

Due categorie di potenza: diesel con turbina a geometria variabile

I due propulsori con potenza rispettivamente di 105 e 130 kW hanno un turbocompressore a gas di scarico con turbina a geometria variabile. Si tratta di una tecnologia che assicura in tutte le situazioni di carico la generazione ottimale della coppia. Un servomotore elettrico adatta con grande precisione e minimo ritardo la ventola assiale della turbina alle esigenze operative istantanee.

Questo funzionamento assicura sia la risposta spontanea ai bassi numeri di giri che l'elevata densità di potenza sotto carico totale. La pressione massima di sovralimentazione del motore con 105 kW è di 2,5 bar, mentre la variante di 130 kW opera ad una pressione di 2,55 bar. La coppia massima è disponibile rispettivamente tra 1.750 e 2.500 giri/min e tra 1.750 e 3.000 giri/min a seconda della variante.

Centrali di potenza compatte con soluzioni sofisticate

Per motivi di package e di produzione, tutti i gruppi secondari sono disposti sul lato aspirazione del motore, ossia pompa acqua, generatore e compressore del condizionatore. Grazie a questa configurazione è tra l'altro possibile creare lo spazio sufficiente per i due turbocompressori presenti sul motore top di gamma. Dato che tutti i gruppi secondari sono comandati da un'unica cinghia è superflua la seconda puleggia. Anche questa soluzione incrementa ulteriormente l'efficienza del gruppo propulsore perché si evitano perdite per attrito.

Il concetto costruttivo del nuovo motore diesel a quattro cilindri ha effetti positivi anche per il livello di sicurezza delle automobili future. La trasmissione a catena, infatti, è stata spostata sul lato del volano per migliorare la protezione dei pedoni. La pompa ad alta pressione è comandata dall'albero motore attraverso una catena, mentre la pompa stessa trascina la distribuzione con una seconda catena.

Gli alberi contrappesati, ruotanti in senso contrario a quello del motore, sono alloggiati in cuscinetti a rullini e integrati lateralmente nel basamento. Questa configurazione tiene in debito conto la particolare situazione esistente nelle macchine a trazione integrale. Infatti, gli alberi contrappesati hanno per la prima volta cuscinetti a rullini con notevole riduzione delle perdite per attrito. Grazie alla loro compattezza è possibile abbinare i nuovi motori diesel a quattro cilindri con alberi equilibratori anche al sistema di trazione integrale intelligente BMW xDrive.

Lo scambiatore di calore olio-acqua ha pure trovato una nuova sistemazione veramente compatta. E' stato, infatti, integrato nel carter del filtro olio solidale con il basamento. Questo carter ha una configurazione che non richiede più tubi flessibili di collegamento con lo scambiatore di calore e la camicia d'acqua del basamento.

E' stata ridotta anche l'altezza del motore spostando la pompa del vuoto del correttore di frenata sul lato volano nella coppa dell'olio motore. Il compatto motorino di avviamento è posizionato a livello della guarnizione della faccia inferiore del motore.

Emissioni esemplari con filtro antiparticolato

Il progetto ha privilegiato una configurazione alquanto «trasparente» della periferia del motore. Per questa ragione il tubo dell'impianto di riciclo dei gas di scarico (AGR) è integrato nella testata cilindri. La valvola AGR stessa è posizionata sul lato caldo del motore. Il radiatore dell'AGR è completo di un bypass che limita le emissioni inquinanti durante la fase di riscaldamento. La soluzione garantisce inoltre anche la regolarità e silenziosità del motore.

Tutte le varianti della nuova generazione di motori hanno di serie il filtro antiparticolato posizionato vicino al motore. Ciò ottimizza con particolare efficacia le emissioni anche in questo segmento motori.

