



UNIVERSITÀ DI PISA
DIPARTIMENTO DI ECONOMIA E MANAGEMENT

Corso di Laurea Magistrale in Strategia, Management e Controllo
Curriculum: Controllo di Gestione e Costi-Performance

Tesi di Laurea

**LA RELAZIONE TRA DIMENSIONI E COSTI:
IL CASO DEL *DOWNSIZING* NELL'*AUTOMOTIVE***

Relatore:
Prof. Riccardo Giannetti

Laureando:
Gianluca Messineo

Anno Accademico
2014-2015

ABSTRACT

Il presente lavoro si colloca nell'ambito degli studi che affrontano la tematica della relazione tra la riduzione delle dimensioni di prodotti e componenti e i relativi costi di produzione. Nello specifico, il fenomeno oggetto di studio è rappresentato dalle implicazioni della filosofia progettuale del *downsizing* nel settore *automotive* in termini di costi sostenuti dal produttore e di *Total Cost of Ownership* e creazione di valore nella prospettiva del cliente. Per introdurre l'argomento, il lavoro fornisce una sintesi delle condizioni di contesto che hanno portato alla diffusione della soluzione progettuale in esame e delle sue principali caratteristiche tecniche. Inoltre, poiché il *downsizing* è un'alternativa percorribile in fase di *New Product Development*, la trattazione si propone di individuare le principali iniziative manageriali adottabili nell'ambito di tale processo per migliorare il rapporto costi/valore dei prodotti in corso di sviluppo. Dal punto di vista metodologico, le indagini svolte hanno comportato la raccolta e l'analisi di dati pubblici relativi al prezzo di listino e alle caratteristiche prestazionali di 29 modelli di auto interessati dal *downsizing*. Sebbene le informazioni a disposizione non abbiano consentito di approfondire la relazione tra riduzione della cilindrata dei veicoli e relativi costi di produzione, gli *output* delle analisi di regressione multipla svolte sui dati raccolti, opportunamente rielaborati, hanno messo in evidenza l'esistenza di una relazione positiva tra *downsizing* e rapporto costi/valore dell'autovettura nella prospettiva del cliente.

INDICE

INTRODUZIONE	5
I. IL COST MANAGEMENT NEL PROCESSO DI SVILUPPO NUOVI PRODOTTI.....	8
1.1. Il processo di sviluppo nuovi prodotti.....	8
1.1.1. <i>Le fasi del processo di progettazione e di sviluppo di nuovi prodotti</i>	10
1.1.2. <i>I costi impegnati ed i costi sostenuti</i>	12
1.2. Il Target Costing	15
1.2.1. <i>Generalità</i>	15
1.2.2. <i>Le fasi del Target Costing</i>	17
1.2.3. <i>L'analisi funzionale</i>	19
1.2.4. <i>I vantaggi del Target Costing</i>	20
1.3. Gli svantaggi del <i>Target Costing</i> e gli approcci alternativi per la gestione dei costi in fase di sviluppo.....	21
1.3.1. <i>Team paralleli per il cost management</i>	23
1.3.2. <i>Team per lo sviluppo di componenti modulari</i>	24
1.3.3. <i>Individuazione di strategie di cost management</i>	24
1.3.4. <i>Condivisione di componenti, processi produttivi e piattaforme tra prodotti diversi</i>	25
1.4. Le tecniche di supporto al <i>Target Costing</i> per la gestione dei costi nel processo di sviluppo di nuovi prodotti	26
1.4.1. <i>L'Activity Based Costing/Management</i>	26
1.4.2. <i>Il Life-cycle Costing</i>	27
1.4.3. <i>Il Total Cost of Ownership</i>	28
II. LA RELAZIONE TRA <i>DOWNSIZING</i> E COSTI DI PRODUZIONE	29
2.1. La relazione tra dimensione e costi	29
2.1.1. <i>I costi delle materie prime</i>	30
2.1.2. <i>I costi delle lavorazioni</i>	32

2.1.3. <i>I costi di setup</i>	33
2.2. Le implicazioni sulla gestione dei costi	34
2.2.1. <i>La struttura di costo del prodotto</i>	34
2.2.2. <i>La ridefinizione della struttura del prodotto: il Value-based Cost Management System</i>	36
2.2.3. <i>Il downsizing nell'ambito delle iniziative di gestione dei costi in fase di sviluppo di nuovi prodotti</i>	38
2.3. Le implicazioni sul calcolo dei costi	39
2.3.1. <i>La cost estimation</i>	39
2.3.2. <i>L'allocazione dei costi di setup nel sistema Activity Based Costing (ABC)</i> ..	40
III. IL <i>DOWNSIZING</i> NEL SETTORE <i>AUTOMOTIVE</i>	43
3.1. La tendenza al <i>downsizing</i> nel settore <i>automotive</i>	43
3.1.1. <i>Le condizioni di contesto</i>	44
3.1.2. <i>La sovralimentazione tramite turbocompressore e compressore volumetrico</i>	48
3.1.3. <i>Il downsizing nei motori a benzina: il passaggio dal sistema di iniezione MPI al GDI</i>	52
3.1.4. <i>La portata del fenomeno</i>	53
3.2. Gli effetti del <i>downsizing</i> sulle prestazioni del veicolo, sul <i>Total Cost of Ownership</i> e sui costi di produzione	55
3.2.1. <i>Le prestazioni del veicolo</i>	56
3.2.2. <i>Il Total Cost of Ownership</i>	57
3.2.3. <i>I costi di produzione</i>	61
3.2.4. <i>Le potenziali criticità del downsizing</i>	61
3.3. La relazione tra costi, valore e <i>downsizing</i> nell' <i>automotive</i> : un'indagine qualitativa.....	64
3.4. La relazione tra costi, valore e <i>downsizing</i> nell' <i>automotive</i> : un'indagine quantitativa.....	67
3.4.1. <i>Prezzi e prestazioni a confronto: motorizzazioni sovralimentate e aspirate</i>	68

3.4.2. Interpretazione del differenziale di prezzo tra varianti sovralimentate e aspirate	74
3.4.3. Analisi di regressione multipla su prezzo e caratteristiche prestazionali delle automobili.....	75
3.4.4. Significatività dei risultati	79
3.4.5. Applicazione dei risultati.....	80
3.4.6. Alcuni approfondimenti sul censimento	86
3.4.7. Analisi di regressione multipla sull'intero data set	88
IV. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI.....	90
4.1. I principali risultati dell'indagine.....	90
4.2. La relazione tra <i>downsizing</i> e costi sostenuti dall'OEM.....	92
4.3. Possibili sviluppi futuri	93
BIBLIOGRAFIA	96
SITI CONSULTATI.....	99
RINGRAZIAMENTI.....	102

INTRODUZIONE

Il presente lavoro si colloca nell'ambito degli studi che affrontano la tematica della relazione tra la riduzione delle dimensioni di prodotti e componenti e i relativi costi di produzione. In particolare, spinti dalle leggi di crescita dei costi proposte da Ehrlenspiel et al. (2007) e facendo ricorso a dati pubblici, si è cercato di verificare se e in quale misura la soluzione progettuale del *downsizing* nel settore *automotive* fosse in grado di promuovere dei risparmi sui costi sostenuti dai produttori. Successivamente, la complessità del prodotto automobile ci ha portato ad estendere il *focus* dell'indagine alle implicazioni del *downsizing* in termini di *Total Cost of Ownership* (TCO) e di valore creato per l'utente finale.

La relazione tra dimensione e costi è una problematica affrontata principalmente dalla letteratura di stampo ingegneristico. I contributi analizzati per la realizzazione del presente lavoro individuano una relazione inversa tra le dimensioni dell'*output* e l'entità di tre principali elementi di costo, rappresentati dalle materie prime, le lavorazioni e le attività di *setup*. Le specifiche relazioni matematiche che descrivono il comportamento di ciascuno di questi costi sono state costruite in seguito allo svolgimento di indagini sul campo e analisi statistiche riferite a un ampio spettro di prodotti e componenti.

Come già accennato, l'indagine quantitativa che costituisce il fulcro del lavoro prende in esame il fenomeno del *downsizing* in ambito *automotive*, inteso come la progettazione di motori dalla cilindrata ridotta abbinati a sistemi di sovralimentazione che consentono di ridurre le emissioni e i consumi di carburante nonché di sviluppare prestazioni confrontabili, o addirittura superiori, a quelle di propulsori aspirati con cilindrata superiore. Lo specifico fenomeno oggetto di studio può essere individuato nell'effetto che questa particolare soluzione progettuale esercita sul rapporto costi/valore percepito dall'utente finale e sui costi di produzione unitari sostenuti dal produttore. Dal punto di vista metodologico, l'indagine ha comportato la raccolta e l'analisi dei dati relativi al prezzo di listino, al peso in ordine di marcia, alla potenza e ai consumi di 29 modelli di auto alimentati a benzina e proposti sul mercato italiano con motorizzazione sia aspirata sia sovralimentata. Tale censimento è stato poi suddiviso in due *data set* (uno relativo alle auto con motore aspirato, l'altro relativo alle auto con motore sovralimentato), con l'obiettivo di realizzare due distinte regressioni multiple aventi come variabile dipendente il prezzo di listino e come variabili indipendenti le caratteristiche prestazionali sopracitate più due variabili di comodo. I risultati di questa indagine sono stati utilizzati per stimare dei valori di prezzo depurati delle differenze qualitative esistenti tra le auto-

vetture, in modo tale da poter rispondere alla seguente domanda: quale sarebbe il prezzo dei modelli aspirati se questi presentassero le medesime caratteristiche qualitative di quelli sovralimentati? Da questi valori di prezzo si è infine passati alla stima dei costi di produzione sostenuti dalle case automobilistiche. È opportuno evidenziare fin da ora che le simulazioni svolte nel lavoro non tengono conto delle implicazioni tecniche legate alla modifica delle prestazioni dei veicoli e che, dunque, dovrebbero essere validate da ulteriori ricerche e approfondimenti.

Le implicazioni logiche dell'indagine quantitativa realizzata sono principalmente due. In primo luogo i risultati suggeriscono che, nell'ambito del censimento, le varianti sovralimentate presentano un rapporto costi/performance più favorevole, pertanto si potrebbe dedurre che se il valore percepito dal cliente dipende da tale rapporto, la versione sovralimentata evidenzia un migliore rapporto costo/valore rispetto a quello delle auto con motorizzazione aspirata. Conseguentemente, ipotizzando che i produttori e i distributori ottengano margini non troppo dissimili dalla vendita delle due tipologie di veicoli si ha che, dato un certo *target* di caratteristiche prestazionali da offrire al cliente, il *downsizing* costituisce un'alternativa progettuale che tende a ridurre i costi di produzione. Tuttavia, i dati a disposizione non ci hanno consentito di studiare la relazione diretta esistente tra riduzione della cilindrata del motore e relativi costi di produzione

Il primo capitolo del lavoro si focalizza sul tema della gestione dei costi nella fase di *New Product Development* (NPD) e si pone l'obiettivo di individuare le principali iniziative manageriali adottabili nell'ambito di tale processo per migliorare il rapporto costi/valore dei prodotti in corso di sviluppo. Dopo aver fornito una definizione per il processo nella sua interezza e per ciascuna delle fasi in cui esso si articola, la trattazione intende far luce sulla valenza strategica della fase di NPD ai fini della gestione dei costi (paragrafo 1.1). Successivamente, il paragrafo 1.2 si propone di sintetizzare le caratteristiche generali, le fasi e i vantaggi del *Target Costing*, un sistema di pianificazione del profitto e di gestione dei costi utile per trasmettere al team di sviluppo la pressione competitiva che l'azienda è chiamata ad affrontare nel mercato del prodotto e in quello dei capitali.. Il paragrafo 1.3 propone una sintesi dei principali svantaggi del *Target Costing* e degli approcci proposti da Davila e Wouters (2004) per la sostituzione o integrazione di tale processo nell'ambito del NPD. Infine, il paragrafo 1.4 riassume le caratteristiche delle principali tecniche di supporto al *Target Costing* per la previsione delle conseguenze e dei *trade-off* tipici delle decisioni di progettazione e sviluppo, ossia

l'Activity Based Costing/Management, il Life-cycle Costing ed il Total Cost of Ownership.

Il primo paragrafo del secondo capitolo entra nel merito della relazione tra *downsizing* e costi di produzione, fornendo una sintesi delle leggi di crescita dei costi proposte da due importanti contributi della letteratura ingegneristica (Ehrlenspiel et al. (2007), Pahl e Beitz (1996)). Il paragrafo 2.2 si concentra sulle implicazioni del *downsizing* in termini di gestione dei costi, avendo cura di specificare come tale soluzione progettuale può inserirsi nell'ambito delle iniziative manageriali trattate nel capitolo precedente. Infine, il terzo paragrafo esamina due ordini di implicazioni che il *downsizing* produce sul calcolo dei costi, relative alla *cost estimation* e all'allocazione dei costi di *setup* agli oggetti di costo nell'ambito di un sistema *Activity Based Costing*.

Il terzo capitolo del lavoro è incentrato sul *downsizing* nel settore *automotive* e si apre con la disamina delle condizioni di contesto che hanno portato alla diffusione di questa filosofia progettuale, delle sue principali caratteristiche tecniche e della rilevanza che ha assunto all'interno del settore. Il paragrafo 3.2 offre una sintesi degli effetti che il *downsizing* produce su prestazioni, *Total Cost of Ownership* e costi di produzione del veicolo, avendo cura di specificare alcune delle sue potenziali criticità. Il paragrafo 3.3 si avvale di un caso concreto per chiarire meglio il fenomeno oggetto di studio, proponendo un'indagine qualitativa dell'operazione di *downsizing* condotta sulla Volkswagen Toucan Ecofuel. Infine, il paragrafo 3.4 espone la metodologia, i risultati e i limiti dell'indagine quantitativa sopracitata, realizzata con l'obiettivo di studiare la relazione tra costi, valore e *downsizing* nell'*automotive*. Le sezioni del capitolo che si propongono di affrontare gli aspetti tecnici dell'argomento sono state scritte avvalendosi di dati e informazioni tratte da interviste svolte a due manager di aziende di componentistica *leader* nel settore *automotive* e ad un esperto accademico in materia di ingegneria industriale.

Il capitolo conclusivo, dopo aver fornito una sintesi della metodologia, dei principali risultati e dei limiti delle indagini sopracitate, propone delle considerazioni conclusive sulla relazione tra *downsizing* e costi sostenuti dall'OEM, per poi andare ad individuare alcuni possibili spunti di riflessione per eventuali ricerche future sull'argomento.

I. IL COST MANAGEMENT NEL PROCESSO DI SVILUPPO NUOVI PRODOTTI

Il presente capitolo è il risultato di una ricerca bibliografica focalizzata sul tema della gestione dei costi nell'ambito del processo di sviluppo di nuovi prodotti.

Il primo paragrafo intende descrivere il processo di *New Product Development* ed analizzare il grado di efficacia delle attività di cost management realizzate al suo interno.

Il secondo paragrafo propone una sintesi di differenti contributi in materia di *target costing*, mentre il terzo paragrafo espone i problemi che possono affliggere tale iniziativa manageriale nonché alcune delle soluzioni proposte per porvi rimedio. Il quarto paragrafo, infine, riassume i principali connotati delle tecniche di supporto al *target costing* per la gestione dei costi di prodotto nell'ambito delle attività di progettazione e sviluppo.

1.1. Il processo di sviluppo nuovi prodotti

Lo sviluppo di nuovi prodotti (o *New Product Development*, NPD) è un processo aziendale, composto da numerose attività di natura decisionale¹, il cui obiettivo è quello di trasformare un'opportunità di mercato in un prodotto o un servizio da offrire ai clienti. Sebbene questo processo assuma dei connotati differenti non solo tra aziende diverse ma anche nell'ambito della stessa organizzazione con il passare del tempo, esso presenta, tipicamente, alcune problematiche comuni da affrontare. Nel processo di sviluppo di un prodotto tangibile, ad esempio, è necessario definire il *concept*, l'architettura ed il *design* del prodotto, selezionare le materie prime ed i processi di lavorazione necessari alla sua realizzazione nonché risolvere problematiche di carattere distributivo².

Il NPD è il processo da cui dipende la redditività futura dell'azienda. Lo sviluppo di versioni migliorate o sostitutive dei prodotti o dei servizi esistenti, infatti, è un'attività necessaria per mantenere costante o incrementare nel tempo il livello dei ricavi di vendita aziendali e potrebbe persino essere alla base di un totale capovolgimento della performance dell'impresa. Del resto, l'attività di progettazione e sviluppo influenza la capacità dei nuovi prodotti di attrarre e fidelizzare i clienti essendo direttamente legata ad

¹ Con questa espressione si intende far riferimento al fatto che, nell'ambito del processo di NPD, il *team* incaricato di ideare e progettare il nuovo prodotto deve affrontare numerose problematiche di carattere decisionale (si pensi ad esempio all'individuazione dei principi di funzionamento del prodotto, alla selezione delle materie prime che lo compongono o dei processi produttivi attraverso i quali esso sarà realizzato). Per una sintesi delle varie attività di carattere decisionale che compongono il processo di NPD, si veda il sottoparagrafo 1.1.1.

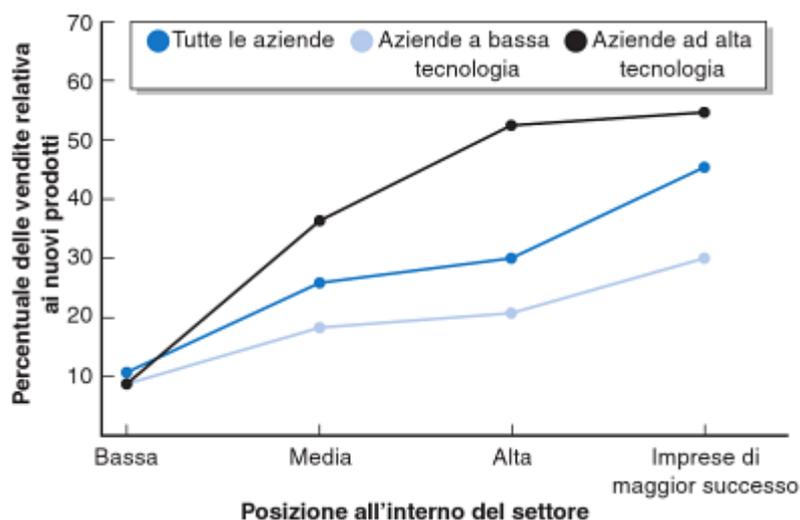
² Krishnan e Ulrich, 2001.

aspetti critici quali le prestazioni tecniche, la sofisticazione tecnologica e il lancio tempestivo dei prodotti stessi. La rilevanza strategica del NPD tende ad aumentare quanto più il mercato in cui l'azienda opera è interessato da cambiamenti delle preferenze dei clienti, dall'evoluzione della tecnologia e dall'incremento della concorrenza interna ed estera, tendenze che caratterizzano quasi tutti i settori economici³.

Cooper (1995) fa notare come, soprattutto a partire dagli anni '90, le attività di R&S siano divenute una delle principali fonti di vantaggio competitivo, con la conseguenza che, in molte aziende, i sistemi di controllo manageriale si sono progressivamente orientati verso il monitoraggio di questo processo critico.

La Figura I-1, esplicitativa dell'importanza dei nuovi prodotti, evidenzia l'incidenza media delle vendite relative ai prodotti sviluppati negli ultimi cinque anni sui ricavi aziendali in funzione della posizione competitiva delle imprese. In media, nelle aziende caratterizzate da una posizione di leadership, i nuovi prodotti pesano per circa il 50% dei ricavi di vendita. Nelle aziende high-tech⁴ i nuovi prodotti assumono un'importanza ancor più determinante, mentre nelle imprese di minor successo tale percentuale si riduce a poco più del 10%.

Figura I-1. - *Incidenza dei prodotti sviluppati negli ultimi cinque anni sui ricavi aziendali in funzione della posizione competitiva delle aziende*



Fonte: tratto da Winer, 2013.

³ Davila e Wouters, 2004; Kotler, 2004; Winer, 2013.

⁴ Con aziende ad alta tecnologia si intende far riferimento a realtà produttive il cui *core business* è rappresentato dalla progettazione, produzione e commercializzazione di prodotti innovativi dal punto di vista tecnologico (Winer, 2013).

Al tempo stesso, lo sviluppo di nuovi prodotti si qualifica come un processo complicato, costoso e rischioso⁵. Pertanto, le caratteristiche stesse del NPD fanno notare quanto un'attenta pianificazione, gestione e controllo del processo siano cruciali per salvaguardare la sopravvivenza a lungo termine dell'azienda.

1.1.1. Le fasi del processo di progettazione e di sviluppo di nuovi prodotti

Per fornire un'idea della complessità del NPD, può essere utile far riferimento alle fasi e alle attività che caratterizzano la progettazione e lo sviluppo di un nuovo prodotto tangibile. Osservando il processo nella sua prospettiva tecnica, è possibile individuare le seguenti fasi principali⁶:

1. La pianificazione del prodotto (*planning and clarifying the task*);
2. La definizione del *concept* del prodotto (*conceptual design*);
3. La definizione dell'architettura e del *design* del prodotto (*embodiment design*);
4. La progettazione dettagliata (*detail design*).

Non sempre è possibile distinguere le suddette fasi in modo chiaro: ad esempio, la definizione del *concept* potrebbe comportare la necessità di prendere alcune decisioni inerenti alla struttura del prodotto. È anche possibile che le fasi non si susseguano in modo strettamente lineare, ma che sia necessario revisionare una o più attività a monte in funzione delle informazioni emerse più a valle nel processo.

Il NPD prende avvio con la fase di pianificazione, in cui si forma l'idea del prodotto. L'idea può provenire da fonti interne (dipendenti, alta direzione, etc) o esterne all'azienda (clienti, concorrenti, etc) o, ancora, dall'utilizzo di tecniche creative nell'ambito delle riunioni del team di sviluppo⁷. In ogni caso, affinché la pianificazione del prodotto abbia successo, è necessario tener sempre conto della situazione in cui versa l'azienda, il mercato in cui questa opera e l'economia generale. Una volta definita la proposta di prodotto, è necessario raccogliere delle informazioni sui requisiti che esso dovrà essere in grado di soddisfare, sui vincoli attuali e sulla loro importanza. L'output di questa prima fase è rappresentato dalla lista dei requisiti (*requirements list*), il documento su cui si baseranno le successive fasi di sviluppo del prodotto.

Per definire il *concept* del prodotto o soluzione di principio, il team di sviluppo astrae gli aspetti e i problemi principali della proposta di prodotto per individuare dei principi di funzionamento appropriati e combinarli in una struttura di prodotto funzionale. In

⁵ “Secondo la stampa e i libri di testo il tasso di fallimento va dal 67% all'80%” (Winer, 2013).

⁶ Pahl e Beitz, 1996.

⁷ Kotler, 2004.

questo senso, la definizione del *concept* potrebbe richiedere lo svolgimento di una prima selezione delle materie prime e di un'analisi approssimativa delle tecnologie applicabili. Le soluzioni di principio proposte possono essere rappresentate in modo schematico (ad esempio, attraverso un albero delle funzioni) e devono essere valutate sulla base di criteri tecnico-economici ed in relazione alla loro capacità di soddisfare le richieste contenute nella lista dei requisiti. Krishnan e Ulrich (2001) includono nella progettazione concettuale anche la definizione delle caratteristiche dei servizi connessi al prodotto e dell'assistenza post-vendita.

Durante la terza fase il team di sviluppo, partendo da un concetto, determina l'architettura, ossia lo schema che suddivide le funzioni del prodotto tra i vari componenti, ed il *design* del prodotto. Al termine di quest'attività, è opportuno effettuare una valutazione della fattibilità economico-finanziaria del progetto.

Nell'ambito della progettazione dettagliata, il team di sviluppo chiarisce la disposizione, le forme, le dimensioni, le tolleranze e le proprietà delle superfici di tutti i componenti, individua nel dettaglio le materie prime da utilizzare, valuta le alternative di lavorazione percorribili e produce vari documenti tecnici, rendendo possibile un'accurata stima dei costi di produzione. Gli output di questa fase sono rappresentati dalla distinta base del prodotto e dalle istruzioni ed i documenti di produzione.

In seguito il processo di sviluppo prosegue con la selezione dei fornitori, la progettazione del sistema distributivo e la costruzione di uno o più prototipi per il *testing* del prodotto, per terminare con il lancio in produzione⁸.

La gestione delle attività di NPD comporta anche la risoluzione di problematiche di natura organizzativa, come la definizione del budget e la misurazione della performance del processo.

Innanzitutto, la direzione deve determinare l'entità delle risorse da destinare allo sviluppo del nuovo prodotto. In virtù dell'incertezza che caratterizza i risultati del processo, molte aziende utilizzano dei criteri convenzionali per adempiere a questo compito, destinando alle attività di ricerca e sviluppo una percentuale prefissata dei ricavi di vendita o cercando di replicare lo sforzo di investimento sostenuto dai concorrenti⁹. Evidentemente, l'appropriata determinazione del budget per lo sviluppo di un nuovo prodotto è uno dei presupposti alla base del successo del prodotto stesso.

⁸ Krishnan e Ulrich 2001.

⁹ Kotler, 2004.

Per quanto riguarda il secondo problema, è evidente che il progressivo incremento dell'entità delle risorse dedicate al NPD e, più in generale, alle attività di ricerca e sviluppo, ha reso più pressante l'esigenza di monitorare l'efficacia e la produttività di questi processi¹⁰. Per far fronte a questa necessità, la letteratura sull'argomento¹¹ ha proposto, nel corso degli anni, approcci di misurazione di stampo quantitativo-monetario, quantitativo non monetario e qualitativo (tabella I-1).

Tabella I-1. – *Possibili indicatori di performance delle attività di R&S*

Misure quantitativo-monetarie	Misure quantitative non monetarie	Misure qualitative
Percentuale delle vendite relativa ai nuovi prodotti o servizi; Quota di mercato dei nuovi prodotti o servizi; Costruzione di indici specifici: – $\frac{\text{Profitti dei nuovi prodotti al lordo delle spese in ReS}}{\text{Spese in R\&S}}$ – $\frac{\text{Ricavi dei nuovi prodotti}}{\text{Spese in R\&S}}$	<i>Time to market;</i> <i>Time to first sales;</i> Misure di processo (output ed input del processo di R&S).	Analisi delle reazioni dei clienti ai prototipi dei prodotti; Questionari di <i>customer satisfaction</i> .

Fonte: Davila e Wouters, 2007

Le altre attività di natura organizzativa comprendono l'individuazione delle responsabilità e la definizione di un sistema premiante per i dipendenti coinvolti nel processo di NPD¹².

1.1.2. I costi impegnati ed i costi sostenuti

Il processo di NPD, essendo composto da attività di carattere decisionale, assume una rilevanza strategica anche con riferimento alla gestione dei costi che l'azienda sosterrà lungo l'intero ciclo di vita del prodotto.

Gli studi compiuti in diversi settori economici suggeriscono che una frazione significativa dei costi totali di prodotto, in alcuni casi fino all'80-90%, sia definita nelle fasi che precedono la produzione¹³. Prasad (1997) sostiene che, in genere, al termine della fase di *conceptual design* (par. 1.1.1.) il team di sviluppo abbia definito circa il 70% dei costi totali di prodotto. Al contrario, i costi effettivamente sostenuti nelle prime due fasi di sviluppo del prodotto sono piuttosto contenuti, cosicché le modifiche introdotte sono

¹⁰ Giannetti e Marelli, 2013.

¹¹ Davila e Wouters, 2007.

¹² Kotler, 2004; Krishnan e Ulrich, 2001.

¹³ Anderson, 2007; Marelli, 2009.

poco onerose, ma possono influenzare significativamente i costi che l'azienda sosterrà lungo il ciclo di vita del prodotto.

La figura I-2 rappresenta l'andamento della percentuale cumulata dei costi sostenuti e impegnati nelle fasi che contraddistinguono il ciclo di vita del prodotto. La percentuale di costi sostenuti è piuttosto contenuta nelle fasi che precedono la produzione¹⁴, ma aumenta a tassi elevati non appena il prodotto viene introdotto sul mercato, a causa del sostenimento dei costi monetari (salari e stipendi, acquisto di materie prime etc) e non monetari (quote di ammortamento di fattori produttivi pluriennali) connessi alla realizzazione e commercializzazione del prodotto. Allo stesso tempo, nelle fasi di progettazione il team di sviluppo definisce l'architettura, il *design* e le dimensioni del prodotto, stabilisce la disposizione, le forme, le dimensioni e le tolleranze di tutti i componenti e seleziona le materie prime ed i processi di lavorazione da utilizzare, impegnando circa l'80-90% dei costi che l'azienda sosterrà lungo il ciclo di vita del prodotto.

Figura I-2. - *L'andamento dei costi sostenuti e impegnati*



Fonte: tratto da Berliner e Brimson, 1991.

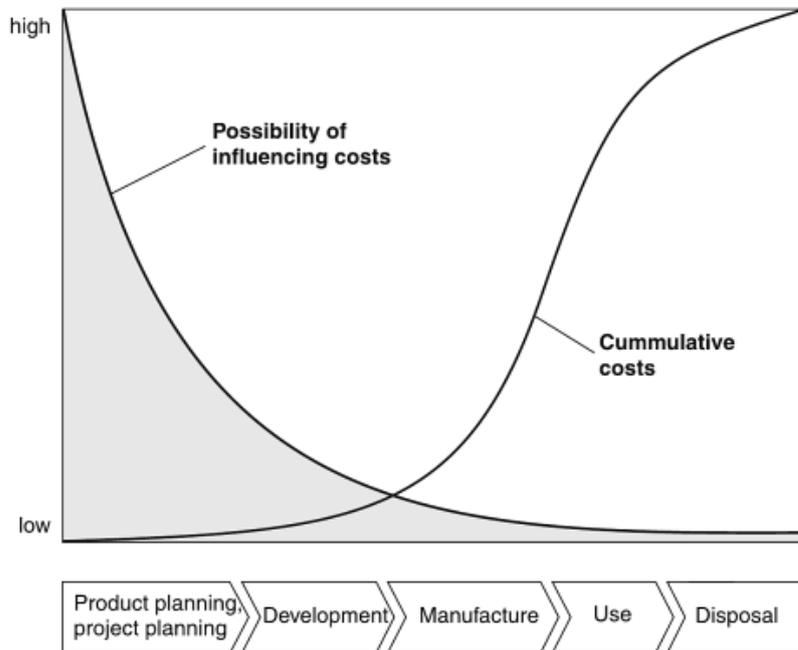
Pertanto, come suggerito dalla figura I-3, la possibilità di influenzare i costi e la redditività del prodotto mostra un trend decrescente. Il cost management è più efficace ed incisivo nelle fasi di progettazione e sviluppo, ossia quelle in cui la percezione dei futuri costi di prodotto è molto bassa, a causa del limitato ammontare dei costi sostenuti¹⁵. Per questa ragione, ai fini della gestione dei costi nelle fasi iniziali del ciclo di vita del pro-

¹⁴ I costi sostenuti nelle fasi di progettazione e sviluppo si riferiscono principalmente alle retribuzioni corrisposte ai dipendenti coinvolti nel progetto, ma possono comprendere anche i costi di produzione dei prototipi, i materiali di consumo e le quote di ammortamento dei fattori produttivi pluriennali impiegati in queste attività.

¹⁵ Ehrlenspiel et al., 2007.

dotto, assumono estrema importanza le tecniche di *cost estimation* di cui si parlerà nel secondo capitolo.

Figura I-3. – La possibilità di influenzare i costi lungo il ciclo di vita del prodotto



Fonte: tratto da Ehrlenspiel et al., 2007.

La tabella I-2 rappresenta una legge empirica formulata con riferimento ai costi collegati all'introduzione di modifiche al prodotto nelle varie fasi del suo ciclo di vita.

Tabella I-2. - Il prezzo del cambiamento: the "Rule of Ten"

Fase di sviluppo	Tipico costo di una modifica
Definizione del <i>concept</i>	1 \$
Progettazione del prodotto	10 \$
<i>Testing</i> del prodotto	100 \$
Progettazione del processo	1.000 \$
Lancio in produzione	10.000 \$

Fonte: Ehrlenspiel et al., 2007; Lanzara, 2011.

Il costo di una modifica cresce esponenzialmente lungo il ciclo di vita del prodotto, tanto che un cambiamento introdotto in seguito al lancio in produzione risulta essere, a causa delle maggiori risorse investite, 10.000 volte più oneroso di un cambiamento a livello di *concept*.

Pertanto, anche tenendo conto delle eventuali riduzioni di costo conseguibili mediante l'effetto apprendimento e le economie di scala o di volume, il cost management assume maggior rilevanza strategica nelle fasi che precedono la produzione del prodotto. Del resto, gestire i costi in fase di progettazione anziché in seguito al lancio in produzione

del prodotto consente di beneficiare delle riduzioni di costo fin dalla prima unità di output realizzata¹⁶.

Tuttavia, la realizzazione di iniziative di cost management in fase di progettazione e sviluppo di nuovi prodotti comporta, tipicamente, una dilatazione temporale del processo ed un incremento dei costi ad esso imputabili. Occorre, pertanto, trovare un punto di equilibrio tra i due effetti discordanti causati dalla stessa attività: l'incremento dei costi riconducibili al processo di sviluppo e la riduzione dei costi sostenuti nelle fasi successive del ciclo di vita del prodotto.

A tal riguardo, Ehrlenspiel et al. (2007) fanno notare che, in genere, le attività di cost management possono essere utilmente applicate nello sviluppo di prodotti ad alto costo realizzati su commessa (ad esempio, prodotti con elevate dimensioni) e di prodotti a basso costo realizzati in grandi quantità. Gli stessi autori sostengono che nello sviluppo di prodotti a basso costo realizzati su commessa, il modo più economico di condurre il processo sia quello di portarlo a termine nel modo più veloce possibile, sfruttando le conoscenze e l'esperienza derivante da progetti simili.

Pertanto, ridurre il personale impiegato nelle attività di NPD può non rappresentare una buona tattica per ridurre i costi di prodotto. Al contrario, in presenza di prodotti suscettibili di generare costi elevati nel corso del loro ciclo di vita, è opportuno costituire un team composto da personale qualificato che sia in grado di coprire i propri costi utilizzando tecniche di cost management utili per incrementare la redditività dei prodotti stessi¹⁷.

1.2. Il Target Costing

Nei sottoparagrafi 1.1.2. e 1.1.3. sono state chiarite le possibilità ed i limiti del cost management nell'ambito del processo di sviluppo nuovi prodotti. Il presente paragrafo intende far luce sulle caratteristiche generali (sottoparagrafo 1.2.1.), le fasi (sottoparagrafo 1.2.2.) ed i vantaggi (sottoparagrafo 1.2.3.) del *Target Costing*, un processo utile al controllo e alla prevenzione dei costi nell'ambito del NPD.

1.2.1. Generalità

Il *target costing* è un sistema di pianificazione del profitto e di gestione dei costi che assicura che i prodotti e i servizi in fase di sviluppo soddisfino i requisiti di prezzo e di

¹⁶ Davila e Wouters, 2004.

¹⁷ Ehrlenspiel et al., 2007.

marginale economico atteso determinati dall'azione delle forze competitive nel mercato del prodotto e nel mercato dei capitali¹⁸.

Il *target costing* si qualifica come un processo interfunzionale¹⁹ di prevenzione dei costi e di pianificazione del profitto guidato dal prezzo, orientato alla soddisfazione del cliente e focalizzato sulla progettazione e sviluppo, ossia su quella fase responsabile della determinazione della frazione più significativa dei costi totali dei nuovi prodotti o servizi. Il *target cost* (o costo obiettivo) è quella grandezza, individuata nell'ambito del processo di *target costing*, che identifica il costo massimo che l'azienda può sostenere lungo l'intero ciclo di vita del nuovo prodotto/servizio per soddisfare sia le aspettative dei clienti, sia quelle dell'alta direzione. Il *target cost* non è rappresentato da una configurazione di costo univoca: è possibile che, nella sua determinazione, aziende diverse considerino elementi di costo differenti in relazione al grado di sofisticazione del loro sistema di contabilità analitica²⁰.

La relazione tra costo, prezzo e *target profit* che caratterizza il processo di *target costing* è sintetizzata dalla seguente equazione:

$$\text{Costo} = \text{Prezzo} - \text{Target Profit}$$

Applicando il *target costing*, l'azienda decide di vincolarsi sull'entità del prezzo in fase di progettazione e sviluppo del nuovo prodotto/servizio impegnandosi, al tempo stesso, a conseguire il margine economico desiderato dall'alta direzione. Pertanto, queste due variabili vengono considerate come indipendenti, mentre la variabile dipendente è rappresentata dai costi, i quali devono essere gestiti in modo tale da soddisfare le richieste dei clienti e del soggetto economico²¹.

Al *target costing* si contrappone il *cost-plus pricing*, l'approccio alla determinazione del prezzo fondato sui costi del prodotto, sintetizzato dalla seguente equazione:

$$\text{Prezzo} = \text{Costo} + \text{Target Profit}$$

Le condizioni di contesto legate all'applicazione dei due approcci sono riportate nella tabella I-3.

¹⁸ Ansari et al., 2007.

¹⁹ Il processo del *Target Costing* dovrebbe essere gestito da un team interfunzionale composto da: la ricerca e lo sviluppo prodotto, il marketing, gli approvvigionamenti, la produzione ed il controllo di gestione (Marelli, 2009).

²⁰ Ansari et al. 2007; Cooper e Slagmulder, 1999; Marelli, 2009.

²¹ Ansari et al., 2007; Marelli, 2009.

Tabella I-3. - Condizioni di contesto per l'applicabilità degli approcci Target Costing e Cost-Plus Pricing

<i>Target Costing</i>	<i>Cost-Plus Pricing</i>
Aziende che operano in mercati molto concorrenziali, con notevole differenziazione dell'offerta e prodotti con ciclo di vita breve	Aziende caratterizzate da un'elevata forza competitiva e che dispongono di considerevoli margini di manovra sui prezzi di vendita

Fonte: Marelli, 2009.

1.2.2. Le fasi del Target Costing

Il *Target costing* si compone di tre fasi principali²²:

1. *Market-Driven Costing*: individuazione del margine di profitto desiderato dal soggetto economico, delle aspettative dei clienti e del prezzo che questi sono disposti a pagare per il prodotto/servizio;
2. *Product-Level Target Costing*: determinazione del costo accettabile e del costo correntemente ottenibile, con conseguente individuazione del *target cost* del nuovo prodotto/servizio;
3. *Component-Level Target Costing*: decomposizione del *target cost* del nuovo prodotto/servizio a livello di singole componenti, trasferimento delle informazioni di costo obiettivo alla produzione.

Il *target costing* prende avvio con la determinazione degli obiettivi di vendita e di profitto di lungo periodo dell'azienda. L'efficacia dell'intero processo è influenzata in maniera significativa dalla credibilità di questi obiettivi e dalla possibilità di conseguirli. Per questa ragione, è importante che il management formuli gli obiettivi di lungo periodo in seguito ad un'accurata analisi di tutte le informazioni rilevanti allo scopo e che approvi soltanto piani realistici. Gli obiettivi di vendita e di profitto costituiscono la base per la determinazione del *target profit* del prodotto, che deve essere definito in modo tale da garantirne il raggiungimento²³.

Sempre nella prima fase del processo, i responsabili di marketing individuano, attraverso apposite ricerche di mercato, le esigenze e le aspettative dei potenziali clienti e, in funzione di queste, le proprietà e le caratteristiche del prodotto/servizio da realizzare, nonché il prezzo che i primi sono disposti a pagare per quest'ultimo. Tipicamente, nella determinazione del *target price* vengono prese in considerazione le seguenti variabili²⁴:

- I possibili prezzi della concorrenza per prodotti/servizi simili;

²² Cooper e Slagmulder, 1999; Marelli, 2009.

²³ Cooper e Slagmulder, 1999.

²⁴ Ehrlenspiel et al., 2007; Marelli, 2009.

- Il valore che il cliente attribuisce alle nuove funzioni del prodotto/servizio;
- Le caratteristiche dei clienti.

La fase del *product-level target costing* si apre con la determinazione del costo accettabile, definito come la differenza tra il prezzo di vendita che i clienti sono disposti a pagare per il nuovo prodotto/servizio ed il margine economico desiderato dall'alta direzione. Attraverso il costo accettabile, l'azienda trasmette al team di sviluppo la pressione competitiva che essa è chiamata ad affrontare nel mercato del prodotto e in quello dei capitali.

Ad inizio progettazione, i responsabili del sistema contabile procedono alla stima del costo correntemente ottenibile, ossia di quel costo che l'azienda sosterebbe per produrre il prodotto tenuto conto delle condizioni di partenza.

Il costo accettabile non prende in considerazione le capacità di riduzione dei costi del team interfunzionale cui è affidata la gestione del *target costing*. Pertanto, è possibile che l'azienda non riesca a ridurre il costo correntemente ottenibile entro i limiti del costo accettabile. In tutti quei casi in cui quest'ultimo è considerato irraggiungibile, è opportuno individuare, attraverso un processo di negoziazione, un *target cost* che sia al contempo conseguibile ed impegnativo (dunque inferiore al costo correntemente ottenibile)²⁵.

Nella fase del *component-level target costing*, il *target cost* del prodotto viene scomposto a livello di singolo componente in modo tale da trasmettere la pressione competitiva sopportata dall'azienda ai fornitori dei pezzi acquistati all'esterno²⁶.

Ehrlenspiel et al. (2007) propongono una procedura di individuazione dei *target cost* parziali composta dalle seguenti fasi:

- Scomposizione del *target cost* in relazione: ai costi delle funzioni d'uso del prodotto, ai costi sostenuti storicamente per ciascun componente o alla stima dei costi sopportati dalla concorrenza per ciascun componente;
- Modifica della suddivisione dei costi così ottenuta in funzione delle opportunità di riduzione di costo percorribili, per creare una struttura di costo nuova e vincolante.

Dopo aver definito il costo obiettivo di prodotto ed averlo scomposto in grandezze parziali, è necessario individuare delle soluzioni progettuali che consentano di ridurre il costo correntemente ottenibile entro i limiti del *target cost* mantenendo inalterato il valore

²⁵ Cooper e Slugmulder, 1999; Marelli, 2009.

²⁶ Cooper e Slugmulder, 1999.

creato per il cliente. A titolo esemplificativo, è possibile modificare il principio fisico di funzionamento, la forma o le dimensioni del prodotto o ancora sostituire le materie prime o i processi di produzione e assemblaggio originariamente selezionati con altri più economici ma ugualmente capaci di adempiere agli standard richiesti²⁷.

In seguito alla valutazione delle alternative proposte e alla scelta della soluzione desiderata, il processo di *target costing* termina con la trasmissione del progetto definitivo del prodotto e degli obiettivi di costo ai responsabili di produzione.

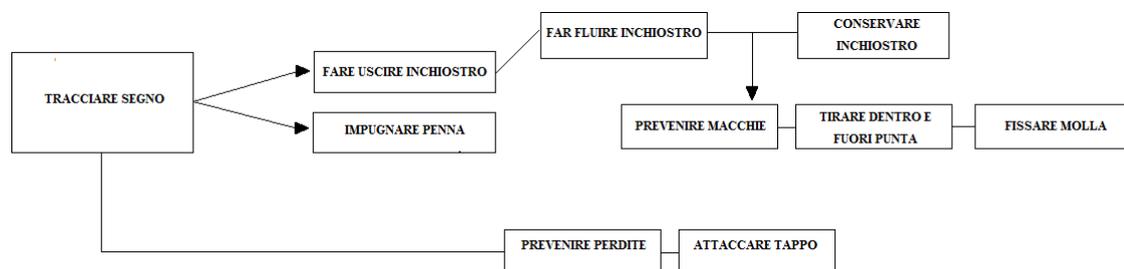
1.2.3. L'analisi funzionale

L'analisi funzionale è uno strumento che si basa sulla descrizione e sulla misurazione in termini monetari delle funzioni d'uso offerte dal prodotto. Essa, mettendo in relazione il valore delle funzioni d'uso per il cliente con il costo delle stesse, rappresenta uno strumento utile per individuare gli eventuali sottosistemi del prodotto caratterizzati da un rapporto costi/valore inadeguato. Tali sottosistemi costituiscono gli elementi sui quali intervenire in via prioritaria per ridurre il costo correntemente ottenibile e raggiungere, in tal modo, il *target cost* senza sacrificare il valore creato per il cliente²⁸.

L'analisi funzionale stimola la creatività del team di sviluppo focalizzando l'attenzione dei suoi membri sugli scopi del prodotto, piuttosto che su soluzioni concrete²⁹. In questo senso, può trovare applicazione nelle fasi di *conceptual design* e di *embodiment design* (paragrafo 1.1.1.) di un processo di NPD che segue l'approccio del *target costing*.

Il momento centrale dell'analisi funzionale è rappresentato dalla costruzione dell'albero delle funzioni, uno schema rappresentativo delle funzioni del prodotto nella loro logica successione (per un esempio si veda la figura I-4).

Figura I-4. - Albero delle funzioni di una penna ricaricabile



Fonte: Marelli, 2009

²⁷ Ehrlenspiel et al., 2007.

²⁸ Giannetti, 2013; Marelli, 2009.

²⁹ Ehrlenspiel et al., 2007.

La rappresentazione grafica è tipicamente affiancata da una tabella che, attraverso l'identificazione delle componenti necessarie allo svolgimento delle diverse funzioni d'uso, consente di individuare i costi correntemente ottenibili di ciascuna funzione e del prodotto nella sua interezza. All'interno di questa tabella vengono riportati anche i *target cost* parziali di cui si è parlato nel paragrafo precedente.

In presenza di una divergenza tra il costo correntemente ottenibile ed il *target cost*, prende avvio la ricerca ed identificazione delle alternative di miglioramento. Nell'ambito di questa fase, il team di sviluppo può seguire tre diversi percorsi³⁰:

- Modifiche alle caratteristiche morfologiche del prodotto: individuazione di nuove componenti e/o di nuovi materiali che consentano di offrire le medesime funzioni ad un costo più basso. A tal proposito, è possibile identificare un diverso principio fisico di funzionamento del prodotto con riferimento ad una o più funzioni d'uso³¹;
- Modifiche alle caratteristiche delle funzioni d'uso: riduzione, modifica o combinazione delle funzioni d'uso a parità di valore creato per il cliente finale;
- Modifiche al numero delle funzioni d'uso: intervento sulle funzioni d'uso che modifica il *concept* del prodotto, provocando un riposizionamento dello stesso sul mercato. Le funzioni d'uso possono essere ridotte o incrementate e, di conseguenza, il prodotto può essere spostato in un segmento di mercato che si caratterizza per prezzi di vendita più contenuti o più elevati.

L'analisi funzionale termina con la valutazione delle alternative di miglioramento proposte e la selezione di quella caratterizzata dal rapporto costi/valore desiderato.

In conclusione, e per sintetizzare i principali benefici derivanti dall'utilizzo dello strumento, è possibile affermare che l'analisi funzionale è utile per stimolare la creatività del team di sviluppo nella progettazione del prodotto e nella ricerca di soluzioni in grado di ridurre il costo correntemente ottenibile entro i limiti del *target cost*. Essa, inoltre, focalizzandosi sul rapporto costi/valore di ciascuna funzione d'uso, permette di gestire i costi di prodotto tenendo conto dell'impatto che tale attività esercita sulla soddisfazione del cliente.

1.2.4. I vantaggi del Target Costing

L'adozione del *target costing* può essere foriera di numerosi benefici.

³⁰ Marelli, 2009.

³¹ Ehrlenspiel et al., 2007.

Cooper e Slagmulder (1997, 1999) sostengono che tale processo contribuisca a far sì che l'azienda lanci soltanto prodotti redditizi³². Inoltre, la loro indagine sull'adozione del *target costing* da parte delle maggiori aziende manifatturiere giapponesi individua, tra i benefici apportati dal processo, il decremento del tempo di sviluppo dei nuovi prodotti, la riduzione dei costi totali e l'incremento della capacità delle imprese di sviluppare prodotti orientati al cliente.