Il motore diesel diventa a questo modo un elemento centrale nella strategia del BMW Group volta a ridurre le emissioni di CO₂. Il BMW Group, insomma, procede sulla linea dell'Associazione europea delle case costruttrici concordata con la Commissione dell'Ue per la riduzione delle emissioni di CO₂. Entro il 2008 le emissioni di CO₂ delle automobili dovranno essere ridotte nella media delle flotte europee a 140 grammi al chilometro. Ciò equivale ad una riduzione del 25 per cento rispetto all'anno di riferimento 1995. I motori diesel BMW a quattro cilindri di nuova progettazione costituiscono un altro passo del BMW Group verso il raggiungimento di questo obiettivo. Nel caso della nuova BMW 120d le emissioni di CO₂ sono ridotte a 129 grammi per chilometro, mentre la nuova BMW 118d le riduce addirittura a 123 grammi per chilometro. BMW onora peraltro già oggi l'impegno volontario dell'industria automobilistica tedesca di dotare cioè entro il 2008 in primo equipaggiamento tutte le nuove automobili diesel con il filtro antiparticolato. Questi filtri montati da BMW ottengono tassi di abbattimento superiori al 99 per cento, come certificato dall'Ufficio federale per l'ambiente. La concentrazione di particolato nei gas di scarico delle automobili diesel BMW raggiunge un livello simile a quello dell'aria ambiente.

Motori diesel BMW: ripresa ed efficienza

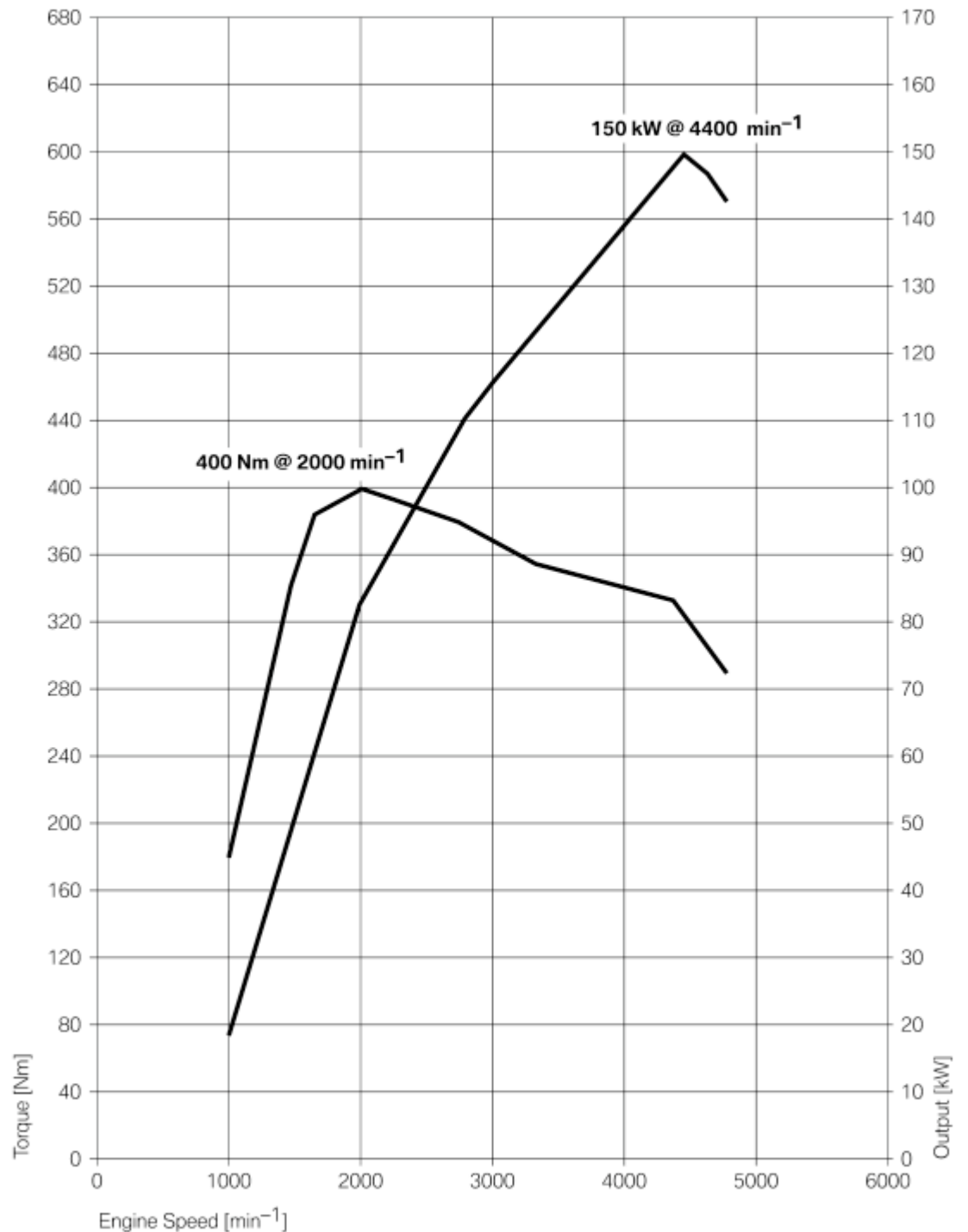
I nuovi propulsori diesel a quattro cilindri della BMW rappresentano con successo la filosofia propulsiva della Casa. Il binomio formato da dinamica e risparmio, che assicura al motore diesel i crescenti consensi, raggiunge un livello finora sconosciuto anche nel segmento dei gruppi a quattro cilindri. Da oltre due decenni i motori diesel sono un punto di riferimento nella gamma BMW. Dal 1983 i motori diesel prodotti da BMW sono più che decuplicati.