Il *target costing*, con il supporto dell'analisi funzionale, rappresenta un'iniziativa manageriale utile per ridurre i costi di prodotto senza compromettere la capacità dell'azienda di creare valore sia per il cliente, sia in termini di risultati economico-finanziari soddisfacenti³³. In questo senso, esso è particolarmente utile se applicato nello sviluppo di prodotti per i quali il prezzo è un fattore competitivo di primaria importanza. In questi mercati, infatti, l'azienda ha scarsi margini di manovra nella determinazione del prezzo e la possibilità di lanciare prodotti redditizi appare vincolata alla sua capacità di progettare e produrre prodotti che offrano le funzionalità richieste dai clienti sostenendo costi contenuti³⁴.

Ehrlenspiel et al. (2007) propongono un ordine di grandezza per la riduzione dei costi conseguibile dall'applicazione del *target costing*, sostenendo che tale processo sia in grado di diminuire i costi di produzione del prodotto nella misura del 20-30%.

L'introduzione del *target costing* in azienda può anche risultare in un miglioramento della cooperazione tra i dipendenti appartenenti a diverse aree funzionali e, in particolare, tra gli ingegneri progettisti ed i responsabili del sistema di contabilità analitica³⁵.

1.3. Gli svantaggi del *Target Costing* e gli approcci alternativi per la gestione dei costi in fase di sviluppo

La gestione dei costi in fase di sviluppo è resa ancor più complicata dall'azione di due "forze"³⁶.

La prima forza è rappresentata dalla presenza di dimensioni competitive, quali l'innovazione tecnologica e la necessità di comprimere il *time to market* per anticipare o reagire tempestivamente alle mosse dei concorrenti, che vanno a limitare la capacità del team di sviluppo di dedicarsi alla gestione dei costi.

³² A tal proposito essi, al fine di incrementare il rigore della procedura, suggeriscono alle aziende di accantonare tutti i prodotti che non raggiungono il *target cost*.

³³ Giannetti, 2013.

³⁴ Davila e Wouters, 2007.

³⁵ Ansari et al., 2007.

³⁶ Davila e Wouters, 2004.

La seconda forza è rappresentata dalla difficoltà di enucleare l'impatto che le decisioni compiute nell'ambito del processo di NPD esercitano sull'entità dei costi indiretti (come i costi della logistica o del controllo qualità). Un'analisi di questo tipo – seppur necessaria per scongiurare l'eventualità che, nel tentativo di ridurre i costi dei singoli prodotti, si causi un incremento nell'entità dei costi indiretti – può risultare eccessivamente onerosa e problematica da realizzare.

Nei settori in cui l'azione di queste due forze è particolarmente pressante, l'applicazione del *target costing* può risentire di alcuni limiti e provocarne altri³⁷, quali:

- La focalizzazione dell'attenzione del team di sviluppo sui *cost driver* anziché su *revenue driver* particolarmente importanti per il successo del prodotto sul mercato (come il *time to market*, lo sviluppo tecnologico e la comprensione dei bisogni dei clienti);
- La dilatazione del tempo necessario allo sviluppo dei nuovi prodotti;
- La superficiale gestione dei costi indiretti causata dalla difficoltà di applicazione delle tecniche di supporto al *target costing*, come l'*Activity Based Costing*, il *Life-cycle Costing* ed il *Total Cost of Ownership* (paragrafo 1.4.), in contesti dinamici e complessi.

Altri potenziali problemi del *target costing*³⁸ comprendono la notevole pressione psicologica esercitata sui dipendenti, la possibile insorgenza di conflitti tra i responsabili e la difficoltà di reperire dal mercato le informazioni necessarie ad avviare il processo.

Davila e Wouters (2004) nell'ambito di un'indagine incentrata sulle aziende ad alta intensità tecnologica – ossia quelle in cui, secondo gli autori, l'azione delle due forze sopracitate è particolarmente significativa – hanno individuato degli approcci alternativi di gestione dei costi in grado di sostituire o integrare il *target costing* per porre rimedio ai suoi problemi. Le prime due proposte (sottoparagrafi 1.3.1. e 1.3.2.) cercano di rispondere alla necessità di introdurre considerazioni di cost management nell'ambito delle attività di sviluppo di nuovi prodotti senza distogliere, così facendo, l'attenzione del team da obiettivi di primaria importanza quali il *time to market* e le prestazioni tecniche del prodotto. Le altre proposte (sottoparagrafi 1.3.3. e 1.3.4.) affrontano il problema della

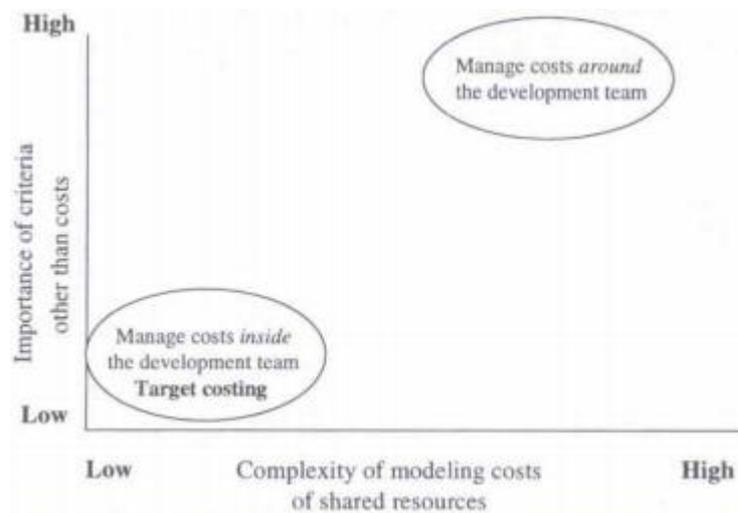
³⁷ Davila e Wouters, 2004.

³⁸ Marelli, 2009.

gestione dei costi indiretti in tutti quei casi in cui le tecniche di *cost modeling*³⁹ a supporto del *target costing* sono difficilmente applicabili.

Ciò che accomuna tutti gli approcci è l'idea di gestire i costi al di fuori del team di sviluppo, piuttosto che al suo interno (figura I-5).

Figura I-5. – *La gestione dei costi all'interno e all'esterno del team di sviluppo*



Fonte: tratto da Davila e Wouters, 2004.

1.3.1. Team paralleli per il cost management

Molte aziende cercano di introdurre criteri e considerazioni di costo nell'ambito del processo di NPD includendo dei *cost analyst* all'interno del team di sviluppo. Queste figure professionali sensibilizzano i progettisti sulla gestione dei costi e supportano il team nell'utilizzo e nell'interpretazione dei risultati di strumenti di *costing* come l'ABC, cercando di porre il cost management al centro dell'attenzione di tutti gli attori coinvolti nelle attività di sviluppo di nuovi prodotti. Il *target costing*, attraverso la costituzione di un team di natura interfunzionale, segue questa filosofia⁴⁰.

L'obiettivo di gestire i costi nelle prime fasi del ciclo di vita del prodotto può essere perseguito, in alternativa, facendo lavorare gli specialisti di cost management all'esterno ed in parallelo rispetto al team di sviluppo. Il team parallelo così formato non cerca di modificare le priorità dei membri del team di sviluppo, bensì si occupa di ottimizzare i sottosistemi del prodotto progettati da questi ultimi al fine di gestirne i costi⁴¹.

³⁹ Nell'ambito del processo di NPD, le tecniche di *cost modeling* rappresentano tutte quelle metodologie che consentono di stimare l'impatto delle decisioni prese in fase di progettazione sui costi delle risorse condivise, come quelle impiegate nell'ambito delle attività logistiche e di servizio post-vendita (Davila e Wouters, 2004).

⁴⁰ Marelli, 2009.

⁴¹ Davila e Wouters, 2007.

In questo senso, la costituzione di un team parallelo per il cost management potrebbe favorire un'efficace gestione tanto dei *revenue* quanto dei *cost driver* del prodotto.

1.3.2. Team per lo sviluppo di componenti modulari

La progettazione modulare è una filosofia di sviluppo di nuovi prodotti che fa leva sul concetto di componente o sottosistema modulare, ossia sull'utilizzo di elementi omogenei per la realizzazione di versioni distinte dello stesso prodotto o, addirittura, di prodotti diversi. I vantaggi ad essa associati sono molteplici, e comprendono la riduzione dei tempi e dei costi di sviluppo dei prodotti, il conseguimento degli effetti positivi legati all'apprendimento, alle economie di scala e di volume nella realizzazione dei componenti modulari, nonché la riduzione dei costi della complessità causati dalla varietà dei prodotti offerti⁴².

Ebbene, la gestione dei costi nel processo di NPD può avvenire nell'ambito di un team dedicato allo sviluppo di componenti modulari. Optando per questa soluzione, si realizza una netta separazione tra la progettazione dei sottosistemi cruciali per le prestazioni del prodotto e la progettazione dei sottosistemi di importanza secondaria. La prima è affidata al team di sviluppo principale che, in tal modo, ha la possibilità di concentrarsi sui fattori critici di successo del prodotto. La seconda è affidata al team per lo sviluppo delle componenti modulari, all'interno del quale la gestione dei costi può ricevere sufficienti attenzioni.

Questa soluzione, come la precedente, introduce il cost management nel processo di sviluppo di nuovi prodotti avvalendosi di un team parallelo rispetto a quello principale, mentre quest'ultimo ha la possibilità di dedicarsi pienamente alla gestione dei fattori critici per il successo del prodotto sul mercato.

1.3.3. Individuazione di strategie di cost management

L'individuazione di una strategia di cost management si traduce nella definizione di un obiettivo di riduzione di costo comune a tutti i prodotti in corso di sviluppo in azienda (ad esempio, ridurre o eliminare le attività manuali di finitura dei prodotti). In tal modo, le strategie di cost management focalizzano l'attenzione del personale attorno a tematiche giudicate di primaria importanza ai fini della gestione dei costi⁴³.

⁴² Ehrlenspiel et al., 2007; Lanzara, 2011.

⁴³ Davila e Wouters, 2004.

Le caratteristiche stesse di questo approccio lo rendono particolarmente utile per la riduzione dei costi generati dalle risorse condivise tra i vari prodotti, attività che spesso richiede un impegno generalizzato all'interno dell'azienda⁴⁴.

Pertanto, nel caso in cui particolari condizioni di contesto ne rendano l'applicazione complicata o incerta, la definizione di una strategia di cost management può integrare o sostituire l'utilizzo di tecniche, come l'ABC, in grado di produrre output informativi utili alla gestione dei costi indiretti in fase di sviluppo. Chiaro che, seguendo questo approccio, i costi indiretti verranno gestiti tramite l'imposizione di specifici limiti all'azione del team di sviluppo, piuttosto che mediante la costruzione di un modello che illustri le conseguenze delle decisioni prese in fase di progettazione⁴⁵.

1.3.4. Condivisione di componenti, processi produttivi e piattaforme tra prodotti diversi

Le altre iniziative utili per ridurre l'entità dei costi indiretti causati dalla complessità delle attività aziendali sono rappresentate dalla condivisione di componenti, processi produttivi e piattaforme tra prodotti diversi. Similmente a quanto detto con riferimento alle strategie di cost management, seguire uno o più di questi approcci significa porre dei limiti alle alternative che il *team* di sviluppo può prendere in considerazione nella progettazione del nuovo prodotto. Naturalmente, se da un lato un numero circoscritto di alternative percorribili può rendere il processo di NPD più semplice e rapido, dall'altro occorre tener conto del fatto che seguire una logica di questo tipo può limitare la capacità dell'azienda di concepire prodotti innovativi⁴⁶.

Tra i vantaggi di costo causati dalla condivisione delle componenti tra prodotti diversi è possibile comprendere:

- Le economie derivanti dalla lavorazione di maggiori volumi delle componenti condivise;
- Le migliori condizioni ottenibili dai fornitori per l'acquisto di maggiori quantità delle componenti condivise;
- La semplificazione dei processi amministrativi e di logistica in entrata.

⁴⁴ Davila e Wouters, 2007.

⁴⁵ Davila e Wouters, 2004.

⁴⁶ Davila e Wouters, 2004.

Similmente, la condivisione di processi produttivi tra prodotti diversi⁴⁷ può produrre significativi vantaggi di costo in termini di migliore specializzazione e apprendimento della manodopera e di semplificazione dell'attività di programmazione.

L'ultima iniziativa proposta da Davila e Wouters (2004) per ridurre l'entità dei costi indiretti nei contesti caratterizzati da significative difficoltà di applicazione delle tecniche di *cost modeling* è rappresentata dalla pianificazione di un processo di *platform sharing* che consenta di sviluppare differenti modelli di prodotto a partire dalla medesima piattaforma. Sebbene sviluppare una piattaforma comune a diversi prodotti possa comportare il sostenimento di maggiori costi nel breve periodo, nel medio-lungo termine tale iniziativa può causare, oltre ai vantaggi menzionati per la condivisione delle componenti, anche una significativa riduzione dei costi e dei tempi di sviluppo di nuovi prodotti.

1.4. Le tecniche di supporto al *Target Costing* per la gestione dei costi nel processo di sviluppo di nuovi prodotti

La sensibilità del team di sviluppo nei confronti della gestione dei costi può essere incrementata fornendo al personale informazioni di costo rilevanti, tempestive ed accurate. Naturalmente, come già puntualizzato nel paragrafo precedente, questa strada è percorribile fintanto che l'applicazione di tecniche di *cost modeling* in fase di sviluppo di nuovi prodotti non risulta eccessivamente complessa ed onerosa⁴⁸.

A tal fine, il *target costing* può essere sostituito, affiancato o integrato dall'utilizzo di tecniche, come l'*Activity Based Costing/Management*, il *Life-cycle Costing* ed il *Total Cost of Ownership*, in grado di mettere in luce le conseguenze ed i *trade-off* tipici delle decisioni di progettazione e sviluppo⁴⁹.

1.4.1. L'Activity Based Costing/Management

L'ABC è un sistema di calcolo dei costi fondato sulle attività aziendali. In questo senso, esso consente di misurare i costi delle risorse impiegate nello svolgimento delle attività nonché i costi delle attività richieste da oggetti di costo come il cliente, la linea di prodotto o il lotto di produzione. L'ABM costituisce la naturale evoluzione da un sistema di *cost accounting* ad un sistema di gestione dei costi che individua nelle attività e nei

⁴⁷ Questo obiettivo può essere raggiunto andando a posporre, ossia spostando più vicino al cliente, il punto in cui due o più prodotti vengono differenziati (Davila e Wouters, 2007).

⁴⁸ Davila e Wouters, 2007.

⁴⁹ Ansari et al., 2007; Giannetti e Marelli, 2013.

processi aziendali le leve fondamentali sulle quali agire per perseguire il miglioramento continuo della performance aziendale⁵⁰.

L'ABC, andando ad evidenziare le conseguenze delle decisioni di progettazione e sviluppo in termini di attività, accresce la consapevolezza degli elementi di costo che sorgono come effetto di queste. Pertanto, trascurando l'utilizzo di questo strumento nel processo di NPD una parte dei costi potrebbe rimanere nascosta fino al lancio in produzione del prodotto, con conseguenze evidenti sulla capacità del team di sviluppo di gestire tali costi in maniera proattiva⁵¹. In maniera analoga, l'ABC può favorire la comprensione delle implicazioni di costo derivanti dalla scelta di particolari prodotti/servizi nell'ambito delle alternative offerte da fornitori diversi⁵².

L'applicazione della logica ABM nello sviluppo di nuovi prodotti consente di prevenire, nelle fasi successive del ciclo di vita del prodotto, lo svolgimento di attività che non creano valore per i clienti, siano essi interni o esterni. In questo senso l'ABM, come il *target costing*, permette di gestire i costi tenendo conto della loro capacità di creare valore⁵³. Ray (1995) inoltre sostiene che l'ABM, mettendo in luce le attività di sviluppo che possono o devono essere ridotte o eliminate, possa costituire uno strumento utile alla razionalizzazione del processo di NPD.

Per queste ragioni, entrambi gli strumenti possono risultare utili per controllare i costi imputabili alle attività di sviluppo, gestire i *trade-off* tra gli obiettivi a queste associati e stimare gli effetti delle decisioni compiute nelle prime fasi del ciclo di vita del prodotto sui costi di produzione e commercializzazione dello stesso.

1.4.2. Il Life-cycle Costing

Il LCC è un approccio al calcolo dei costi basato sul ciclo di vita del prodotto. Esso, nella prospettiva dell'azienda produttrice, si concretizza nella stima dei costi legati all'ideazione, progettazione, sviluppo, produzione e commercializzazione di un prodotto⁵⁴.

L'integrazione del LCC nell'ambito del processo di *target costing* si fonda sulla necessità di rispettare gli obiettivi di costo nel corso dell'intero ciclo di vita del prodotto e, dunque, sull'esigenza di identificare in via preventiva i costi ad esso riconducibili nell'arco della sua esistenza. L'adozione di questo approccio all'interno del processo di

⁵⁰ Cinquini, 2008; Cinquini, 2009.

⁵¹ Giannetti e Marelli, 2013.

⁵² Ansari et al., 2007.

⁵³ Giannetti, 2013.

⁵⁴ Pitzalis, 2009.

NPD consente di focalizzare l'attenzione del management sugli effetti che le decisioni di progettazione e sviluppo producono, oltre che sui costi di produzione, sui costi legati alla commercializzazione del prodotto e all'erogazione di servizi complementari e/o dell'assistenza post-vendita⁵⁵. In questo senso, la stima dei costi che il prodotto genererà nell'arco della sua vita fornisce ulteriori input informativi in grado di orientare il processo di progettazione e sviluppo verso l'attività di cost management.

1.4.3. Il Total Cost of Ownership

Il TCO è al contempo una filosofia di acquisto ed una metodologia di calcolo dei costi tesa all'individuazione del costo complessivo connesso all'acquisto, possesso ed utilizzo di un determinato prodotto o servizio. Al suo interno vengono considerati i costi che l'acquirente sostiene prima (analisi dei preventivi, gestione dell'ordine), durante (prezzo di vendita, eventuali oneri accessori) e dopo l'acquisto del prodotto (ispezioni, utilizzo, manutenzione e smaltimento). Dal punto di vista tecnico, la stima di questi costi può essere realizzata con il supporto di un sistema ABC⁵⁶.

Il TCO, oltre che nei processi di acquisto dei fattori produttivi a fecondità semplice e ripetuta, può essere utilizzato nell'ambito delle attività di NPD. Con riferimento a quest'ultima applicazione, esso può essere osservato⁵⁷:

- Nella prospettiva del produttore: quale leva di marketing utile ad attrarre e fidelizzare i clienti;
- Nella prospettiva dell'acquirente: quale metodologia utile per includere nel processo decisionale che precede l'acquisto tutti gli elementi di costo rilevanti.

Pertanto, l'introduzione del TCO nel processo di sviluppo di nuovi prodotti suggerisce da un lato, di ridurre i costi che il cliente sostiene acquistando e facendo uso del prodotto e dall'altro di selezionare i fattori produttivi pluriennali, le componenti e le materie prime da utilizzare prendendo in considerazione una figura di costo più esplicativa del prezzo di acquisto. In questo senso, il TCO è più direttamente connesso alla gestione dei costi piuttosto che alla loro semplice determinazione.

⁵⁵ Giannetti e Marelli, 2013.

⁵⁶ Pitzalis, 2009.

⁵⁷ Giannetti e Marelli, 2013; Pitzalis, 2009.

II. LA RELAZIONE TRA *Downsizing* E COSTI DI PRODUZIONE

Il presente capitolo si propone di analizzare la relazione esistente tra la riduzione delle dimensioni di prodotti e componenti (*downsizing*) ed i relativi costi di produzione.

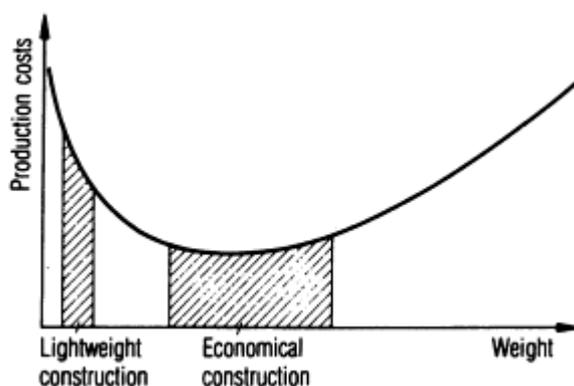
Il primo paragrafo riporta le leggi di crescita dei costi proposte sul tema dalla letteratura ingegneristica esaminata in questo lavoro. Il secondo e il terzo paragrafo intendono esaminare, rispettivamente, le principali implicazioni di queste relazioni in termini di gestione e di calcolo dei costi.

Sebbene le opere analizzate per la realizzazione del presente capitolo si concentrino esclusivamente sulla relazione tra *downsizing* e costi di produzione, sembra logico ipotizzare che tale soluzione progettuale sia in grado di influenzare anche altre figure di costo, come quella del *Total Cost of Ownership*⁵⁸.

2.1. La relazione tra dimensione e costi

Secondo Ehrlenspiel et al. (2007) l'effetto delle dimensioni del prodotto sui costi di produzione è tanto rilevante quanto quello esercitato dalla definizione del *concept* e dall'incremento del volume di produzione del prodotto. In particolare, come suggerito dalla figura II-1, il *downsizing* del prodotto, purché non portato all'estremo, si traduce in una riduzione dei costi di produzione dello stesso.

Figura II-1. – Relazione tipica tra costi di produzione e peso del prodotto



Fonte: tratto da Pahl e Beitz, 1996.

La minimizzazione del peso e delle dimensioni del prodotto implica il sostenimento di costi aggiuntivi nelle attività di progettazione, sviluppo e *testing* del prodotto e, in alcuni casi, può richiedere di mettere a punto processi produttivi particolarmente onerosi. In altre situazioni, il *downsizing* impone al team di sviluppo la scelta di materiali e compo-

⁵⁸ In relazione a questo aspetto si veda il sottoparagrafo 3.2.2 del presente lavoro, in cui si studia la relazione tra *downsizing* e TCO con riferimento al prodotto automobile.

nenti di maggiore qualità rispetto a quelli standard. Per esempio, la riduzione del diametro di un ingranaggio a parità di lavoro del componente in termini di pressione meccanica esercitata, può richiedere l'utilizzo di materiali più resistenti come l'acciaio indurito mediante cementazione⁵⁹.

Pertanto, portando il concetto *downsizing* all'estremo, l'entità di questi oneri può determinare una riduzione del peso del prodotto ma non dei suoi costi di produzione. Tuttavia, in genere è possibile individuare un'area di "*economical construction*", all'interno della quale l'azienda consegue un beneficio in termini di riduzione dei costi di produzione.

I sottoparagrafi che seguono si propongono di sintetizzare le leggi di crescita dei costi individuate da diversi autori mediante analisi statistiche riferite a un ampio spettro di componenti e sottosistemi di prodotti. Ciascuna legge verrà espressa come una funzione dell'indice di variazione dimensionale del prodotto φ_L , dove:

$$\varphi_L = \frac{L_1}{L_0}$$

con L_0 la lunghezza, il diametro o altra grandezza dimensionale di una certa variante del prodotto e L_1 la stessa misura riferita ad un'altra variante dello stesso artefatto tecnico, identico sotto il profilo funzionale⁶⁰.

Così, ad esempio, l'indice assumerà un valore di 5 se calcolato con riferimento a due varianti di uno stesso ingranaggio aventi diametro 250 e 1000 mm.

2.1.1. I costi delle materie prime

Il costo delle materie prime (MtC) può essere espresso come il prodotto tra il volume di materia impiegato nel processo produttivo (V) ed il suo costo per unità di volume (C_V):

$$MtC = V \cdot C_V$$

A parità di costo per unità di volume, il costo delle materie prime così calcolato cresce proporzionalmente al cubo dell'indice di variazione dimensionale del prodotto⁶¹. Tuttavia, in genere l'incremento del volume delle materie prime consumate si accompagna ad una riduzione del costo per unità di volume per effetto degli sconti quantità concessi dai fornitori. Ehrlenspiel et al. (2007) sostengono che, tenendo conto di questo fenomeno, i costi delle materie prime che debbono essere sostenuti per realizzare ciascuna unità di una particolare variante di un prodotto possano essere stimati, sulla base di quelli soste-

⁵⁹ Ehrlenspiel et al., 2007; Pahl e Beitz, 1996.

⁶⁰ Ehrlenspiel et al., 2007.

⁶¹ Ehrlenspiel et al., 2007.

nuti per realizzare la variante precedente dello stesso prodotto, utilizzando la seguente formula:

$$MtC_1 = MtC_0 \cdot \varphi_L^{2,4...3}$$

con:

MtC_1 : costo delle materie prime necessarie a produrre la variante 1 del prodotto;

MtC_0 : costo delle materie prime necessarie a produrre la variante 0 del prodotto;

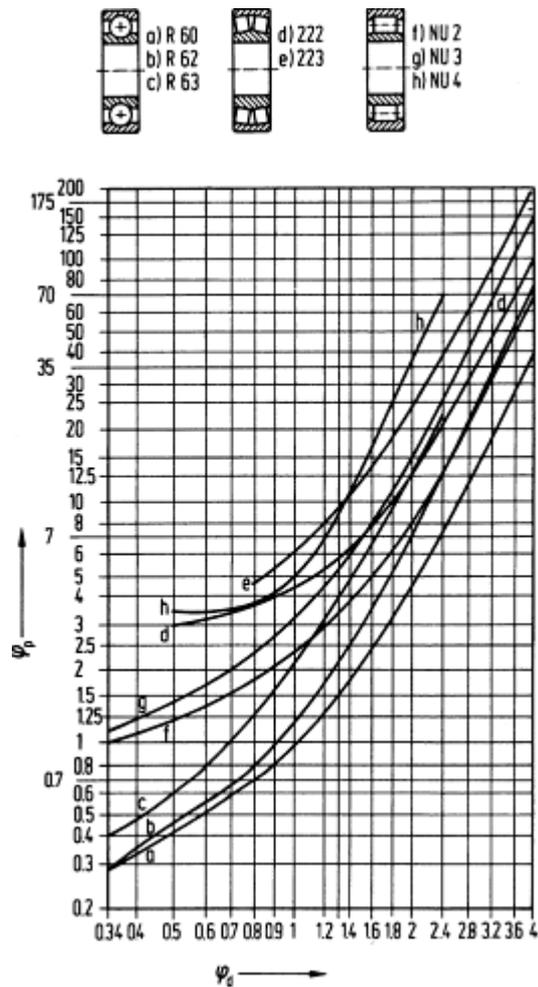
φ_L : indice di variazione dimensionale del prodotto.

Un'analisi sul campo⁶² ha confermato questa relazione, individuando un esponente pari a 2,4 per la variazione dei costi delle materie prime impiegate nella produzione di ingranaggi di piccole o medie dimensioni (\varnothing 50-200 mm), prodotti in maggiori quantità ed un esponente pari a 3 per gli ingranaggi di grandi dimensioni (\varnothing 600-1.500 mm), prodotti in quantità più contenute.

Inoltre, generalmente il prezzo delle materie prime e delle componenti acquistate all'esterno cresce all'aumentare delle loro dimensioni. A titolo esemplificativo, la figura II-2 mostra l'andamento del prezzo relativo (ordinata) di diverse tipologie di cuscinetti volventi al variare delle loro dimensioni (ascissa), prendendo come punto di riferimento un cuscinetto appartenente alla famiglia R 60 con diametro di 50 mm.

⁶² Ehrlenspiel et al., 1982.

Figura II-2. - *Andamento del prezzo di varie tipologie di cuscinetti volventi al variare delle loro dimensioni*



Fonte: tratto da Pahl e Beitz, 1996.

2.1.2. I costi delle lavorazioni

Pahl e Beitz (1996) individuano degli esponenti specifici da applicare all'indice φ_L per la stima dei costi connessi a diverse tipologie di attività produttive, basandosi sul tempo richiesto per il loro svolgimento (tabella II-1). Anche in questo caso, i costi unitari di lavorazione (P_{Ce}) di una particolare variante del prodotto vengono valutati in base ai costi sostenuti per la realizzazione di una variante precedente dello stesso.

Tabella II-1. - *Esponenti per il calcolo dei costi unitari di lavorazione relativi ad alcune attività produttive*

Attività produttiva	Esponente	Accuratezza
Assemblaggio	1	++
Fresatura	2	++

Attività produttiva	Esponente	Accuratezza
Levigatura	1,8	++
Perforazione	1	0
Ricottura di leghe metalliche	3	++
Saldatura	2	++
Tornitura	2	++

Fonte: Pahl e Beitz, 1996.

Legenda: ++ molto accurato; 0 sono possibili deviazioni significative.

Ehrlenspiel et al. (2007) sostengono che i costi delle lavorazioni di finitura crescano proporzionalmente all'area della superficie da processare (pari a φ_L^2), e che i costi delle lavorazioni preliminari crescano proporzionalmente al volume di materia da trattare (pari a φ_L^3).

Bronner (1996), diversamente, propone la seguente legge di crescita dei costi di lavorazione:

$$PCE_1 = PCE_0 \cdot \varphi_L^{1,8...2}$$

con:

PCE_1 : costo delle lavorazioni necessarie a produrre la variante 1 del prodotto;

PCE_0 : costo delle lavorazioni necessarie a produrre la variante 0 del prodotto;

φ_L : indice di variazione dimensionale del prodotto.

dove il limite minimo e massimo dell'esponente si riferiscono, rispettivamente, alla produzione di massa e alla produzione su commessa.

Per una stima approssimativa di questa categoria di costi, è altresì possibile applicare all'indice di variazione dimensionale un esponente pari a 2⁶³.

2.1.3. I costi di setup

Le dimensioni del prodotto influiscono anche sull'entità dei costi di *setup* (*PCs*). Per esempio, l'attrezzaggio di un macchinario sarà tanto più oneroso quanto più la materia prima da processare è ingombrante e pesante. A riguardo, basti pensare che lo spostamento di pezzi particolarmente grandi può comportare la necessità di utilizzare strumenti come carrelli elevatori o gru, con conseguente incremento dei tempi e dei costi imputabili all'attività di *setup*.

L'indagine condotta da Ehrlenspiel et al. (2007) sulla produzione di ingranaggi mostra che, in media, vale la seguente relazione:

⁶³ Ehrlenspiel et al., 2007.

$$PCs_1 = PCs_0 \cdot \varphi_L^{0,5}$$

con:

PCs_1 : costo delle attività di *setup* necessarie a produrre la variante 1 del prodotto;

PCs_0 : costo delle attività di *setup* necessarie a produrre la variante 0 del prodotto;

φ_L : indice di variazione dimensionale del prodotto.

In particolare, nell'ambito di questo studio l'esponente è sembrato crescere con le dimensioni degli ingranaggi, a partire da un valore di 0,14 (\varnothing 50-200 mm) per arrivare fino a 1,8 (\varnothing 1.000-1.500 mm).

Altre indagini suggeriscono che l'esponente vari tra un valore di 0 e 0,5⁶⁴, mentre Pahl e Beitz (1996) sostengono che i costi di *setup* possano essere considerati fissi rispetto alle dimensioni del prodotto.

2.2. Le implicazioni sulla gestione dei costi

Questo paragrafo si propone di analizzare le implicazioni del *downsizing* sulla gestione dei costi. In particolare, i sottoparagrafi che seguono intendono:

- Analizzare gli effetti che la variazione delle dimensioni del prodotto esercita sulla sua struttura di costo (2.2.1.);
- Esporre in maniera sintetica il *Value-based Cost Management System*, una metodologia utile per sfruttare le opportunità offerte dal *downsizing* in termini di ridefinizione della struttura del prodotto (2.2.2.);
- Specificare il “come” l'obiettivo del *downsizing* possa inserirsi nell'ambito delle iniziative manageriali trattate nel capitolo precedente (2.2.3.).

2.2.1. La struttura di costo del prodotto

La lettura integrata delle leggi di crescita dei costi introdotte nel paragrafo precedente consente di studiare l'andamento dei costi di produzione (MC) in funzione delle dimensioni del prodotto; dove:

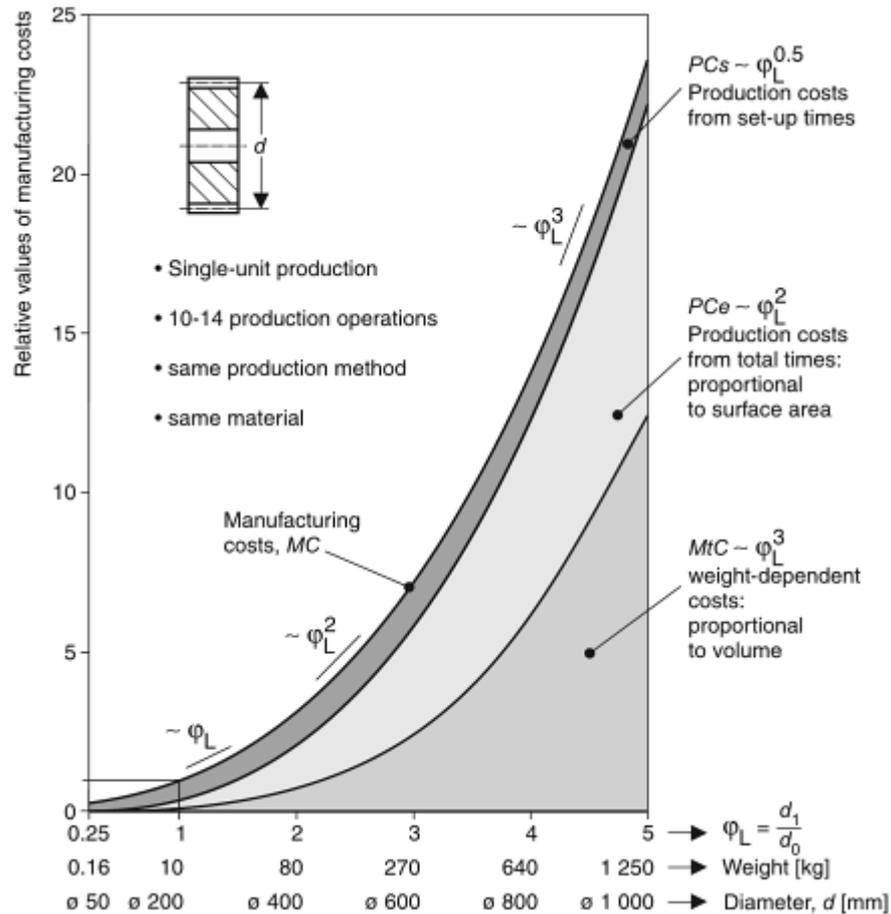
$$MC = MtC + PCe + PCs$$

La figura II-3 mostra, con riferimento alla produzione su commessa di ingranaggi, la relazione che intercorre tra i costi di produzione e le dimensioni in termini di diametro (mm) o peso (kg) del prodotto. Inizialmente i costi di produzione crescono lentamente e in modo proporzionale rispetto a φ_L ; tuttavia, procedendo verso destra lungo l'asse delle

⁶⁴ Ehrlenspiel et al., 2007.

ascisse, la derivata prima della funzione di costo diviene pari a φ_L^2 in corrispondenza degli ingranaggi di medie dimensioni (\varnothing 400-600 mm) ed, infine, pari a φ_L^3 in corrispondenza degli ingranaggi di grandi dimensioni (\varnothing 800-1.000 mm).

Figura II-3. - *Andamento dei costi di produzione al variare delle dimensioni di ingranaggi realizzati su commessa*



Fonte: tratto da Ehrlenspiel et al., 2007.

Questo fenomeno è causato dal cambiamento della struttura di costo del prodotto con il variare delle sue dimensioni. Nella produzione di ingranaggi di piccole dimensioni, i costi delle materie prime e quelli legati allo svolgimento delle attività produttive sono poco rilevanti; tuttavia i costi di *setup*, che variano proporzionalmente a $\varphi_L^{0,5}$, rivestono un peso rilevante nell'ambito della struttura di costo del prodotto, influenzando in modo significativo il tasso di crescita dei costi di produzione complessivi. Man mano che le dimensioni del prodotto aumentano la porzione dei costi maggiormente *size-dependent* diviene più significativa, causando un forte incremento della pendenza della funzione dei costi di produzione. Gli autori che hanno compiuto l'indagine sostengono che questo

particolare andamento della struttura di costo e dei costi di produzione complessivi sia generalmente valido anche per i prodotti realizzati in massa⁶⁵.

Da questo fenomeno discendono due importanti implicazioni in termini di gestione dei costi.

Innanzitutto, il forte impatto che le attività di progettazione esercitano sui costi di produzione mediante la determinazione delle dimensioni del prodotto⁶⁶ ha portato allo sviluppo di diverse filosofie progettuali finalizzate a ridurre l'entità (tabella II-2).

Tabella II-2. – *Le filosofie di progettazione finalizzate al contenimento delle dimensioni del prodotto*

<i>Small design</i>	<i>Lightweight design</i>	<i>Lean design</i>
Riduzione delle dimensioni del prodotto mediante l'introduzione di modifiche al suo <i>concept</i> (per esempio, cambiamento del principio di funzionamento del prodotto).	Contenimento del peso del prodotto attraverso la scelta di materiale più leggero e/o l'impiego di componenti ad alta resistenza in grado di sostituire, sul piano funzionale, componenti più grandi.	Riduzione del volume di materia prima impiegata senza modificare la struttura del prodotto né i materiali selezionati in origine (per esempio, mediante l'assottigliamento dello spessore di una lamiera).

Fonte: Ehrlenspiel et al., 2007.

In secondo luogo le dimensioni del prodotto, determinando la composizione dei costi di produzione, di fatto vanno a definire le leve a disposizione del management per la gestione dei costi nelle fasi successive alla progettazione. Così, ad esempio, le iniziative di razionalizzazione del processo produttivo e di contenimento dei costi legati alle materie prime assumeranno maggiore importanza nell'ambito della gestione dei costi dei prodotti di maggiori dimensioni.

2.2.2. *La ridefinizione della struttura del prodotto: il Value-based Cost Management System*

Talvolta, la riduzione delle dimensioni di determinati sottosistemi del prodotto non si accompagna ad un ridimensionamento del sistema nel suo complesso. In questi casi, il *downsizing* può offrire delle opportunità di ridefinizione della struttura del prodotto, andando a liberare spazio che potrà essere utilizzato per dotare il sistema di nuove funzio-

⁶⁵ Ehrlenspiel et al., 2007.

⁶⁶ A titolo esemplificativo, la figura II-3 mostra come un ingranaggio con diametro di 600 mm costi circa sette volte di più di un ingranaggio con diametro di 200 mm.

nalità o per potenziare quelle esistenti. Per esempio, il ridimensionamento del motore di un'automobile può permettere al team di sviluppo di impiegare lo spazio liberato nel vano motore per potenziare alcune componenti elettroniche o meccaniche⁶⁷. Le iniziative di cost management, infatti, possono portare anche all'incremento di alcuni elementi di costo fintanto che ciò si traduce in un miglioramento della capacità del prodotto di creare valore per il cliente e, conseguentemente, per l'azienda.

Il *Value-based Cost Management System* (VCMS)⁶⁸ è uno strumento utile per analizzare la relazione costi-valore e, dunque, per supportare l'attività di ridefinizione della struttura del prodotto. Il concetto di valore per il cliente adottato nel VCMS fa riferimento ai benefici da questo ottenuti (attributi del prodotto ed elementi culturali ad esso connessi) rispetto ai costi sostenuti nell'acquisto, possesso ed utilizzo del prodotto.

I benefici legati al consumo o all'utilizzo del prodotto vengono analizzati con l'ausilio di strumenti, come la *conjoint analysis*, che consentono di esprimere il contributo in termini percentuali di ciascun attributo alla creazione di valore per il cliente. Moltiplicando queste percentuali per i ricavi totali imputabili al prodotto, si ottiene, per ciascun attributo, una grandezza denominata "ricavo equivalente".

L'analisi della relazione costi-valore richiede altresì di ripartire i costi sostenuti dall'azienda in cinque categorie di attività:

- Attività a valore aggiunto per il cliente: legate alla realizzazione degli attributi del prodotto che creano valore per il cliente;
- Attività a valore aggiunto indiretto: legate alla realizzazione di output complementari al prodotto la cui assenza inciderebbe negativamente sulla soddisfazione del cliente;
- Attività a valore aggiunto futuro: legate allo sviluppo di nuovi prodotti o servizi;
- Attività a valore aggiunto amministrativo: necessarie per rispettare la legge o per supportare le attività aziendali;
- Sprechi: attività superflue ed eliminabili.

Il passo successivo consiste nell'individuazione del contributo percentuale di ciascuna attività a valore aggiunto alla creazione degli attributi del prodotto. Dalla moltiplicazione di queste percentuali per il costo della relativa attività si ottiene il costo sostenuto dall'azienda per la realizzazione di ciascun attributo. La somma di questi costi consente di individuare il costo delle attività a valore aggiunto per ogni attributo.

⁶⁷ Squatriglia, 2011 - <http://www.wired.com/2011/09/three-is-the-new-four-as-engines-downsize/>

⁶⁸ McNair et al., 2013.

L'output finale del VCMS è rappresentato dal *value multiplier* dell'attributo i , definito come:

$$VM_i = \frac{\text{Ricavo equivalente}_i}{\text{Costo delle attività a valore aggiunto}_i}$$

Un valore contenuto di questo indice è segnaletico di una scarsa capacità dei costi sostenuti di creare valore nonché di una potenziale situazione di criticità per la redditività aziendale. Un valore elevato del *value multiplier*, invece, potrebbe essere dovuto:

- Ad un ricavo equivalente elevato: se i costi sostenuti nelle attività a valore aggiunto necessarie alla realizzazione dell'attributo considerato creano molto valore per il cliente;
- Ad uno scarso ammontare del costo delle attività a valore aggiunto: nel caso in cui l'azienda abbia investito poche risorse nella realizzazione di quel particolare attributo.

In quest'ultimo caso, potrebbe essere opportuno aumentare gli sforzi dell'azienda nelle attività a valore aggiunto per incrementare la soddisfazione del cliente e, con essa, il valore del ricavo equivalente e del *value multiplier*.

Risulta chiaro, dunque, che il VCMS fornisce degli output informativi in grado di orientare le scelte dell'azienda che, in seguito al sottodimensionamento di particolari componenti o sottosistemi di prodotto, intenda potenziarne altri per rafforzare la propria capacità di creare valore.

2.2.3. Il downsizing nell'ambito delle iniziative di gestione dei costi in fase di sviluppo di nuovi prodotti

La possibilità di seguire la strada del *downsizing* può essere studiata nel corso dello sviluppo di nuovi prodotti indipendentemente da come le considerazioni di cost management vengono introdotte all'interno del processo.

Nell'ambito del *target costing*, il sottodimensionamento delle componenti che costituiscono il prodotto può costituire una soluzione utile a ridurre il costo correntemente ottenibile entro i limiti del *target cost*. In particolare, il *downsizing* può essere considerato come una tra le possibili modifiche alle caratteristiche morfologiche del prodotto, per il perseguimento di una riduzione dei costi di produzione a parità di funzioni offerte. Inoltre, l'utilizzo dell'ABC come tecnica di supporto al *target costing* può essere utile per stimare le conseguenze in termini di costi delle attività (lavorazioni e *setup*) causate dalla progettazione di un prodotto ridimensionato.

Il contenimento delle dimensioni delle componenti può trovare adeguate attenzioni anche all'interno dei team paralleli per il cost management o dei team dedicati allo sviluppo di componenti modulari⁶⁹, in quanto soluzione in grado di ottimizzare i sottosistemi di prodotto progettati dal team di sviluppo principale sotto il profilo dei costi di produzione.

Infine, il *downsizing* può essere affiancato ad altre iniziative utili alla gestione dei costi in fase di NPD, come l'individuazione di strategie di cost management e la condivisione di componenti, processi produttivi e piattaforme tra prodotti diversi⁷⁰. È questo il caso della versione Ecofuel della monovolume Volkswagen Touran, la quale, oltre ad essere stata oggetto di un intervento di *downsizing* che ha ridotto la sua cilindrata del 30%, è stata progettata sfruttando la medesima piattaforma della Volkswagen Golf e rifinita con alcuni dei suoi stessi materiali (sottoparagrafo 3.4.1).

2.3. Le implicazioni sul calcolo dei costi

Le leggi di crescita dei costi espone nel paragrafo 2.1 producono almeno due ordini di implicazioni sul calcolo dei costi relative, rispettivamente, alla *cost estimation* (sottoparagrafo 2.3.1) e all'allocazione dei costi di *setup* agli oggetti di costo nell'ambito di un sistema ABC (sottoparagrafo 2.3.2).

2.3.1. La cost estimation

Il calcolo preliminare dei costi di prodotto può essere svolto con un elevato grado di accuratezza soltanto quando l'attività di progettazione è giunta a termine, basandosi sulla distinta base e sugli altri documenti operativi di produzione. Tuttavia, l'efficace gestione dei costi di prodotto in fase di NPD può richiedere di stimare i costi più a monte nel processo, quando i documenti che costituiscono gli output della fase di progettazione dettagliata non sono ancora disponibili.⁷¹

Evidentemente, la stima dei costi di produzione in fase di sviluppo di nuovi prodotti è soggetta ad un *trade-off* tra tempestività e accuratezza: quanto prima la stima viene condotta, tanto più l'informazione di costo è tempestiva ma anche approssimativa, e viceversa. In genere il livello accettabile di approssimazione nella stima dipende dall'obiettivo di quest'ultima, che può essere rappresentato da:

- La verifica del raggiungimento del *target cost*;

⁶⁹ Davila e Wouters, 2004.

⁷⁰ Davila e Wouters, 2004.

⁷¹ Ehrlenspiel et al., 2007.

- La ricerca di opportunità di riduzione dei costi;
- L'elaborazione di informazioni a supporto della predisposizione di un preventivo.

Le leggi di crescita dei costi possono aiutare i *cost analyst* a raggiungere un compromesso tra tempestività e accuratezza nei processi di stima che riguardano prodotti simili da un punto di vista tecnico, ma differenti da un punto di vista dimensionale, ad altri già in produzione.

Per una stima rapida dei costi di produzione unitari può essere utilizzata la seguente legge generica, risultato di analisi statistiche riferite ad un ampio spettro di componenti e sottosistemi di prodotto:

$$MC_{1n} = \frac{PCs_0}{n} \cdot \varphi_L^{0,5} + PCe_0 \cdot \varphi_L^2 + MtC_0 \cdot \varphi_L^3$$

con:

MC : costi di produzione unitari;

n : dimensione del lotto di produzione

PCs : costo delle attività di *setup*;

PCe : costo delle lavorazioni;

MtC : costo delle materie prime;

φ_L : indice di variazione dimensionale del prodotto.

I pedici 0 ed 1 indicano, rispettivamente, il prodotto in produzione ed il prodotto del quale si stanno stimando i costi.

Per una stima più accurata, è possibile scomporre il fattore generico PCe_0 nelle diverse attività che compongono il processo produttivo del prodotto, per poi utilizzare l'esponente specifico di ciascuna di queste nel calcolo dei fattori moltiplicativi φ_L^x (tabella II-1)⁷².

2.3.2. L'allocazione dei costi di *setup* nel sistema *Activity Based Costing* (ABC)

In un sistema ABC l'allocazione dei costi indiretti agli oggetti di costo richiede di calcolare un *activity costing rate* dato dal rapporto:

$$ACR = \frac{\text{Costo totale dell'attività}}{\text{Quantità totale dell'activity driver selezionato}}$$

In seguito, la metodologia prevede di moltiplicare questo valore di costo unitario per la quantità di *activity driver* riconducibile a ciascun oggetto di costo. Pertanto, si capisce

⁷² Ehrlenspiel et al, 2007; Pahl e Beitz, 1996.

come la selezione degli *activity driver* sia in grado di influenzare in maniera significativa l'efficacia di un sistema ABC. Il problema della scelta del numero di *activity driver* è soggetto ad un *trade-off* tra accuratezza delle determinazioni di costo e complessità del sistema in termini di numerosità delle operazioni di raccolta e di elaborazione dei dati da porre in essere. Allo stesso tempo, la scelta della tipologia degli *activity driver* da utilizzare è guidata da considerazioni legate alla semplicità di reperimento dei dati, alla capacità dei parametri selezionati di esprimere il consumo effettivo delle attività da parte degli oggetti di costo e alle implicazioni comportamentali causate dalla scelta dei *driver*⁷³.