I motori proposti per i modelli BMW sposano in maniera particolarmente interessante la dinamica all'efficienza ed alla regolarità di funzionamento. Queste qualità hanno tra l'altro fatto sì che nel 2005 ben 39 per cento di tutte le automobili immatricolate nel mondo aveva sotto il cofano un motore diesel. A seconda della Serie e del mercato nazionale interessato la quota diesel è in parte anche superiore a questa percentuale. Infatti, l'88 per cento di tutte le BMW X3 commercializzate nel 2005 in Europa ha un motore diesel.

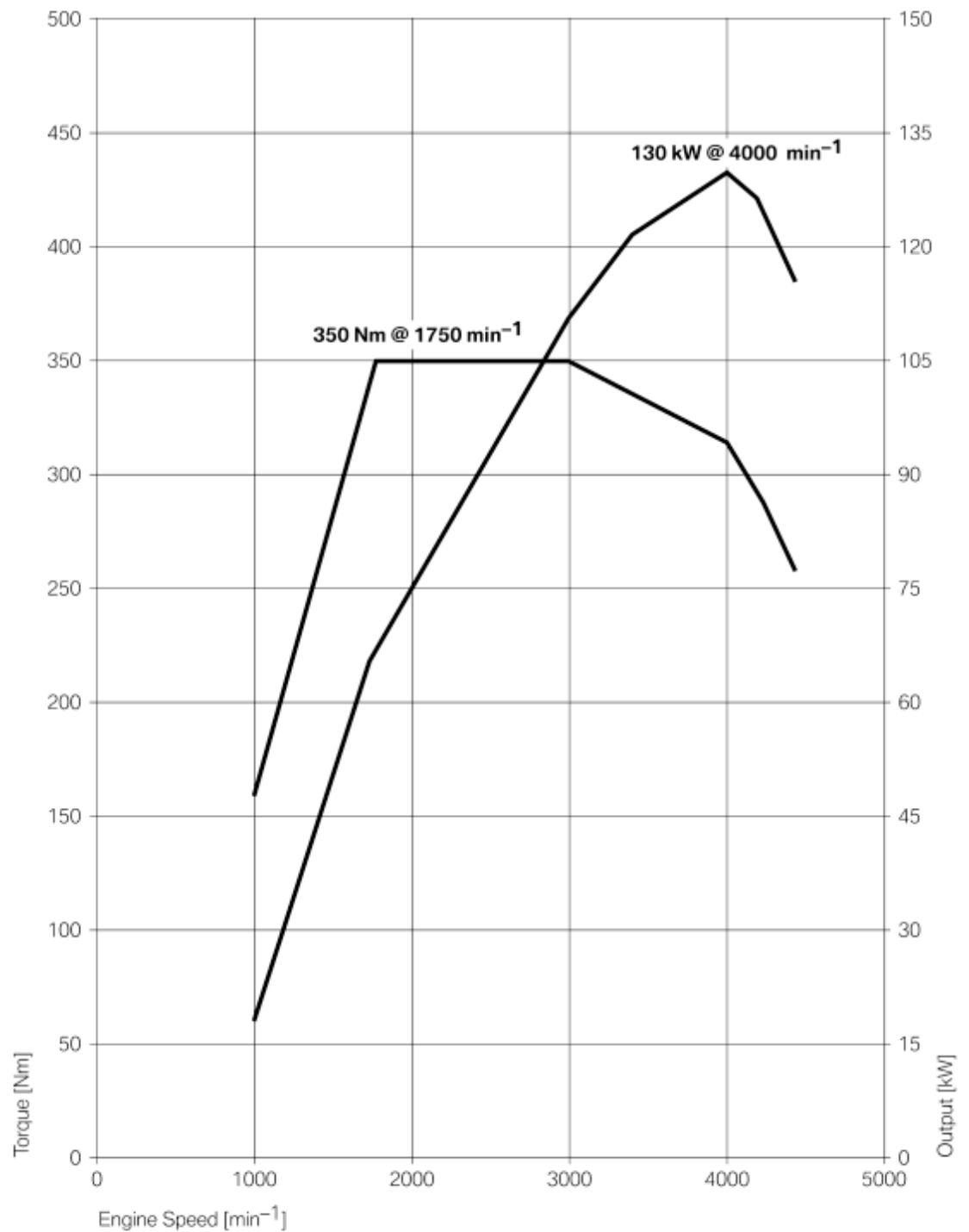
3.1 Dati tecnici dei nuovi motori BMW quattro cilindri diesel