Sul piano qualitativo, è possibile distinguere tre tipologie di *activity driver*:

- *Transaction driver*: parametri che misurano la frequenza di svolgimento di un'attività (per esempio, numero di *setup*);
- *Duration driver*: parametri che misurano la durata di svolgimento di un'attività (per esempio, minuti di *setup*);
- *Intensity driver*: parametri che tengono conto del possibile cambiamento di intensità di impiego delle risorse nello svolgimento di attività relative a differenti oggetti di costo.

I *duration driver* dovrebbero essere preferiti ai *transaction driver* ogniqualvolta questi ultimi non siano in grado di cogliere la differenza nel volume delle attività richieste da oggetti di costo diversi. Gli *intensity driver*, invece, dovrebbero essere utilizzati in tutti quei casi in cui la diversa intensità di impiego delle risorse causa una variazione del costo per unità di tempo di un'attività al variare dell'oggetto di costo considerato⁷⁴.

Le leggi di crescita dei costi di *setup* (sottoparagrafo 2.1.3) suggeriscono di evitare l'utilizzo dei *transaction driver* nei processi di allocazione che coinvolgono prodotti con diverse caratteristiche dimensionali. Infatti, essendo i costi di *setup* proporzionali al tempo di svolgimento delle attività di *setup*⁷⁵, i prodotti con dimensioni maggiori richiederanno attività di supporto più *time-consuming* rispetto a quelle domandate dai prodotti con dimensioni più contenute. Inoltre, le attività di *setup* necessarie alla produzione di prodotti con dimensioni significative potrebbero richiedere l'utilizzo di un *mix* di risorse diverso da quello necessario allo svolgimento delle attività di supporto domandate dai prodotti con dimensioni più limitate. In tutti questi casi, l'accuratezza delle

⁷³ Cinquini, 2009.

⁷⁴ Cinquini, 2009.

⁷⁵ Ehrlenspiel et al., 2007.

determinazioni di costo richiede di privilegiare, per l'allocazione dei costi di *setup*, l'impiego di *duration* o *intensity driver* rispetto ai più economici *transaction driver*.

III. IL *DOWNSIZING* NEL SETTORE *AUTOMOTIVE*

Questo capitolo si focalizza sul fenomeno del *downsizing* nell'ambito del settore *automotive*. In particolare, dopo aver sintetizzato le condizioni di contesto che hanno portato alla diffusione di tale soluzione progettuale, le principali soluzioni tecniche in cui essa si concretizza, i suoi effetti su prestazioni, *Total Cost of Ownership* e costi di produzione dei veicoli e le sue potenziali criticità (paragrafi 3.1 e 3.2), ci si soffermerà sullo studio della relazione tra costi, valore e *downsizing* in termini sia qualitativi (paragrafo 3.3) sia quantitativi (paragrafo 3.4). I risultati delle indagini condotte, seppur con i limiti che avremo cura di evidenziare, suggeriscono che i veicoli interessati dal *downsizing* abbiano un miglior rapporto costo/valore percepito dal cliente rispetto alle loro controparti tradizionali.

3.1. La tendenza al *downsizing* nel settore *automotive*

Il presente paragrafo intende sintetizzare i principali caratteri del *downsizing* nel settore *automotive*, inteso come la progettazione di motori dalla cilindrata ridotta tipicamente abbinati a sistemi di sovralimentazione che consentono di ridurre le emissioni e i consumi di carburante e, allo stesso tempo, di sviluppare prestazioni confrontabili, o addirittura superiori, a quelle di propulsori aspirati con cilindrata superiore⁷⁶. Nei motori a benzina, il *downsizing* impone un cambiamento nella tecnologia di iniezione dal *Manifold Port Injection* (MPI) al *Gasoline Direct Injection* (GDI).

La cilindrata di un motore è un parametro di natura dimensionale e il suo contenimento si accompagna alla riduzione del numero o delle dimensioni di importanti componenti come cilindri, pistoni e bielle. Sembra dunque interessante verificare se, come previsto dalle leggi di crescita dei costi riportate nel capitolo precedente, la progettazione di un motore *downsized* permette al produttore di beneficiare di riduzioni nei costi di produzione.

I sottoparagrafi che seguono espongono in maniera sintetica le condizioni di contesto che hanno portato alla diffusione di questa filosofia progettuale (3.1.1), le sue principali caratteristiche tecniche (3.1.2 e 3.1.3) ed, infine, la rilevanza che essa ha assunto all'interno del settore *automotive* (3.1.4).

⁷⁶ Downsizing (meccanica), Wikipedia - [https://it.wikipedia.org/wiki/Downsizing_\(meccanica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Downsizing_(meccanica))

3.1.1. Le condizioni di contesto

La riduzione delle emissioni di CO₂ ed il conseguente miglioramento della *fuel economy* dei veicoli possono essere compresi tra gli obiettivi più sfidanti che l'industria automobilistica è chiamata a raggiungere negli anni a venire⁷⁷.

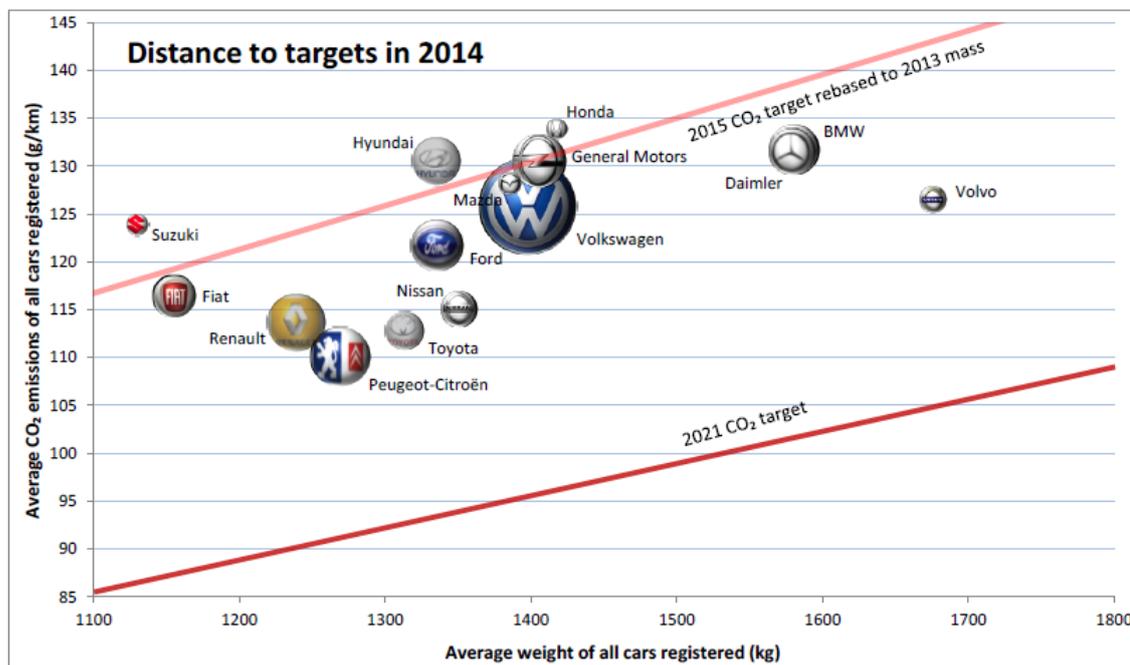
L'importanza dei veicoli leggeri quale fonte di inquinamento atmosferico ha spinto diversi organismi nazionali e sovranazionali ad imporre limiti più o meno stringenti alle loro emissioni inquinanti. Un esempio a riguardo è dato dai regolamenti europei che armonizzano i requisiti tecnici di emissione dei veicoli leggeri tra gli stati comunitari attraverso l'individuazione di standard sulle emissioni inquinanti. Il limite attuale alle emissioni medie di CO₂ per i veicoli nuovi nell'UE è pari a 130 g/km ma, a partire dal 2021, scenderà a 95 g/km⁷⁸. Gli standard europei impongono a ciascuna azienda produttrice di rispettare uno specifico *target* per quanto riguarda le emissioni medie di CO₂ dei propri veicoli, calcolate utilizzando come pesi le vendite di ciascun modello. Il limite attribuito a ciascuna casa automobilistica tiene conto del peso delle auto da questa prodotte e vendute: in particolare, all'aumentare di questo parametro aumenta il tetto massimo alle emissioni medie di CO₂ che il produttore è tenuto a rispettare⁷⁹.

⁷⁷ Engine Downsizing and Downspeeding, Autoelex - <http://autoelexblog.blogspot.it/2013/10/engine-downsizing-and-downspeeding.html>

⁷⁸ European Federation for Transport and Environment, 2015.

⁷⁹ EUR-Lex, 2015 - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=URISERV%3A128186> ; European Federation for Transport and Environment, 2015.

Figura III-1. - Target individuati per gli anni 2015 e 2021 e valori medi di emissioni di CO₂ delle diverse case automobilistiche al 2014



Nota: le dimensioni delle bolle riflettono l'entità delle emissioni di CO₂ di tutti i modelli venduti dal produttore.

Fonte: tratto da European Federation for Transport and Environment, 2015

La figura III-1 mostra il *gap* che ciascuna casa automobilistica deve colmare per ridurre le emissioni medie al di sotto del proprio limite entro l'anno 2021, evitando così la sanzione monetaria di 95 € per veicolo venduto che verrà applicata per ogni g/km di emissioni eccedente il *target*. Nel 2014, soltanto tre aziende (Honda, Hyundai e Suzuki) presentavano emissioni medie superiori a quelle massime contemplate dai loro limiti entrati in vigore nel 2015, mentre nessuno dei produttori aveva raggiunto il proprio *target* previsto per l'anno 2021. Sulla base dell'andamento storico delle emissioni medie delle diverse case automobilistiche, la *European Federation for Transport and Environment* (2015) stima che soltanto otto dei quindici produttori presenti nel grafico riusciranno a raggiungere il proprio *target* in tempo.

La necessità dei produttori di auto di contenere l'impatto ambientale dei propri prodotti si accompagna alla soddisfazione delle esigenze dei clienti, considerato che queste ultime sembrano essere sempre più orientate verso il miglioramento della *fuel economy* dei veicoli⁸⁰, come testimoniato anche dal successo di mercato delle auto ibride. A riguardo basti pensare alla Toyota, che in vent'anni è riuscita a vendere circa otto milioni di vei-

⁸⁰ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica leader nel settore *automotive*.

coli di questo tipo a livello mondiale, i quali, secondo le stime del produttore, avrebbero determinato un risparmio di circa 22 miliardi di litri di benzina⁸¹.

L'esigenza di contenere le emissioni di CO₂ e i consumi di carburante rappresenta uno stimolo fondamentale all'adozione della logica del *downsizing* nella progettazione di nuovi modelli di auto. In effetti, i motori sovralimentati con cilindrata contenuta sono in grado di soddisfare queste richieste e, allo stesso tempo, di esprimere prestazioni paragonabili, se non superiori, a quelle di motori tradizionali con cilindrata più elevata^{82 83}. Per un'esemplificazione sulle emissioni di CO₂ si veda la figura III-2, che illustra questo valore con riferimento a 29 modelli di auto proposti sul mercato italiano con motorizzazione sia sovralimentata sia aspirata (le autovetture sono riportate sull'asse delle ascisse per ordine decrescente della differenza delle emissioni di CO₂ tra la variante sovralimentata e quella aspirata). Per ciascun modello considerato l'introduzione di un sistema di sovralimentazione si è accompagnata a una riduzione della cilindrata del veicolo.

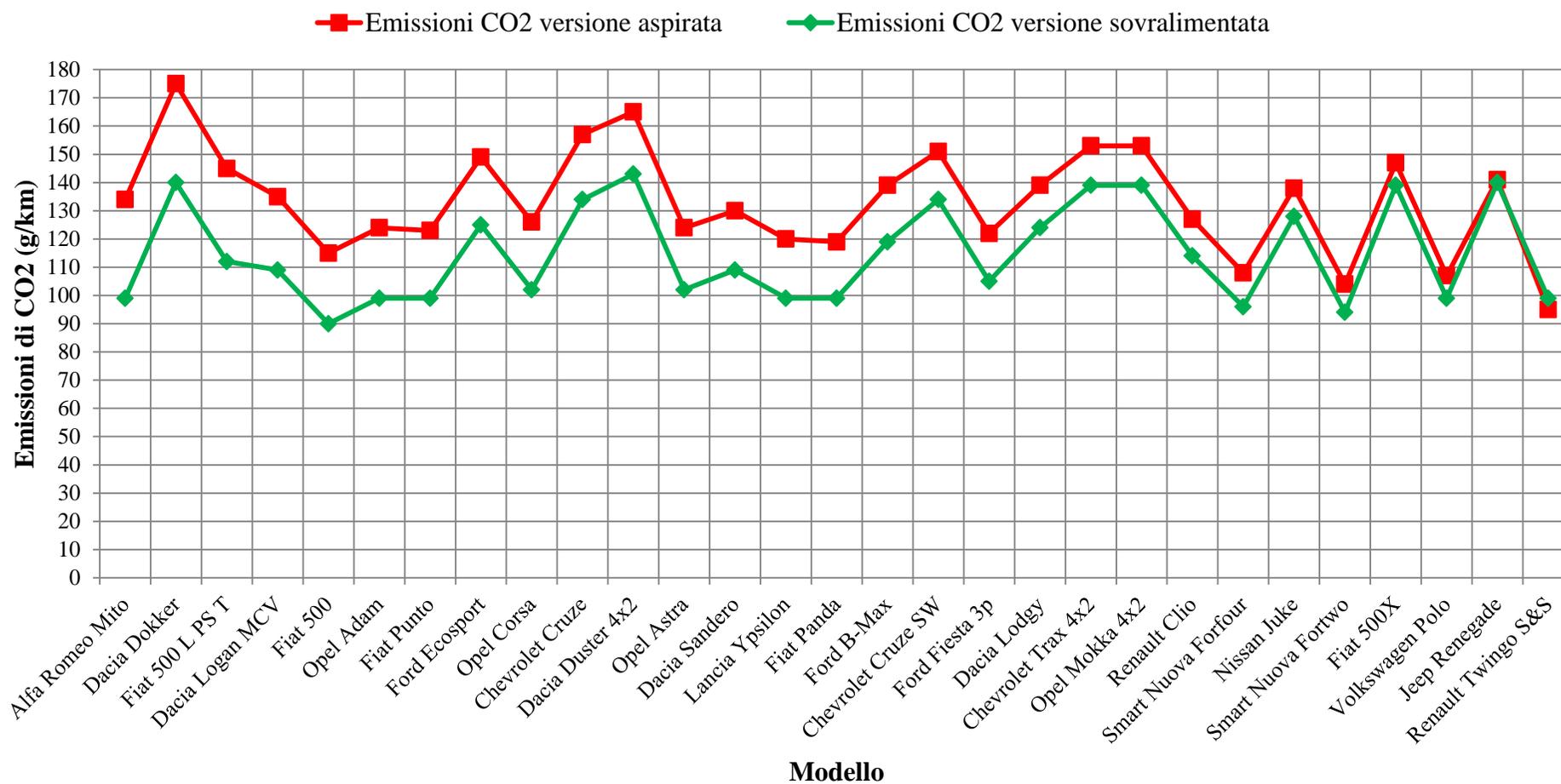
Per una sintesi delle future potenzialità del *downsizing* in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ delle autovetture, invece, si veda la figura III-7.

⁸¹ Il Sole 24 Ore, 22 Agosto 2015, p. 21.

⁸² Il Sole 24 Ore, 10 Marzo 2009, p. 21.

⁸³ Si veda la figura III-13.

Figura III-2. – Emissioni di CO₂ dei modelli di auto a benzina proposti con motorizzazione sia sovralimentata sia aspirata (listini di marzo e dicembre 2015)



Fonte: Elaborazione di dati tratti da Al Volante, anno 17, n. 3 e 12.

A titolo esemplificativo, la tabella III-1 riporta alcune informazioni relative alle dimensioni ed alle prestazioni un sovralimentato e un aspirato euro 5 a benzina di casa Renault.

Tabella III-1. - *Confronto delle prestazioni e delle dimensioni di un motore turbo ed uno aspirato a benzina*

	Renault K4M: 1.6 L turbo a benzina, euro 5	Renault F4R: 2.0 L aspirato a benzina, euro 5
Cilindrata (cm ³)	1.618	1.998
Numero di cilindri	4	4
Alesaggio cilindro (mm)	79,7	82,7
Corsa cilindro (mm)	81,1	93
Dimensioni motore (mm)	635 x 607 x 714	644 x 689 x 717
Peso motore (kg)	131	146
Potenza (kW)	147	147,5
Rapporto Potenza/Peso (kW/kg)	1,12	1,01

Fonte: Renault Powertrain - <http://www.powertrain.renault.com/>

Nella misura in cui la riduzione della cilindrata sia in grado di liberare spazio all'interno del vano motore, come nel caso riportato nella tabella III-1, il produttore avrà la possibilità di aggiungere nuove componenti o di modificare quelle esistenti per migliorare la struttura funzionale del veicolo. Nel sottoparagrafo 2.2.2 del capitolo precedente è stato presentato il *Value-based Cost Management System*, una metodologia potenzialmente in grado di fornire informazioni di supporto alla gestione di processi decisionali di questo genere.

3.1.2. La sovralimentazione tramite turbocompressore e compressore volumetrico

La sovralimentazione meccanica è la soluzione tecnica più utilizzata tra quelle che consentono ai motori di una data cilindrata di sviluppare prestazioni paragonabili a quelle di motori aspirati con cilindrata significativamente maggiore. Tale espediente incrementa la potenza sviluppabile da un motore comprimendo l'aria all'interno del collettore di aspirazione, in modo tale da immettere nei cilindri una quantità maggiore di miscela aria/carburante rispetto a quella che sarebbe possibile con la normale aspirazione. I principali sistemi di sovralimentazione meccanica di un motore a combustione interna sono il turbocompressore e il compressore volumetrico⁸⁴. Tra le due soluzioni tecniche, il turbocompressore è quella più comunemente adottata nell'ambito del *downsizing*⁸⁵. Ad ogni modo, per completezza di trattazione, questo sottoparagrafo si propone di sinte-

⁸⁴ Il compressore volumetrico, [meccanicaweb.it - http://www.meccanicaweb.it/Articoli/Tecnica-auto/compressore-volumetrico.html](http://www.meccanicaweb.it/Articoli/Tecnica-auto/compressore-volumetrico.html)

Sovralimentazione, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione>

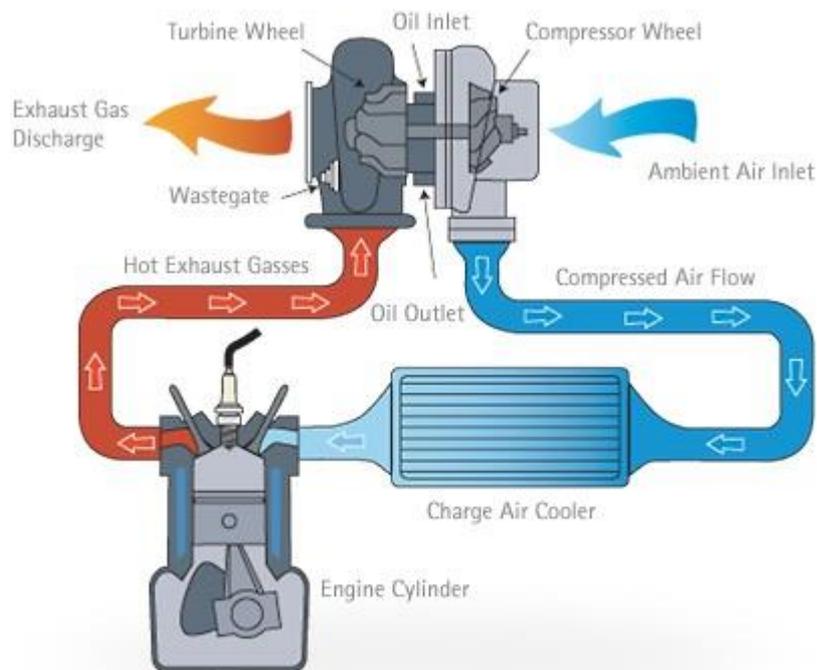
⁸⁵ Almeno con riferimento al censimento condotto nel presente lavoro.

tizzare il principio funzionamento e i principali vantaggi e svantaggi di entrambi i sistemi citati.

Dal punto di vista tecnico, il turbocompressore⁸⁶ si compone di due parti principali tra loro collegate: la turbina (o lato caldo), installata sui collettori di scarico, ed il compressore (o lato freddo). All'interno di entrambe queste sezioni è presente una girante, collegata all'altra da un piccolo albero metallico.

La girante di scarico, posizionata all'interno della turbina, viene messa in moto dall'espulsione dei gas di scarico formati all'interno dei cilindri, mentre la girante di aspirazione, posizionata all'interno del compressore, acquisisce la velocità angolare della prima grazie alla rotazione dell'albero metallico che le collega. Il moto della girante di aspirazione comprime i gas in entrata, facendo sì che nei cilindri venga immesso un volume di aria maggiore rispetto a quello che i pistoni riuscirebbero ad aspirare muovendosi verso il basso (figura III-3).

Figura III-3. - *Il principio di funzionamento del turbocompressore*



Fonte: tratto da engineerography.com

Pertanto, mediante l'utilizzo dell'energia dei gas di scarico, il turbocompressore crea aria compressa che, una volta raffreddata ed introdotta nei cilindri, consente di incre-

⁸⁶ Turbocompressore, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Turbocompressore> ; Honeywell Turbo Advantage, 2010 - <http://www.honeywellbooster.com/2010-paris-motor-show/pdfs/turbo-advantage.pdf>

mentare la potenza delle combustioni che avvengono all'interno delle camere di scoppio, a beneficio delle prestazioni sviluppabili dal motore in termini di coppia e potenza. Come verrà evidenziato nel sottoparagrafo 3.3.1, in molti casi di *downsizing* l'installazione di questo sistema sul motore di cilindrata ridotta ha permesso di sovracompensare lo svantaggio prestazionale legato alla minore capacità dei cilindri rispetto alla versione aspirata.

La logica di funzionamento del turbocompressore impone la necessità di seguire alcuni accorgimenti nella sua progettazione⁸⁷:

- La turbina deve essere costruita con materiali in grado di sopportare le alte temperature dei gas di scarico;
- Il sistema dovrebbe essere dotato di una valvola *wastegate*, in grado di controllare il flusso dei gas di scarico verso la turbina e dunque di evitare che la girante di scarico raggiunga velocità troppo elevate;
- Similmente, dovrebbe essere presente una valvola *pop-off* per la deviazione dell'aria compressa prodotta dall'inerzia rotazionale della girante di aspirazione.

Il compressore volumetrico assicura la compressione dell'aria all'ingresso del motore mediante la rotazione degli ingranaggi o dei lobi collocati al suo interno. L'azionamento del sistema è garantito da un collegamento meccanico (tramite cinghia o ruote dentate) o elettrico all'albero motore. Pertanto, il funzionamento del compressore volumetrico implica l'assorbimento di parte dell'energia sviluppata dal motore⁸⁸.

⁸⁷ Turbocompressore, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Turbocompressore>

⁸⁸ Wikipedia, Sovralimentazione tramite compressore volumetrico - https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione_tramite_compressore_volumetrico

Tabella III-2. - *Vantaggi e svantaggi del turbocompressore e del compressore volumetrico*

Turbocompressore	
Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> – Maggiore efficienza: il suo funzionamento non implica l'assorbimento di energia dal motore, poiché viene sfruttata quella residua dei gas di scarico; – Maggior rendimento massimo: riesce a migliorare le prestazioni massime del motore in modo più significativo rispetto al compressore volumetrico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Presenza del <i>turbo-lag</i>: ai bassi regimi di rotazione del motore si ha un ritardo nell'erogazione della potenza ed un rallentamento dell'uscita dei gas di scarico⁸⁹; – Minore affidabilità: rispetto al compressore volumetrico, è soggetto a maggiore stress termico e meccanico.
Compressore volumetrico	
Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> – Assenza del <i>turbo-lag</i>: il collegamento all'albero motore assicura una risposta più pronta ai bassi giri; – Maggiore affidabilità: rispetto al turbocompressore, è soggetto a minore stress termico e meccanico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Minore efficienza: il suo funzionamento implica l'assorbimento di parte dell'energia sviluppata dal motore; – Minor rendimento massimo: migliora le prestazioni massime del motore in modo meno significativo rispetto al turbocompressore.

Fonte: Turbocompressore, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Turbocompressore> ;
 Sovralimentazione tramite compressore volumetrico, Wikipedia -
https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione_tramite_compressore_volumetrico ;
 Sovralimentazione, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione>

Come desumibile dalla tabella III-2, alcuni dei vantaggi e degli svantaggi di turbocompressore e compressore volumetrico si compensano a vicenda. Per tale motivo, talvolta i due sistemi vengono integrati nello stesso motore, facendo lavorare il compressore volumetrico ai bassi giri del motore (per evitare il problema del *turbo-lag*) ed il turbocompressore agli alti giri (per la sua maggiore efficienza e rendimento massimo)⁹⁰. È questo il caso dei motori UB100 ed UB200 sviluppati nell'ambito del progetto *Ultra Boost for*

⁸⁹ Il turbocompressore è più performante agli alti regimi di rotazione del motore, quando è azionato da un flusso consistente di gas di scarico. Ai bassi regimi di rotazione la girante di aspirazione non riesce a raggiungere una velocità angolare significativa e, in assenza della valvola *wastegate*, il sistema può addirittura ostacolare la fuoriuscita dei gas di scarico. Perciò, i motori sovralimentati tramite turbocompressore risentono del fenomeno del *turbo-lag*, ossia di un ritardo nell'erogazione della potenza in seguito all'azione dell'acceleratore ai bassi giri.

⁹⁰ Sovralimentazione, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione>

Economy citato nel sottoparagrafo 3.2.1 e della versione sovralimentata del motore 1.4 di Volkswagen del quale si parlerà nel paragrafo 3.3 considerando il caso della Touran Ecofuel.

3.1.3. *Il downsizing nei motori a benzina: il passaggio dal sistema di iniezione MPI al GDI*

A differenza dei propulsori a *diesel*, in cui l'iniezione è una necessità, nei motori a benzina tale sistema di alimentazione rappresenta un'alternativa alla nebulizzazione per carburazione⁹¹. I meccanismi di iniezione moderni, ossia il *Manifold Port Injection* (MPI) o *Port Fuel Injection* (PFI) e il *Gasoline Direct Injection* (GDI), si caratterizzano per il controllo elettronico dell'iniezione e della regolazione del carburante da parte di un sistema computerizzato⁹². Sia il sistema MPI che il GDI vengono definiti "*Multi Point*" poiché si caratterizzano per la presenza di uno o più iniettori per cilindro; diversamente, nei sistemi "*Single Point*" un unico iniettore (o gruppo di iniettori) ha il compito di alimentare tutti i cilindri del motore⁹³. Nei propulsori a benzina, la sostituzione del carburatore con le tecnologie di alimentazione citate comporta un incremento della *fuel economy* e un miglior controllo delle emissioni del veicolo grazie alla regolazione elettronica dell'iniezione e alla migliore distribuzione del carburante tra i diversi cilindri⁹⁴. In questo senso, i sistemi MPI e GDI consentono, rispetto al carburatore, di ridurre la quantità di carburante necessaria per produrre il medesimo *output* in termini di potenza⁹⁵.

L'approccio convenzionale al *downsizing* sui motori a benzina combina l'installazione del turbocompressore con la tecnologia GDI e potrebbe comportare la necessità di modificare l'albero a camme del veicolo⁹⁶. Da qui l'importanza di far luce sulle principali differenze tra GDI e MPI per comprendere le implicazioni di questa soluzione progettuale in termini di costi di produzione unitari sostenuti dal produttore.

La differenza fondamentale tra le tecnologie MPI e GDI riguarda la posizione degli iniettori all'interno del motore: nella prima l'iniezione avviene all'interno del collettore di aspirazione, in cui si forma la miscela aria/carburante che entrerà nel cilindro in se-

⁹¹ Fuel Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_injection

⁹² Direct vs. Port Injection, The Chronicle Herald - <http://thechronicleherald.ca/wheelsnews/26226-direct-vs.-port-injection>

⁹³ Iniezione (motore), Wikipedia - [https://it.wikipedia.org/wiki/Iniezione_\(motore\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Iniezione_(motore))

⁹⁴ In caso di inappropriata distribuzione del carburante tra i cilindri, è possibile che alcuni di questi vengano alimentati troppo e altri troppo poco.

⁹⁵ Fuel Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_injection

⁹⁶ In merito a quest'ultimo aspetto non si è riusciti a ottenere delle informazioni precise.

guito all'apertura della relativa valvola; nella seconda gli iniettori sono posizionati sulla testata o sulla parete del cilindro e il carburante viene immesso direttamente nella camera di combustione⁹⁷. L'iniezione diretta nella camera di combustione impone di pressurizzare il carburante fino a raggiungere, mediamente, i 200-250 bar; diversamente, i motori MPI lavorano a una pressione significativamente più bassa (3-5 bar). A livello di componentistica le due tecnologie presentano le seguenti principali differenze:

- Il sistema GDI richiede una componente aggiuntiva rispetto all'MPI: una pompa ad alta pressione che preleva il carburante dal serbatoio e pressurizza il *rail*, ossia il condotto in cui confluisce il carburante prima di raggiungere i diversi iniettori⁹⁸;
- Gli iniettori dei motori GDI, essendo posizionati sulla testata o sulla parete dei cilindri, devono essere in grado di sopportare le alte temperature e lo stress meccanico generato dalla camera di combustione⁹⁹.
- Il corretto funzionamento del sistema GDI richiede di installare sul veicolo una centralina più sofisticata¹⁰⁰.

La tecnologia dell'iniezione diretta, combinata con il turbocompressore, consente ai motori *downsized* di contenere consumi ed emissioni e, allo stesso tempo, di sviluppare prestazioni in termini di coppia e potenza paragonabili a quelle di propulsori aspirati con cilindrata maggiore. In effetti, nel passaggio dall'MPI al GDI non è raro osservare un miglioramento della *fuel economy* del veicolo dell'ordine del 15%¹⁰¹. Inoltre, l'iniezione diretta rende più semplice il controllo delle emissioni dell'autovettura e la regolazione delle immissioni di carburante al fine ottimizzare le sue *performance*¹⁰².

3.1.4. La portata del fenomeno

Molte case automobilistiche ritengono che i piccoli motori sovralimentati rappresentino la soluzione ideale per rispondere ad un'esigenza di mobilità più economica e rispettosa dell'ambiente senza sacrificare l'esperienza di guida¹⁰³.

⁹⁷ Direct vs. Port Injection, The Chronicle Herald - <http://thechronicleherald.ca/wheelsnews/26226-direct-vs.-port-injection>

⁹⁸ Direct vs. Port Injection, The Chronicle Herald - <http://thechronicleherald.ca/wheelsnews/26226-direct-vs.-port-injection>

⁹⁹ Gasoline Direct Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Gasoline_direct_injection

¹⁰⁰ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica leader di settore.

¹⁰¹ Direct vs. Port Injection, The Chronicle Herald - <http://thechronicleherald.ca/wheelsnews/26226-direct-vs.-port-injection>

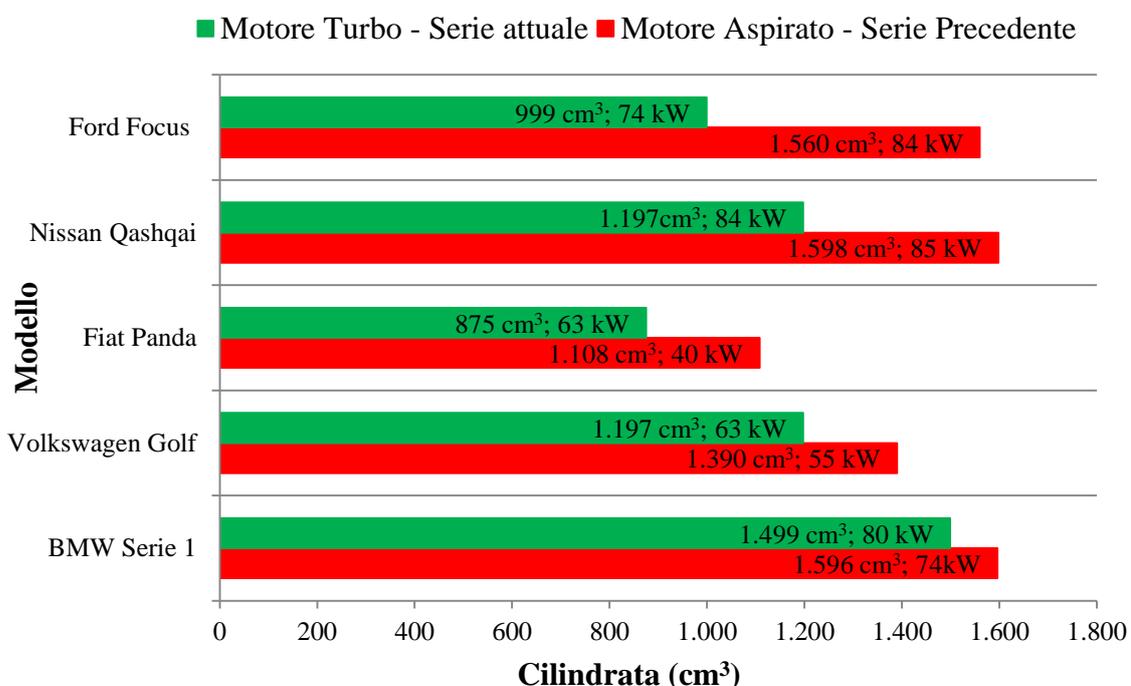
¹⁰² Fuel Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_injection

¹⁰³ Il Sole 24 Ore, 10 Marzo 2009, p. 21.

Attualmente, almeno nel mercato italiano, la maggior parte dei produttori di compatte e/o berline a due o tre volumi include nella propria gamma di prodotti veicoli commercializzati con motori sia aspirati sia sovralimentati (tabella III-7).

Altre case automobilistiche, piuttosto che proporre modelli con motorizzazioni diverse, hanno ridotto la cilindrata dei propri veicoli nel tempo. La figura III-4 fornisce alcuni esempi a riguardo, prendendo in considerazione veicoli appartenenti a diversi segmenti di mercato. Nel grafico, il motore aspirato ed il motore turbo di ciascuna vettura fanno riferimento, rispettivamente, alla serie precedente e alla serie attuale del modello. Le motorizzazioni selezionate sono quelle con cilindrata più piccola nell'ambito della serie di appartenenza.

Figura III-4. - Riduzione della cilindrata di alcuni modelli di auto a benzina appartenenti a diversi segmenti di mercato



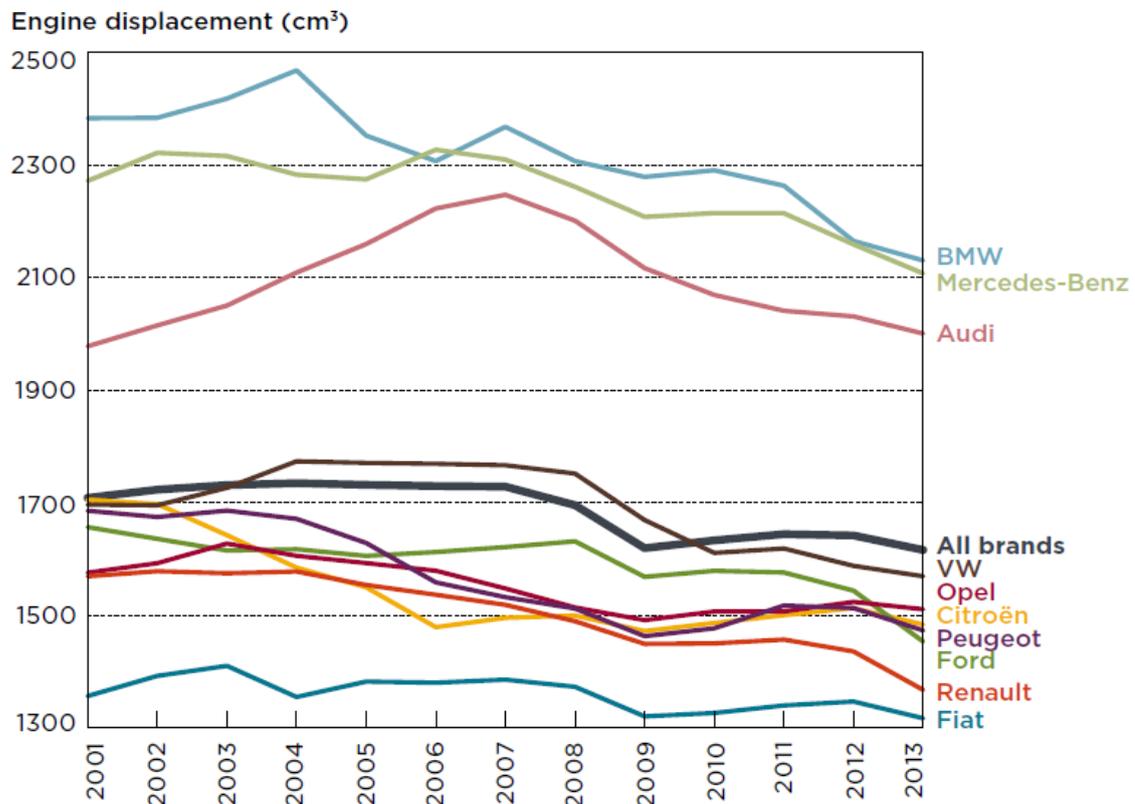
Fonte: Elaborazione di dati reperiti su *Al Volante*, anno 17 n. 3 e 12.

Questi due fenomeni sono alla base della forte tendenza al *downsizing* che ha interessato il mercato negli ultimi anni (figura III-5). A tal proposito, il grafico riportato di seguito evidenzia come, nel periodo 2001 – 2013, nell'ambito di quasi tutti i *brand* considerati vi sia stata una riduzione del valore medio della cilindrata dei veicoli offerti.

Sempre in merito alla portata del fenomeno del *downsizing*, l'azienda Honeywell International Inc., attiva anche nel settore dei turbocompressori, prevede che dal 2010 al 2020 la cilindrata media dei veicoli leggeri negli Stati Uniti passerà da 3.6 L a 2.9 L; in

Europa, dove il mercato dei turbocompressori è più maturo, le stime dell'azienda suggeriscono che lo stesso valore passerà da 1.8 L a 1.4 L¹⁰⁴.

Figura III-5. - *La tendenza al downsizing*



Fonte: tratto da International Council on Clean Transportation, 2014.

3.2. Gli effetti del downsizing sulle prestazioni del veicolo, sul *Total Cost of Ownership* e sui costi di produzione

Il presente paragrafo intende fornire una sintesi degli effetti che il *downsizing* produce sulle prestazioni del veicolo (sottoparagrafo 3.2.1) per poi andare ad esaminare l'impatto che tale soluzione progettuale può esercitare su un'altra fondamentale variabile di *customer satisfaction*: il *Total Cost of Ownership* (sottoparagrafo 3.2.2). Dopo aver trattato le possibili implicazioni del *downsizing* in termini di costi di produzione (sottoparagrafo 3.3.3) si avrà cura di esaminare alcune delle sue potenziali criticità (sottoparagrafo 3.3.4).

¹⁰⁴ Honeywell Turbo Advantage, 2010 - <http://www.honeywellbooster.com/2010-paris-motor-show/pdfs/turbo-advantage.pdf>

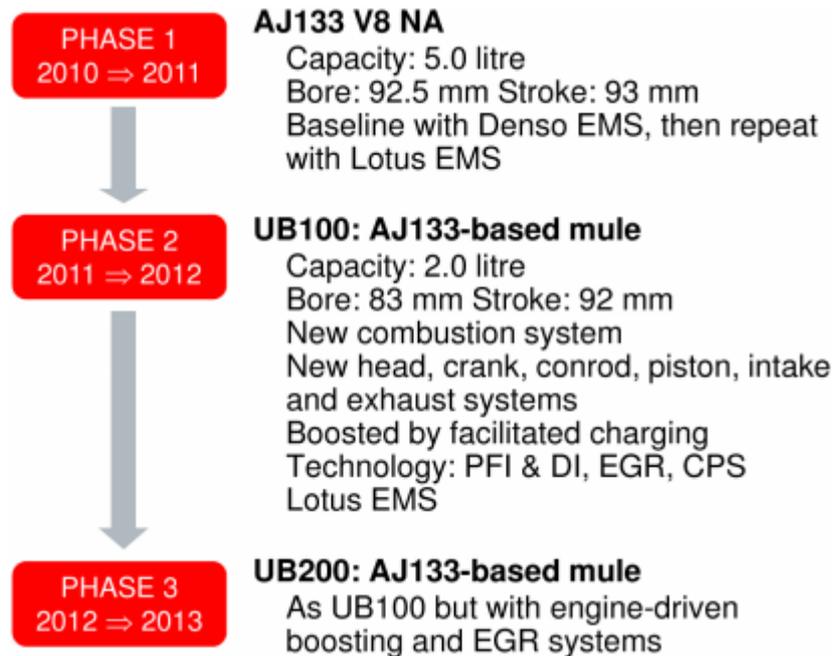
3.2.1. Le prestazioni del veicolo

Per illustrare le potenzialità del *downsizing* in termini di miglioramento delle prestazioni del veicolo, può essere utile sintetizzare i risultati raggiunti dal progetto “*Ultra Boost for Economy*” riportati in Turner et al. (2014). Il progetto è stato lanciato nel 2010 dal Technology Strategy Board del Regno Unito e ha coinvolto vari partner, tra cui: Jaguar Land Rover, GE precision engineering, CD-adapco, Shell Global Solutions, Lotus Engineering e le Università di Bath e di Leeds.

Ultra Boost for Economy è un progetto di *downsizing* estremo condotto sul motore Jaguar AJ133, un aspirato da 8 cilindri e 5.0 L. L’obiettivo era quello di ridurre la cilindrata di tale propulsore del 60% mantenendo inalterata la sua curva di coppia e riducendo le emissioni di CO₂ del 23%.

La figura III-6 illustra le tre fasi del progetto e la loro articolazione temporale. La prima fase si è tradotta nel *testing* del motore AJ133 e nella progettazione del sovralimentato a 4 cilindri UB100, il quale è stato messo alla prova nella seconda fase. Il motore UB200, una versione perfezionata del primo prototipo, è stato progettato, realizzato e testato per la verifica degli obiettivi sopracitati nel corso della terza fase.

Figura III-6. - Le fasi del progetto *Ultra Boost for Economy*

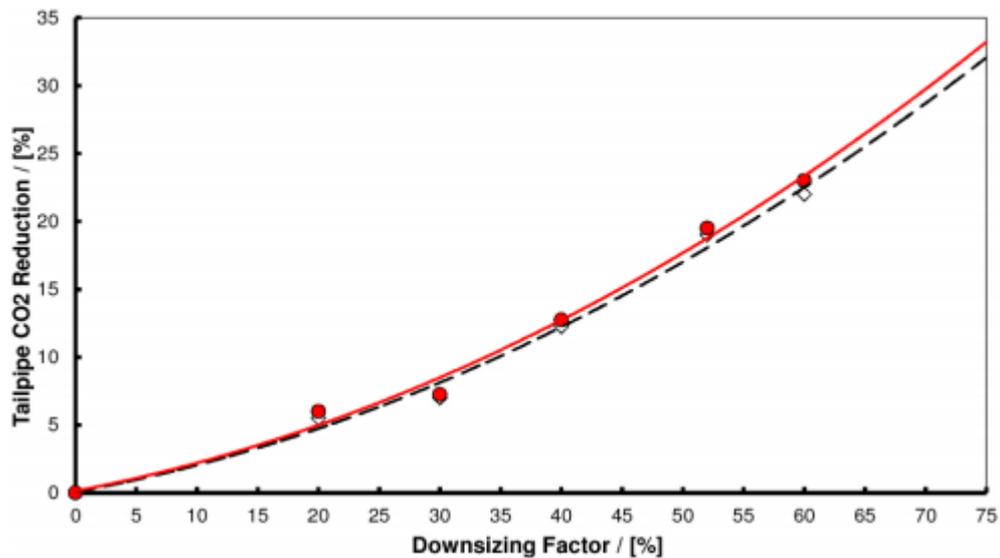


Fonte: tratto da Turner et al., 2004.

Quest’ultimo motore ha sostanzialmente raggiunto gli obiettivi del progetto, riuscendo a sviluppare la medesima curva di coppia dell’AJ133 al di sopra di 1500 *rpm*, nonché a

ridurre i consumi di carburante del 23% e le emissioni di CO₂ del 21%. La maggior parte dei *concept* e delle componenti utilizzati nella progettazione e realizzazione dei prototipi sono tipici dei propulsori a benzina prodotti in massa dall'industria automobilistica. L'obiettivo inerente alla riduzione delle emissioni di CO₂ è stato individuato in base al grafico riportato in figura III-7, un importante contributo della letteratura sul tema delle future potenzialità del *downsizing*.

Figura III-7. - *Le future potenzialità del downsizing in termini di riduzione delle emissioni di CO₂*



Fonte: McAllister e Buckley (2009).

Secondo McAllister e Buckley (2009), la curva che esprime la relazione tra il *downsizing factor*, ossia la percentuale di riduzione della cilindrata del motore, e la percentuale di riduzione delle emissioni di CO₂ ha un andamento di tipo non lineare. Così, ad esempio, un *downsizing factor* del 65% dovrebbe causare una riduzione delle emissioni di CO₂ di circa il 26%, mentre dei fattori dell'ordine del 70% e del 75% dovrebbero determinare delle riduzioni nella variabile dipendente di circa il 29% ed il 33% rispettivamente. Questo contributo conferma l'importante ruolo giocato dal *downsizing* in un contesto generale che valorizza sempre più il rispetto dell'ambiente e l'efficienza nell'impiego dell'energia senza sacrificare l'esperienza di guida.