Feature/entity	Unit	4 cylinder diesel engine with aluminum crankcase			For comparison: 6 cylinder diesel engine with aluminum crankcase and Variable Twin Turbo technology
		Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Fuel	[]	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Max output	kW	105	130	150	210
at	rpm	4,000	4,000	4,400	4,400
Max torque	Nm	300	350	400	580
at	rpm	1,750–3,000	1,750–3,000	2,000	1,750
Max engine speed	rpm	5,000	5,000	5,200	5,000
Stroke	mm	90	90	90	90
Bore	mm	84	84	84	84
Displacement	cc	1,995	1,995	1,995	2,993
Distance between cylinders	mm	91	91	91	91
Valve plate diameter, intake	mm	27.2	27.2	27.2	27.4
Valve plate diameter, outlet	mm	24.8	24.8	24.8	25.9
Compression ratio	[]	16 : 1	16 : 1	16 : 1	16.5 : 1
Fuel injection	[]	Common Rail 2 nd generation; electro-magnetic injectors; up to 5 separate injections	Common Rail 3 rd generation; piezo-injectors; injectors; up to 5 separate injections	Common Rail 3 rd generation; piezo-injectors; injectors; up to 5 separate injections	Common Rail 3 rd generation; piezo-injectors; injectors; up to 5 separate injections
Fuel injection pressure	bar	1,600	1,800	2,000	1,600
Maximum charging pressure above atmosphere	bar	1,500	1,500	2,000	1,950
sort of turbo charging	[]	Turbo charger with variable turbine geometry	Turbo charger with variable turbine geometry	2 stage charging with 2 turbo chargers in line (Variable Twin Turbo technology)	2 stage charging with 2 turbo chargers in line (Variable Twin Turbo technology)
Average maximum combustion chamber pressure	bar	19	22	25.3	24.5
Maximum combustion chamber pressure	bar	170	180	180	180
Engine weight to BMW standard	Kg	152	152	161	196
Minimum specific fuel consumption	g/kWh	198	198	204	205
Output per litre	kW / L	52.6	65.2	75.2	70.2
Power-to-weight ratio	kg/kW	1.44	1.17	1.07	0.93
Crankcase	[]	Aluminium	Aluminium	Aluminium	Aluminium
Camshaft	[]	Assembled instead of cast	Assembled instead of cast	Assembled instead of cast	Assembled instead of cast
Valves per cylinder	[]	4	4	4	4