3.2.2. Il Total Cost of Ownership

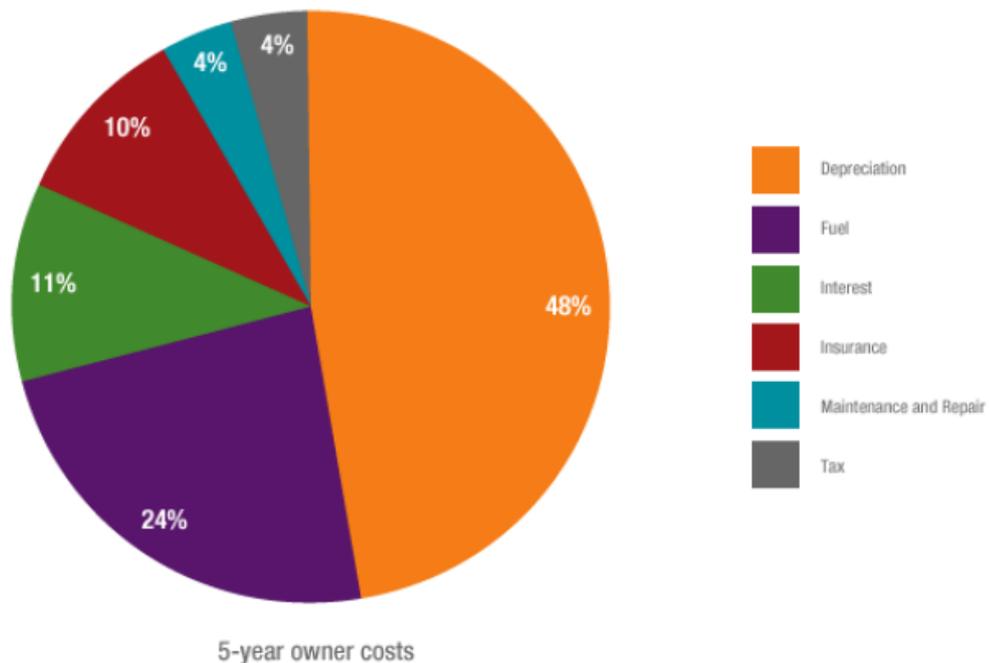
Il TCO di un'automobile può essere suddiviso in sei elementi di costo¹⁰⁵:

¹⁰⁵ What that car really costs to own, Consumer Reports - <http://www.consumerreports.org/cro/2012/12/what-that-car-really-costs-to-own/index.htm>

- L'ammortamento e la svalutazione del costo storico veicolo: effetto dell'obsolescenza fisico-tecnica ed economico-funzionale dello stesso;
- Il costo del carburante;
- Gli interessi passivi dell'eventuale finanziamento contratto per acquistare il veicolo o il costo opportunità legato all'investimento di capitale proprio nell'acquisto dello stesso;
- Il costo della polizza assicurativa per la responsabilità civile autoveicoli;
- I costi delle attività di manutenzione e di riparazione;
- Gli oneri fiscali.

La rivista Consumer Reports ha stimato il peso di ciascuna di queste componenti sul TCO nel caso in cui il possesso del veicolo si protragga per cinque anni (figura III-8). Naturalmente, tale processo di ripartizione dipende, oltre che dalle ipotesi soggettive formulate dagli autori, dal luogo e dal tempo considerati nell'ambito dell'analisi. Ad esempio, per la determinazione dei costi del carburante sono stati presi in considerazione un veicolo con percorrenza media annua di 12.000 miglia ed un prezzo medio di 4,00 \$ per gallone di benzina.

Figura III-8. - *Gli elementi del Total Cost of Ownership di un automobile*



Fonte: tratto da What that car really costs to own, Consumer Reports - <http://www.consumerreports.org/cro/2012/12/what-that-car-really-costs-to-own/index.htm>

Dal grafico si evince come i costi del carburante siano secondi soltanto a quelli legati all'ammortamento e alla svalutazione del veicolo. Pertanto, sembra sensato ipotizzare

che il *downsizing*, andando a incidere su questo elemento di costo, possa contribuire a ridurre in maniera significativa il TCO di un'auto. Tuttavia, tipicamente le auto con motorizzazioni sovralimentate vengono commercializzate ad un prezzo più alto rispetto alle loro controparti tradizionali (figura III-12), con conseguente incremento degli elementi di costo rappresentati dall'ammortamento/svalutazione e dagli interessi. Inoltre, i veicoli con motore turbocompresso sono generalmente più onerosi in termini di manutenzione rispetto a quelli con motore aspirato (sottoparagrafo 3.2.3).

La prevalenza di un effetto sull'altro può essere dedotta dall'analisi dei costi chilometrici totali delle due varianti di autovetture. Questa grandezza rappresenta una buona *proxy* del TCO di un veicolo, andando a considerare¹⁰⁶:

- tra i costi proporzionali ai chilometri percorsi: gli oneri legati all'ammortamento del capitale investito nell'acquisto del veicolo¹⁰⁷, al consumo di carburante, all'usura dei pneumatici e alle manutenzioni e riparazioni;
- tra i costi non proporzionali ai chilometri percorsi: gli oneri legati alla quota interessi del capitale investito nell'acquisto del veicolo¹⁰⁸, alla tassa automobilistica ed al premio assicurativo per la responsabilità civile autoveicoli.

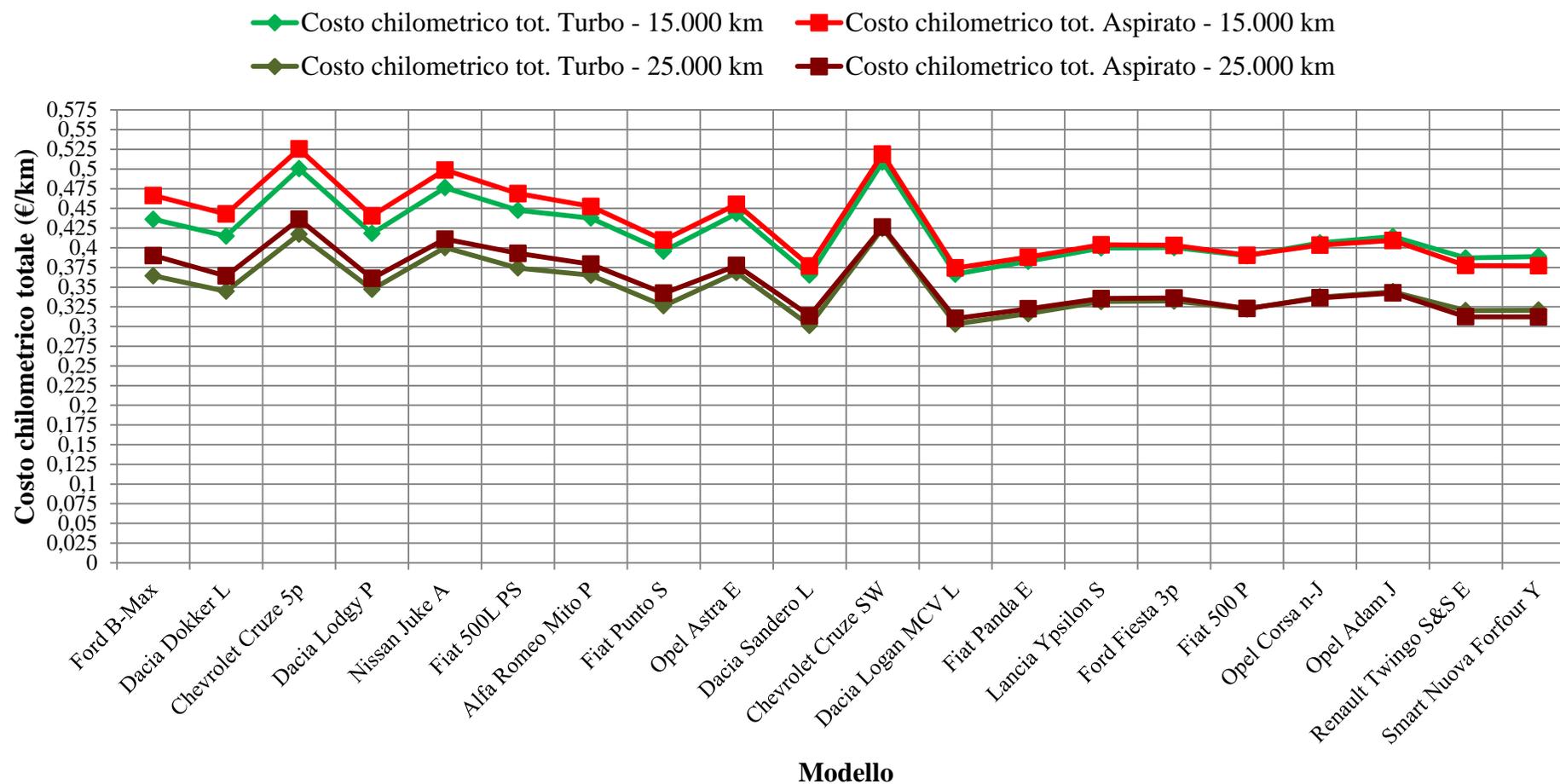
La figura III-9, costruita prendendo in considerazione un *data set* di 20 auto a benzina, mostra che, con riferimento ad entrambe le ipotesi di chilometraggio considerate (15.000 e 25.000 km), le varianti dotate di turbocompressore e caratterizzate da una cilindrata più bassa presentano un costo chilometrico totale generalmente più basso rispetto a quello delle loro controparti tradizionali. Pertanto, i risultati della ricerca svolta con riferimento a questi dati suggeriscono che l'implementazione del *downsizing* potrebbe contribuire a ridurre il TCO di un'automobile. In altri termini, in questo caso le maggiori quote di ammortamento e interessi e i superiori oneri di manutenzione dei modelli interessati dal *downsizing* sembrano essere più che compensati dai risparmi in termini di *fuel economy* che tale soluzione progettuale è in grado di offrire.

¹⁰⁶ Considerazioni metodologiche per il calcolo dei costi chilometrici, Aci - http://www.aci.it/fileadmin/documenti/servizi_online/Costi_chilometrici/Metodologia_web.pdf

¹⁰⁷ Calcolati in base alla formula $Q(Ac) = (V_0 - V_n)/K$; dove V_0 è pari alla somma del prezzo di listino e delle spese di immatricolazione, collaudo e trasporto, V_n è il valore residuo del veicolo stimato nel 20% di V_0 e K è la vita tecnica massima ipotizzabile per la vettura, espressa in chilometri.

¹⁰⁸ Calcolati in base alla formula $Q(i) = (V_0 + V_n) \cdot i/2$; dove i è il tasso di interesse medio applicato per le operazioni di finanziamento a medio termine.

Figura III-9. - Costo chilometrico totale di vari modelli di auto al variare della tipologia di motorizzazione



Fonte: Elaborazione di dati tratti da <http://servizi.aci.it/CKInternet/SelezioneModello>

3.2.3. I costi di produzione

Il *downsizing* sui motori a benzina, per poter offrire un'esperienza di guida paragonabile a quella di propulsori con cilindrata maggiore, impone di ricorrere alle tecnologie della sovralimentazione e dell'iniezione diretta (sottoparagrafi 3.1.2 e 3.1.3). Ciò è causa di un incremento della complessità del prodotto finito e dell'impiego di componenti di maggior qualità. In particolare si stima che, mediamente, il passaggio dalla tecnologia MPI alla GDI, congiuntamente con l'introduzione del turbocompressore, possa incrementare il costo di produzione del motore di circa 300 €¹⁰⁹. Pertanto, sembra verosimile ipotizzare che i risparmi di costo conseguibili sulle materie prime, sulle lavorazioni e sulle attività di *setup* in seguito alla riduzione della cilindrata del motore siano più che compensati dagli oneri legati al cambiamento di tecnologia richiesto dal *downsizing*, tuttavia è opportuno ricordare che trattasi di un'ipotesi che dovrebbe essere sottoposta a verifica mediante dati empirici.

Sui motori alimentati a *diesel* il *downsizing* sembra presentare maggiori potenzialità in termini di riduzione dei costi, considerate le diverse esigenze di alimentazione e dato che tale intervento ha interessato soprattutto modelli di segmento E comportando, in diversi casi, il passaggio dai sei ai quattro cilindri¹¹⁰.

3.2.4. Le potenziali criticità del downsizing

Sebbene i dati ufficiali sull'inquinamento atmosferico suggeriscano che l'introduzione di *target* vincolanti a livello europeo abbia determinato una riduzione delle emissioni di CO₂ dei veicoli nuovi da 170 g/km nel 2001 a 123 g/km nel 2014, le emissioni risultanti dall'effettivo utilizzo su strada delle autovetture non si sono ridotte in modo proporzionale a quanto è emerso dai test attualmente in vigore. A tal proposito, è stato dimostrato non solo che esiste un *gap* significativo tra valori ufficiali e reali, ma che tale forbice è andata crescendo nel corso del tempo e, con tutta probabilità, continuerà a crescere negli anni a venire¹¹¹.

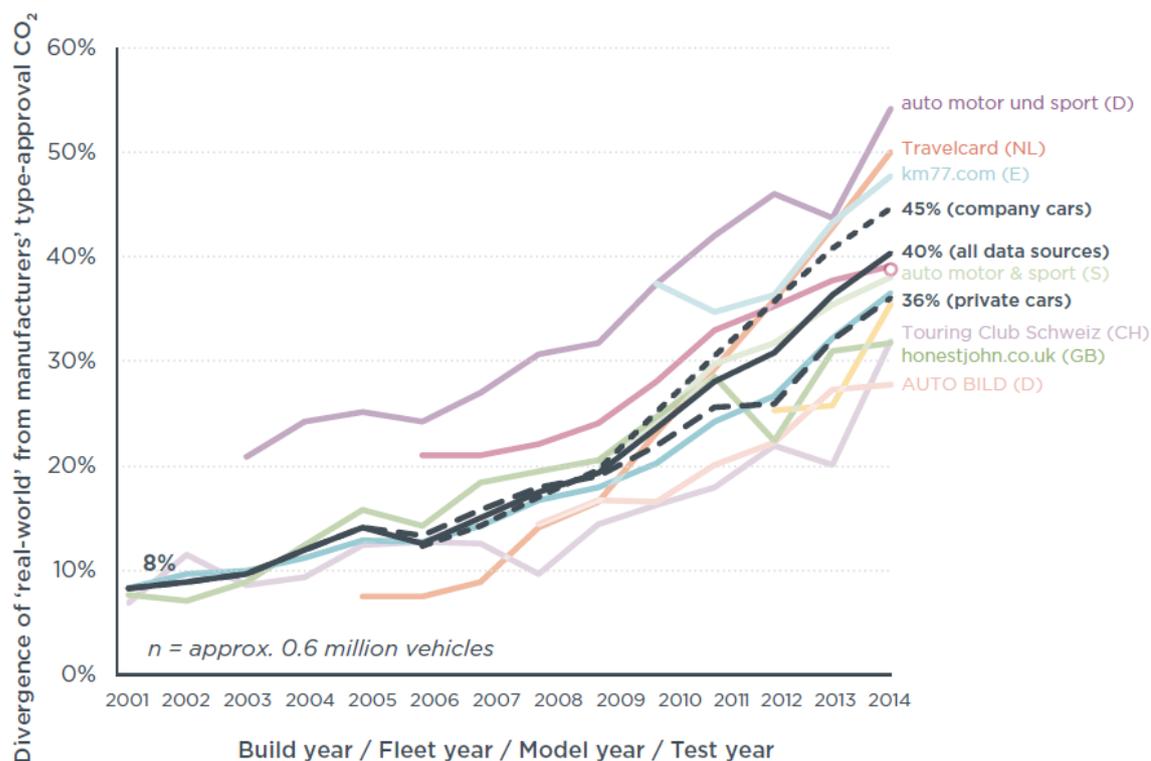
La figura III-10, che si avvale di diverse fonti informative per illustrare l'andamento del *gap* tra le emissioni di CO₂ risultanti dai test ufficiali e dalle prove su strada, mostra come, mediamente, tale divergenza sia cresciuta da circa l'8% nel 2001 a circa il 40% nel 2014.

¹⁰⁹ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica leader di settore.

¹¹⁰ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica leader di settore.

¹¹¹ International Council on Clean Transportation, 2015.

Figura III-10. - Andamento del gap tra emissioni di CO₂ risultanti dai test ufficiali e dalle prove su strada, periodo 2001-2014



Fonte: tratto da International Council on Clean Transportation, 2015.

Tra i fattori in grado di spiegare tale divergenza, è possibile comprendere:

- Lo sfruttamento di debolezze, tolleranze ed elementi di flessibilità del *New european driving cycle* (Nedc), la procedura attualmente in vigore nell'UE per testare consumi ed emissioni di CO₂ delle autovetture¹¹²;
- La diffusione di tecnologie, come il sistema start e stop ed i motori ibridi, più performanti nei test in officina che su strada¹¹³;
- La mancata considerazione, nell'ambito del Nedc, di climatizzazione, illuminazione, servosterzo ed altre funzioni che assorbono energia ed incrementano i consumi¹¹⁴;
- L'incapacità del Nedc di simulare un comportamento di guida realistico¹¹⁵.

La gravità del problema ha portato la Commissione Europea a programmare per il 2017 la sostituzione del Nedc con il *Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure* (WLTP). Il nuovo test dovrebbe riuscire a misurare le emissioni di CO₂ delle autovettu-

¹¹² International Council on Clean Transportation, 2015.

¹¹³ International Council on Clean Transportation, 2014

¹¹⁴ International Council on Clean Transportation, 2015.

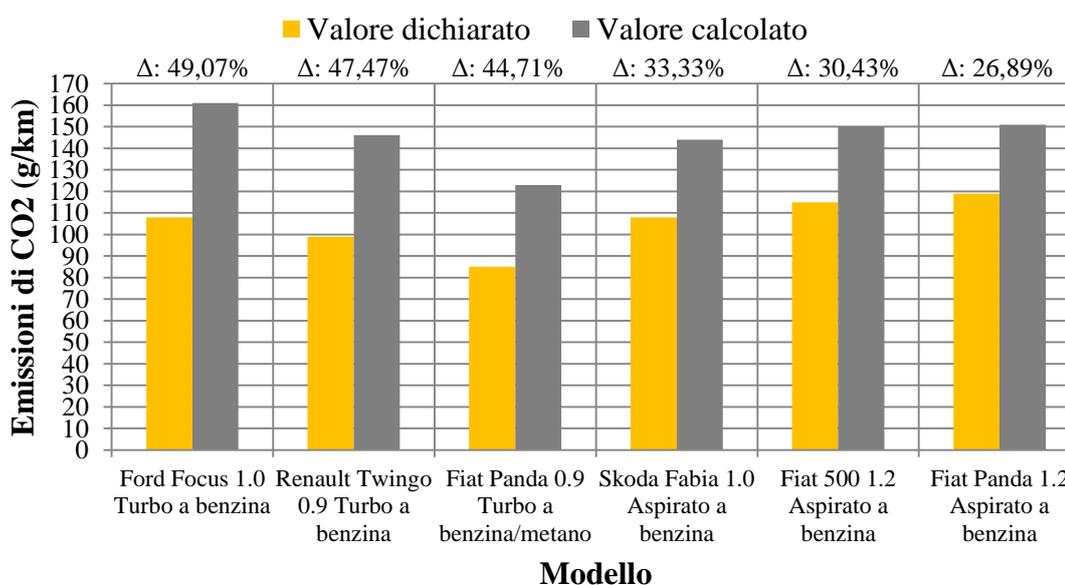
¹¹⁵ Al Volante, anno 17, n. 12.

re in modo più preciso e a ridurre quindi il *gap* tra valori ufficiali e reali dal 49%, previsto per l'anno 2020 se il Nedc fosse ancora in vigore, al 23%¹¹⁶.

Questo fenomeno, riportato alla ribalta dal recente scandalo “*dieselgate*” del gruppo Volkswagen, ha inoltre causato l'introduzione da parte del Consiglio dell'Unione Europea dell'obbligo dei test su strada, i quali saranno affiancati in via sperimentale agli attuali test in officina a partire da gennaio 2016, per poi divenire vincolanti a partire dal mese di settembre 2017. Inizialmente la commissione europea aveva proposto di contenere il divario tra i risultati dei due test entro il limite del 60%, in corrispondenza del quale, secondo l'analisi comunitaria, allo stato attuale un veicolo su dieci non risulterebbe conforme; in seguito è stato accettato un compromesso decisamente più favorevole per i produttori, i quali dovranno ridurre tale divergenza al di sotto del 110% entro il mese di settembre 2019¹¹⁷.

Con riferimento a questa problematica, i risultati di una serie di prove su strada presentate nel numero di dicembre 2015 della rivista mensile *Al Volante* suggeriscono che i modelli in corrispondenza dei quali la differenza tra valori ufficiali e reali si fa più consistente sono proprio quelli caratterizzati da motore sovralimentato e cilindrata ridotta (figura III-11).

Figura III-11. - *Divergenza tra i valori di emissione di CO₂ dichiarati e reali per alcuni modelli di auto compresi nell'indagine pubblicata su Al Volante, anno 17, n. 12 pp. 28-41 (il valore calcolato è quello rilevato durante la prova)*



Fonte: Elaborazione di dati tratti da *Al Volante*, anno 17, n. 12

¹¹⁶ International Council on Clean Transportation, 2015.

¹¹⁷ Il Sole 24 Ore, 29 Ottobre 2015.

Dunque, in questa specifica indagine, i motori sovralimentati sembrano ancora più sensibili degli aspirati a un utilizzo generico rispetto a un utilizzo calibrato.

Evidentemente, essendo le emissioni ed i consumi di carburante direttamente proporzionali, una discrepanza tra i valori di CO₂ dichiarati ed effettivi si accompagna ad una riduzione dei risparmi in termini di *fuel economy* concretamente conseguibili tramite il *downsizing*. Ad ogni modo, se da un lato quest'indagine sembra suggerire che i veicoli con motore sovralimentato e cilindrata ridotta offrono al cliente prestazioni significativamente inferiori a quanto dichiarato, dall'altro il basso numero di osservazioni (cinquanta modelli) non permette di generalizzarne i risultati, inoltre se si effettua il confronto con i corrispondenti modelli aspirati, bisognerebbe rilevare anche per questi ultimi il suddetto gap.

Sotto il profilo della *reliability*, in linea generale aggiungere un componente al prodotto finito significa ridurne l'affidabilità poiché, così facendo, si avrà un ulteriore elemento che potrebbe essere oggetto di guasti e malfunzionamenti. Tuttavia, nel caso del *downsizing*, le recenti evoluzioni dei materiali impiegati nella realizzazione dei propulsori (in particolare delle leghe di alluminio) compensano i potenziali problemi di affidabilità legati all'introduzione del turbocompressore e delle altre componenti connesse al sistema GDI¹¹⁸. Pertanto, nell'ambito dei tempi medi di possesso del veicolo, i motori sovralimentati di piccola cilindrata non sembrano esporre a particolari problematiche di affidabilità. Piuttosto, è possibile comprendere tra gli svantaggi del *downsizing* la maggiore onerosità delle attività di manutenzione necessarie per prevenire guasti e malfunzionamenti del motore¹¹⁹.

3.3. La relazione tra costi, valore e *downsizing* nell'*automotive*: un'indagine qualitativa

Per fornire un esempio concreto di *downsizing*, sembra particolarmente interessante concentrarsi sulla versione a metano della Touran, un *Multi-Purpose Vehicle* (MPV) lanciato dal gruppo Volkswagen nel 2003. Tale monovolume presenta un *premium price* rispetto ad altre automobili appartenenti allo stesso segmento di mercato, come la Opel Zafira e la Renault Scénic (tabella III-3), è basata sulla medesima piattaforma della Volkswagen Golf ed è rifinita con alcuni dei suoi materiali¹²⁰.

¹¹⁸ Informazione reperita da un'intervista a un esperto accademico in materia di Ingegneria Industriale.

¹¹⁹ Informazioni reperite da un'intervista a un esperto accademico in materia di Ingegneria Industriale.

¹²⁰ Volkswagen Touran, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Touran

Tabella III-3. - *Confronto tra il prezzo della Volkswagen Touran e quello di due monovolumi concorrenti (tutti i modelli considerati sono alimentati a diesel)*

Modello	Prezzo
Volkswagen Touran 1.6 TDI Trendline	26.100,00 €
Renault Scénic 1.5 DCI Wave	24.900,00 €
Opel Zafira 1.7 CDTI One	24.810,00 €

Fonte: Al Volante, anno 17, n. 3

La prima versione della Touran Ecofuel è stata proposta nel 2006 con motore aspirato e cilindrata di 2.000 cm³. Tre anni più tardi la motorizzazione del veicolo è stata modificata con la riduzione della cilindrata a 1.400 cm³ e l'introduzione della doppia sovralimentazione mediante turbocompressore e compressore volumetrico. Il motore 1.4 TSI costituisce un importante esempio di sottosistema modulare, dal momento che ha trovato applicazione in dodici modelli di autovetture del gruppo Volkswagen¹²¹.

La tabella III-4 riporta le principali caratteristiche prestazionali delle due versioni successive della Touran Ecofuel.