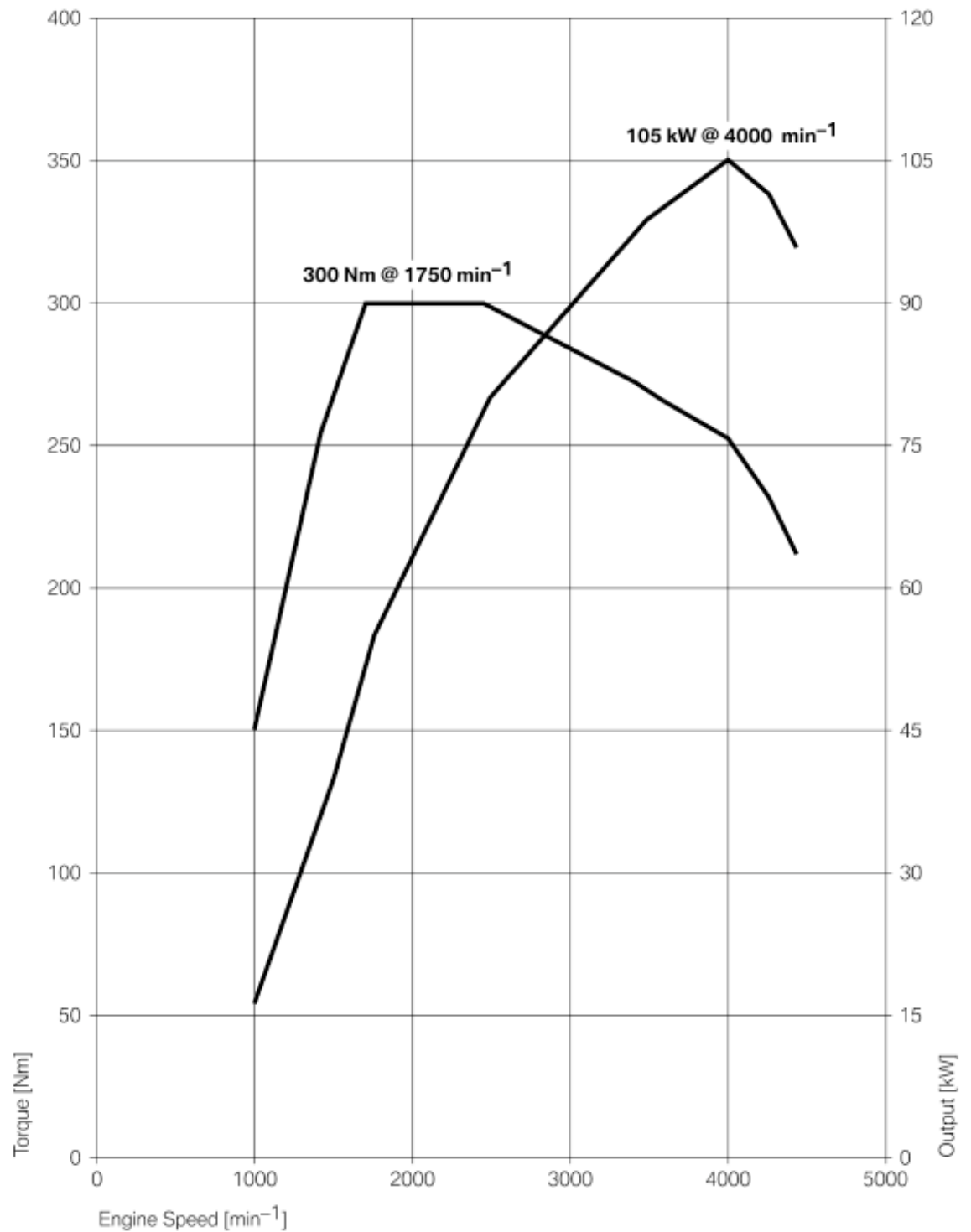
3.2 Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 150 kW e Variable Twin Turbo



3.3 Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 130 kW



3.4 Diagramma di coppia e potenza del motore diesel BMW 2,0 litri quattro cilindri con 105 kW





4. Innovazioni nei particolari per migliorare la dinamica efficiente: Interventi articolati riducono i consumi e le emissioni dei nuovi modelli BMW quattro cilindri

Gli innovativi motori BMW a quattro cilindri sono espressione della migliore dinamica efficiente raccolta in una forma particolarmente compatta.

L'affermazione vale sia per la recentissima generazione di propulsori diesel che per gli innovativi motori a benzina a quattro camere di combustione.

In ambedue le categorie tali moderni gruppi propulsori BMW sono benchmark in quanto a erogazione di potenza e risparmi realizzabili. Indipendentemente dalla tecnologia di combustione preferita e dal segmento prestazionale tutti i guidatori al volante di una BMW a quattro cilindri approfittano sempre del progresso tecnologico in campo motoristico che BMW definisce dinamica efficiente. Rispetto ai motori precedenti dei segmenti interessati, i quattro cilindri della nuova generazione hanno peso minore, potenza maggiore, consumi inferiori ed emissioni ridotte.

In aggiunta agli interventi fatti sui motori, che vanno dalla riduzione dell'attrito interno alla nuova configurazione delle camere di scoppio fino all'ottimizzazione della combustione, dei condotti di raffreddamento e di sovralimentazione fino alla High Precision Injection per l'iniezione diretta a titolo magro per i motori a benzina e la nuovissima generazione dell'iniezione common rail per i diesel, la crescita dei risparmi è realizzata con innovazioni riguardanti specificatamente il corpo vettura. Queste innovazioni contribuiscono in vario modo a trasformare la coppia efficiente generata dal motore in dinamica. Il loro effetto si fa sentire in diversi regimi e condizioni di funzionamento del motore. La configurazione così scelta assicura che, nell'uso quotidiano delle macchine equipaggiate dei nuovi motori a quattro cilindri, l'aumento di efficienza si esprima attraverso riduzioni quantificabili dei consumi.

Funzione Auto Start/Stop: nessun consumo al minimo

I nuovi motori a quattro cilindri, benzina e diesel, con cambio manuale sono equipaggiati della funzione Auto Start/Stop che riduce i consumi, quando si è fermi con il motore al minimo agli incroci o in coda. La funzione è attivata non appena si è fermi col cambio in folle e il guidatore rilascia il pedale della frizione. Per proseguire è sufficiente premere la frizione e il motore si accende senza alcun ritardo. Lo starter elettrico e la batteria sono configurati per sopportare lo stress dovuto al maggior numero di avviamenti.

La funzione Auto Start/Stop è attivata automaticamente ad ogni nuovo avviamento del motore. E' invece disattivata automaticamente, quando l'olio motore ha raggiunto la temperatura d'esercizio prescritta. Per motivi di sicurezza e comfort la disattivazione automatica è esclusa in determinate condizioni. Ad esempio quando la batteria fosse molto scarica oppure quando le temperature ambiente fossero particolarmente elevate (superiori ai 30 gradi Celsius) o basse (sotto i 3 gradi Celsius). Quando invece di è fermi, il motore rimane acceso se la temperatura nell'abitacolo non ha ancora raggiunto quella impostata sul condizionatore oppure quando serve l'attività del riscaldamento per liberare il parabrezza da ghiaccio o appannamento. La funzione Auto Start/Stop può in ogni modo essere disattivata dal guidatore attraverso l'apposito tasto.

Grazie all'assoluto comfort di funzionamento della regolazione automatica il guidatore si abitua subito all'innovativo sistema. Dopo lo spegnimento, il motore si riaccende con impressionante spontaneità perché la centralina elettronica memorizza sempre con esattezza l'ultima posizione dell'albero motore. Per questo motivo è possibile attivare senza alcun ritardo l'accensione e l'iniezione. Ma anche la generazione della pressione nel sistema di iniezione del carburante non richiede maggiori tempi tecnici. La pressione creata nei condotti del carburante resta costante durante le fasi di arresto della macchina.

Per ottimizzare l'efficienza del sistema anche durante le fasi di marcia, la funzione Auto Start/Stop è abbinata all'indicatore del punto ottimale di cambiata. Per ridurre i consumi l'elettronica del motore calcola per ogni situazione dinamica il punto ottimale di cambiata. La visualizzazione della cambiata raccomandata nella plancia, concretamente un'icona con freccia e indicazione del rapporto ottimale, segnala per tempo al guidatore la necessità di cambiare marcia.

Generazione efficiente di energia elettrica con Brake Energy Regeneration

Il management intelligente che comprende la generazione, l'accumulo e l'uso dell'energia a bordo, contribuisce a ridurre i consumi e le emissioni di CO₂. Grazie alla Brake Energy Regeneration, nelle fasi di rilascio e frenata è possibile trasformare energia primaria in corrente elettrica. Dato che nelle fasi di tiro il generatore è poco sollecitato e la rete di bordo è alimentata esclusivamente dalla batteria, nelle fasi di accelerazione è disponibile una parte maggiore della potenza erogata dal motore. Il generatore interviene attivamente solo nelle fasi di rilascio del motore. Ecco perché la generazione di corrente elettrica avviene prevalentemente nelle fasi di decelerazione. La gestione intelligente del generatore considera peraltro anche lo stato di carica della batteria. Non appena la capacità supera una soglia minima, la generazione di energia elettrica prosegue indipendentemente dallo stato dinamico della macchina.

Dato che il monitoraggio aumenta il numero dei cicli di carica, la gestione intelligente del generatore è abbinata alle moderne batterie del tipo AGM (Absorbent Glass Mat). Queste sono molto più resistenti di quelle tradizionali al piombo. Nel caso delle batterie AGM l'acido è assorbito tra gli strati di piombo da micromateriale in fibra di vetro. La sua capacità di accumulare energia resta invariata anche in presenza di un grande numero di cicli di scarica e carica.

Risparmio energetico: servosterzo agisce quando serve

Le automobili equipaggiate dei nuovi motori a quattro cilindri hanno l'innovativo servosterzo elettrico EPS (Electrical Power Steering). L'effetto servo dell'EPS è elettroidraulico. Ciò significa che la pompa idraulica dello sterzo servoassistito è azionata da un piccolo motore elettrico. Mentre nei servosterzi idraulici la pompa azionata dal motore a scoppio genera continuamente pressione, assorbendo logicamente energia anche nelle fasi quando non serve l'effetto servo, il sistema EPS lavora autonomamente dal motore e, di conseguenza, con molta efficienza. Infatti, la pompa crea la pressione solo quando serve. Rispetto ai tradizionali sistemi servoassistiti è così possibile ridurre sensibilmente i consumi.

Per intervenire positivamente sui consumi anche la gestione del condizionatore dei nuovi modelli BMW a quattro cilindri segue ancora meglio le richieste degli occupanti. Quando, infatti, non è necessario abbassare la temperatura nell'abitacolo, è possibile risparmiare energia. I tradizionali compressori hanno concettualmente sempre potenza dissipata che si fa sentire anche quando il condizionatore non è acceso. Il giunto elettromagnetico del compressore del nuovo motore BMW a quattro cilindri invece può essere staccato completamente dalla trasmissione a cinghia. Ciò riduce la potenza dissipata quando il condizionatore è disattivato.

Gruppi secondari gestiti in modo mirato

Il potenziale di risparmio degli innovativi motori a quattro cilindri è stato valorizzato dagli ingegneri BMW per i gruppi secondari, ad esempio le pompe dell'acqua, del carburante e dell'olio. La pompa elettrica dell'acqua, infatti, è controllata dalla temperatura e attiva solo quando serve, aumentando a questo modo il rendimento del motore. La pompa elettrica dell'acqua adatta il volume di mandata alla reale richiesta di raffreddamento indipendentemente dal regime del motore. Questa soluzione riduce la potenza della pompa fino al 90 per cento a circa 200 Watt. Durante la fase di avviamento a freddo non viene peraltro convogliata acqua per far raggiungere al motore più rapidamente la temperatura d'esercizio. Questa tecnologia ha inoltre riflessi positivi per il cliente, dato che un optional prevede che, a motore spento, il calore residuo dell'acqua serve per riscaldare l'abitacolo.