Tabella III-4. – *Confronto tra la variante aspirata e sovralimentata della Volkswagen Touran Ecofuel*

	Touran Ecofuel 2.0 L Aspirato (2006-2010)	Touran Ecofuel 1.4 L Sovralimentato (2010-2015)
Alimentazione	Benzina/Metano	Benzina/Metano
Cilindrata (cm ³)	1.984	1.390
N° e Disposizione Cilindri	L4	L4
Coppia massima (Nm)	160	220
Potenza massima (kW)	80	110
Massa (t)	1,637	1,607
Rapporto Potenza/Peso (kW/t)	48,87	68,45
Velocità massima (km/h)	180	203
Accelerazione 0-100 km/h (sec.)	13,5	10,1
Consumi metano (kg/ 100 km)	5,8	4,7
Emissioni CO ₂ (g/km)	154	128
Prezzo (allestimento Conceptline)	24.351,00 €	25.601,00 €

¹²¹ Nello specifico, oltre che nella Touran Ecofuel, nei modelli Audi A1, Volkswagen Eos, Golf, Jetta, Passat, Polo GTI, Scirocco, Sharan, Tiguan, Seat Ibiza Cupra e Skoda Fabia RS (fonti: http://www.alvolante.it/news/miglior_motore_2010_1_4_tsi_volkswagen-274141044 <http://www.autoevolution.com/news/volkswagen-tsi-engines-explained-60143.html> https://en.wikipedia.org/wiki/Twincharger#Commercial_availability)

	Touran Ecofuel 2.0 L Aspirato (2006-2010)	Touran Ecofuel 1.4 L Sovralimentato (2010-2015)
Prezzo (allestimento Trendline)	26.751,00 €	28.001,00 €
Prezzo (Allestimento Highline)	28.551,00 €	29.826,00 €

Fonte: Listino del nuovo di Quattroruote, numeri di maggio e giugno 2009; www.metanoauto.com

Come è possibile osservare, la variante sovralimentata è in grado di sviluppare prestazioni generalmente migliori rispetto a quelle della variante aspirata. In particolare, il motore *downsized* presenta, rispetto alla propria controparte tradizionale, un miglioramento della potenza e del rapporto potenza/peso più significativo rispetto a quanto si osserverà, in media, nell'ambito del censimento che si utilizzerà per l'analisi di regressione di cui al paragrafo 3.4 (tabella III-5). Inoltre, nel passaggio dalla variante aspirata a quella sovralimentata le emissioni del veicolo si riducono in misura più significativa rispetto a quanto previsto dalla figura III-7 in corrispondenza di un *downsizing factor* del 43% (riduzione del 16,28% a fronte di un valore stimato di circa il 15%).

Tabella III-5. - *Confronto dell'intensità delle variazioni delle caratteristiche qualitative nel passaggio dalla variante aspirata a quella sovralimentata: valori medi per il censimento di cui alla tabella III-7¹²² e valori riferiti alla Touran Ecofuel*

	Media del <i>data set</i>	Touran Ecofuel
<i>Downsizing Factor</i>	21,98%	42,73%
$\Delta\%$ Potenza	+ 25,95%	+ 37,50%
$\Delta\%$ Rapporto Potenza/Peso (Kw/t)	+ 21,70%	+ 40,07%
$\Delta\%$ Consumi (km/l)	+ 15,09%	+ 8,18%

Fonte: Elaborazioni di dati tratti da Al Volante, anno 17, n. 3 e 12 e Quattroruote, numeri di maggio e giugno 2009.

Allo stesso tempo, la variante interessata dal *downsizing* si caratterizza per un prezzo di listino più elevato rispetto alla versione aspirata. Nello specifico, gli allestimenti Conceptline e Trendline presentano un differenziale di prezzo di 1.250,00 € e l'allestimento Highline di 1.275,00 €. Come vedremo nel sottoparagrafo 3.4.2, l'incremento del prezzo di listino può essere interpretato come la conseguenza di due fenomeni: l'incremento dei costi di produzione nel passaggio dalla versione aspirata a quella sovralimentata e la volontà del produttore di porre in essere delle politiche di *pricing* che hanno l'effetto di incrementare il margine di profitto di quelle varianti che offrono all'utente prestazioni migliori.

¹²² Si veda il sottoparagrafo 3.4.1.

Gli indici presentati nella tabella III-6 consentono di leggere in modo integrato la variazione del prezzo e delle caratteristiche prestazionali dell'auto nel passaggio dalla motorizzazione aspirata a quella sovralimentata. Tali grandezze sono state costruite in seguito alla selezione di attributi verosimilmente apprezzati da una parte significativa della clientela che consentissero di pervenire alla determinazione di valori agevolmente interpretabili.

Tabella III-6. - *Lettura integrata della variazione del prezzo e delle caratteristiche prestazionali della Touran Ecofuel Conceptline*

	Touran Ecofuel Conceptline 2.0 L Aspirato	Touran Ecofuel Conceptline 1.4 L Sovralimentato
Rapporto Prezzo/Potenza (€/kW)	304,39	232,74
Rapporto Prezzo/Vel. Max. (€/km-h)	135,28	126,11
Rapporto Prezzo/Consumi Misto (€/km-l)	1.607,33	1.561,99

Fonte: Elaborazioni di dati tratti da Al Volante, anno 17, n. 3 e metanoauto.com , prova Volkswagen Touran Ecofuel 2.0 L - <http://www.metanoauto.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1212>

Se da un lato il prezzo della variante sovralimentata è più elevato di quello della variante aspirata, dall'altro è possibile notare come il prezzo di ciascun kW di potenza, di ciascun km/h di velocità massima e di ciascun chilometro percorribile con un litro di carburante siano più bassi per la versione con turbocompressore e compressore volumetrico. Ciò suggerisce che la variante sovralimentata si caratterizzi per un rapporto costo/valore più favorevole per il cliente rispetto a quello della versione precedente.

3.4. La relazione tra costi, valore e *downsizing* nell'*automotive*: un'indagine quantitativa

Il presente paragrafo propone un'analisi quantitativa della relazione tra costi, valore e *downsizing* nell'*automotive*. Dal punto di vista metodologico, sono stati raccolti ed analizzati i dati relativi al prezzo e alle caratteristiche prestazionali di 29 modelli di automobili a benzina proposti sul mercato italiano sia con motorizzazione sovralimentata che con motorizzazione aspirata. Lo *step* successivo si è concretizzato nella realizzazione di un'analisi di regressione multipla su questi dati; il prezzo dei veicoli è stato selezionato come variabile dipendente della regressione, mentre alcuni dei loro parametri prestazionali sono stati inclusi tra le variabili indipendenti. Poiché i dati non sono stati

estratti in modo casuale, la regressione non sarà utilizzata in termini inferenziali. Ciò implica che per comprendere il grado di significatività dei risultati non sarà necessario studiare i *p – value* dei coefficienti di regressione né realizzare l’analisi grafica dei residui.

L’*output* della regressione è rappresentato da due sistemi di prezzi impliciti degli attributi delle auto: uno relativo ai veicoli con motore sovralimentato, l’altro relativo a quelli con motore aspirato. Tali grandezze sono state utilizzate per dimostrare il maggior valore per il cliente e per il produttore dei veicoli *downsized* rispetto a quelli tradizionali.

3.4.1. Prezzi e prestazioni a confronto: motorizzazioni sovralimentate e aspirate

La tabella III-7 riporta i valori di prezzo, peso in ordine di marcia, potenza massima e consumi raccolti con riferimento a 29 modelli di auto a benzina commercializzati sul mercato italiano sia con motore sovralimentato, sia con motore aspirato. In tutti i casi considerati l’introduzione del turbocompressore si accompagna ad una riduzione della cilindrata del veicolo. Le figure III-12 e III-13 sono state costruite sulla base di questi dati; nella prima i modelli sono disposti sull’asse delle ascisse per ordine decrescente della differenza di prezzo tra la variante sovralimentata e quella aspirata, nella seconda per ordine decrescente della differenza dei consumi di carburante tra le due tipologie di motorizzazione.

Tabella III-7. - Prezzo, peso, cilindrata, potenza e consumi di 29 modelli di auto a benzina proposti con motorizzazione sia turbo (T) che aspirata (A)

Modello ¹²³	Prezzo	Cilindrata (cm ³)	Downsizing Factor	Peso in ordine di marcia (t) ¹²⁴	Potenza (kW)	Consumi (km/l)
Alfa Romeo Mito P 0.9 T	€ 18.300,00	875		1,130	77	23,8
Alfa Romeo Mito P 1.4 A	€ 15.950,00	1.368	36,04%	1,065	51	17,2
Chevrolet Cruze 5p 1.4 T	€ 19.706,00	1.364		1,319	103	17,2
Chevrolet Cruze 5p 1.6 A	€ 16.277,00	1.598	14,64%	1,310	86	14,5
Chevrolet Cruze SW 1.4 T	€ 20.663,00	1.364		1,405	103	17,5
Chevrolet Cruze SW 1.6 A	€ 18.647,00	1.598	14,64%	1,360	91	15,6
Chevrolet Trax 4x2 1.4 T	€ 21.218,00	1.364		1,319	103	16,7
Chevrolet Trax 4x2 1.6 A	€ 19.302,00	1.598	14,64%	1,290	85	15,4
Dacia Dokker L 1.2 T	€ 12.950,00	1.197		1,205	85	16,4
Dacia Dokker L 1.6 A	€ 11.350,00	1.598	25,09%	1,090	61	13,3
Dacia Duster 4x2 L 1.2 T	€ 15.100,00	1.197		1,247	92	16,1
Dacia Duster 4x2 L 1.6 A	€ 13.600,00	1.598	25,09%	1,224	77	14,1
Dacia Lodgy P 1.2 T	€ 15.100,00	1.197		1,190	85	18,2
Dacia Lodgy P 1.6 A	€ 13.400,00	1.598	25,09%	1,165	75	16,4
Dacia Logan MCV L 0.9 T	€ 11.200,00	898		1,020	66	20,4
Dacia Logan MCV L 1.2 A	€ 10.700,00	1.149	21,85%	0,860	54	17,2

¹²³ La lettera che segue il nome del modello identifica l’allestimento dello stesso, mentre la data finale indica il listino del nuovo da cui è stato tratto il prezzo.

¹²⁴ Conducente escluso.

Modello ¹²³	Prezzo	Cilindrata (cm ³)	Downsizing Factor	Peso in ordine di marcia (t) ¹²⁴	Potenza (kW)	Consumi (km/l)
Dacia Sandero L 0.9 T	€ 10.200,00	898		0,962	66	20,4
Dacia Sandero L 1.2 A	€ 9.700,00	1.149	21,85%	0,941	54	17,2
Fiat 500 P 0.9 T	€ 14.900,00	875		0,922	63	26,3
Fiat 500 P 1.2 A	€ 13.600,00	1.242	29,55%	0,865	51	20,4
Fiat 500L PS 0.9 T	€ 19.000,00	875		1,260	77	20,8
Fiat 500L PS 1.4 A	€ 17.800,00	1.368	36,04%	1,245	70	16,1
Fiat 500X PS 1.4 T	€ 22.100,00	1.368		1,320	103	15,6
Fiat 500X PS 1.6 A	€ 20.100,00	1.598	14,39%	1,253	81	16,7
Fiat Panda E 0.9 T	€ 13.200,00	875		0,975	63	23,8
Fiat Panda E 1.2 A	€ 11.700,00	1.242	29,55%	0,945	51	19,6
Fiat Punto S 0.9 T	€ 14.500,00	875		1,075	77	23,8
Fiat Punto S 1.2 A	€ 13.100,00	1.242	29,55%	1,015	51	19,2
Ford B-Max 1.0 T	€ 17.500,00	999		1,204	74	19,6
Ford B-Max 1.4 A	€ 16.750,00	1.388	28,03%	1,200	66	16,7
Ford Ecosport 1.0 T	€ 18.750,00	999		1,275	92	18,5
Ford Ecosport 1.5 A	€ 18.000,00	1.499	33,36%	1,276	82	15,9
Ford Fiesta 3p 1.0 T	€ 13.500,00	999		1,016	74	22,2
Ford Fiesta 3p 1.2 A	€ 12.000,00	1.242	19,57%	0,970	44	19,2
Jeep Renegade L 1.4 T	€ 24.000,00	1.368		1,320	103	16,7
Jeep Renegade L 1.6 A	€ 22.500,00	1.598	14,39%	1,305	81	16,7
Lancia Ypsilon S 0.9 T	€ 14.600,00	875		0,975	63	23,8
Lancia Ypsilon S 1.2 A	€ 13.100,00	1.242	29,55%	0,965	51	19,2
Nissan Juke A 1.2 T	€ 19.300,00	1.197		1,236	85	17,5
Nissan Juke A 1.6 A	€ 20.450,00	1.598	25,09%	1,205	69	16,7
Opel Adam J 1.0 T	€ 16.600,00	999		1,081	66	23,8
Opel Adam J 1.2 A	€ 14.100,00	1.229	18,71%	1,026	51	18,9
Opel Astra E 1.0 T	€ 20.600,00	998		1,188	77	22,7
Opel Astra E 1.4 A	€ 19.600,00	1.399	28,66%	1,203	74	18,5
Opel Corsa n-J 1.0 T	€ 15.300,00	998		1,088	66	23,3
Opel Corsa n-J 1.2 A	€ 13.550,00	1.229	18,80%	1,045	51	18,5
Opel Mokka E 4x2 1.4 T	€ 22.350,00	1.364		1,319	103	16,9
Opel Mokka E 4x2 1.6 A	€ 19.300,00	1.598	14,64%	1,280	85	15,4
Renault Clio CN 0.9 T	€ 16.050,00	898		1,009	66	20,4
Renault Clio CN 1.2 A	€ 15.550,00	1.149	21,85%	0,980	54	18,2
Renault Twingo S&S E 0.9 T	€ 13.300,00	898		0,943	66	23,3
Renault Twingo S&S E 1.0 A	€ 12.500,00	999	10,11%	0,865	52	23,8
Smart Nuova Forfour Y 0.9 T	€ 14.750,00	898		0,920	66	23,3
Smart Nuova Forfour Y 1.0 A	€ 12.820,00	999	10,11%	0,900	45	21,3
Smart Nuova Fortwo Y 0.9 T	€ 14.010,00	898		0,825	66	23,8
Smart Nuova Fortwo Y 1.0 A	€ 12.080,00	999	10,11%	0,805	45	22,2
Volkswagen Polo H 1.0 T	€ 18.700,00	999		1,041	81	23,3
Volkswagen Polo H 1.2 A	€ 17.450,00	1.197	16,54%	1,032	66	21,3
<i>Downsizing Factor Medio</i>			21,98%			
<i>Downsizing Factor Minimo</i>			10,11%			
<i>Downsizing Factor Massimo</i>			36,04%			
<i>Deviazione Standard dei Downsizing Factor</i>			7,62%			

Fonte: Al Volante, anno 17, n. 3 e 12.

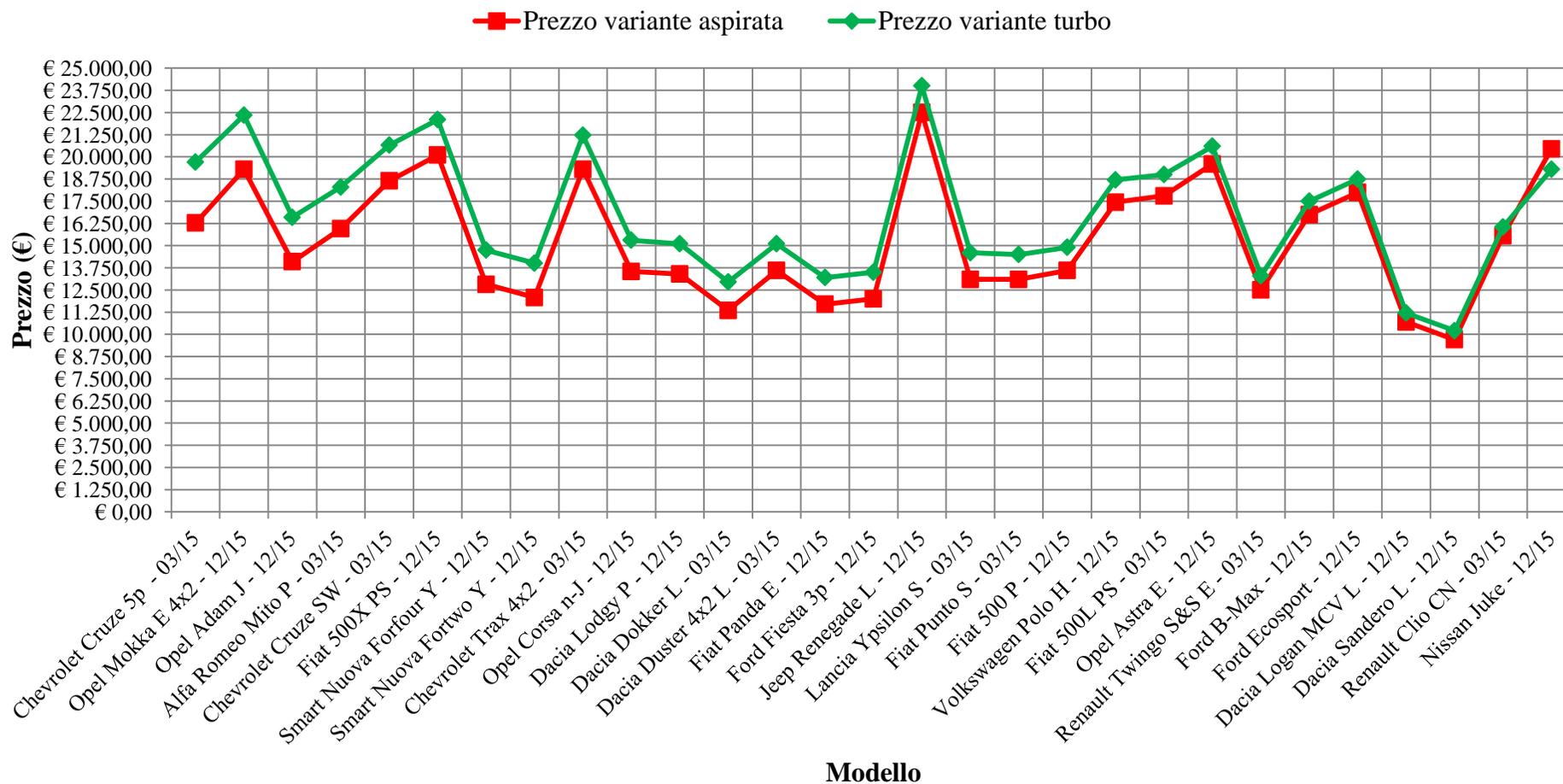
Dalla figura III-12 si nota chiaramente che, in genere, le varianti sovralimentate sono commercializzate ad un prezzo più elevato rispetto alle loro controparti aspirate. Tuttavia, a questo maggior prezzo di mercato si accompagna un generale miglioramento delle prestazioni del veicolo in termini di potenza massima, rapporto potenza/peso e consumi

(figura III-13). Pertanto, il censimento conferma il *trend* evidenziato dalle due versioni della Volkswagen Touran Ecofuel esaminate nel paragrafo precedente. Quale che sia la ragione sottostante alla variazione dei prezzi¹²⁵, la lettura dei dati sembra suggerire che nel passaggio da una variante all'altra le prestazioni aumentino più che proporzionalmente rispetto ai prezzi. In altri termini, se si ipotizza che la percezione di valore del cliente dipenda dai parametri di performance considerati in questa analisi, nella prospettiva del cliente i veicoli con motorizzazione sovralimentata sembrano presentare un rapporto costi/valore più favorevole rispetto alle varianti tradizionali¹²⁶. Per un esempio a riguardo, si veda la figura III-14 relativa all'andamento del rapporto prezzo/potenza al variare della tipologia di motorizzazione considerata (i modelli sono riportati sull'asse delle ascisse per ordine decrescente della differenza del rapporto prezzo/potenza tra la variante turbo e quella aspirata). Il prezzo per kW dei modelli sovralimentati è significativamente più basso rispetto a quello delle varianti aspirate poiché, nell'ambito del censimento effettuato, il *downsizing* causa un incremento di potenza più che proporzionale rispetto all'incremento di prezzo.

¹²⁵ Per un'interpretazione dei differenziali di prezzo osservabili tra le due varianti di auto si veda il sottoparagrafo 3.4.2.

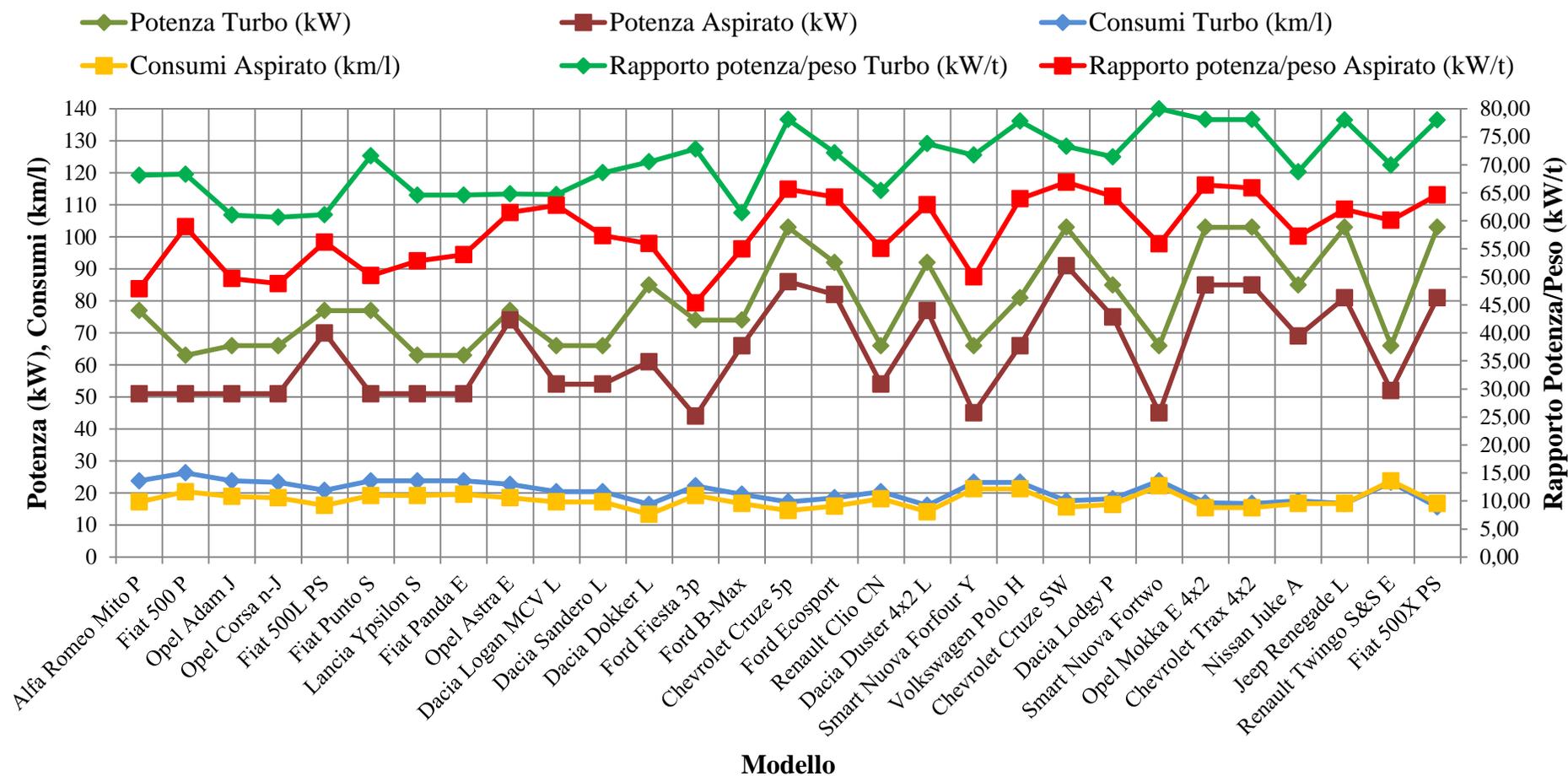
¹²⁶ Quest'affermazione sarà ulteriormente rafforzata dai risultati dell'analisi di regressione che costituisce l'oggetto del sottoparagrafo 3.4.3.

Figura III-12. - Prezzo dei vari modelli al variare della tipologia di motorizzazione



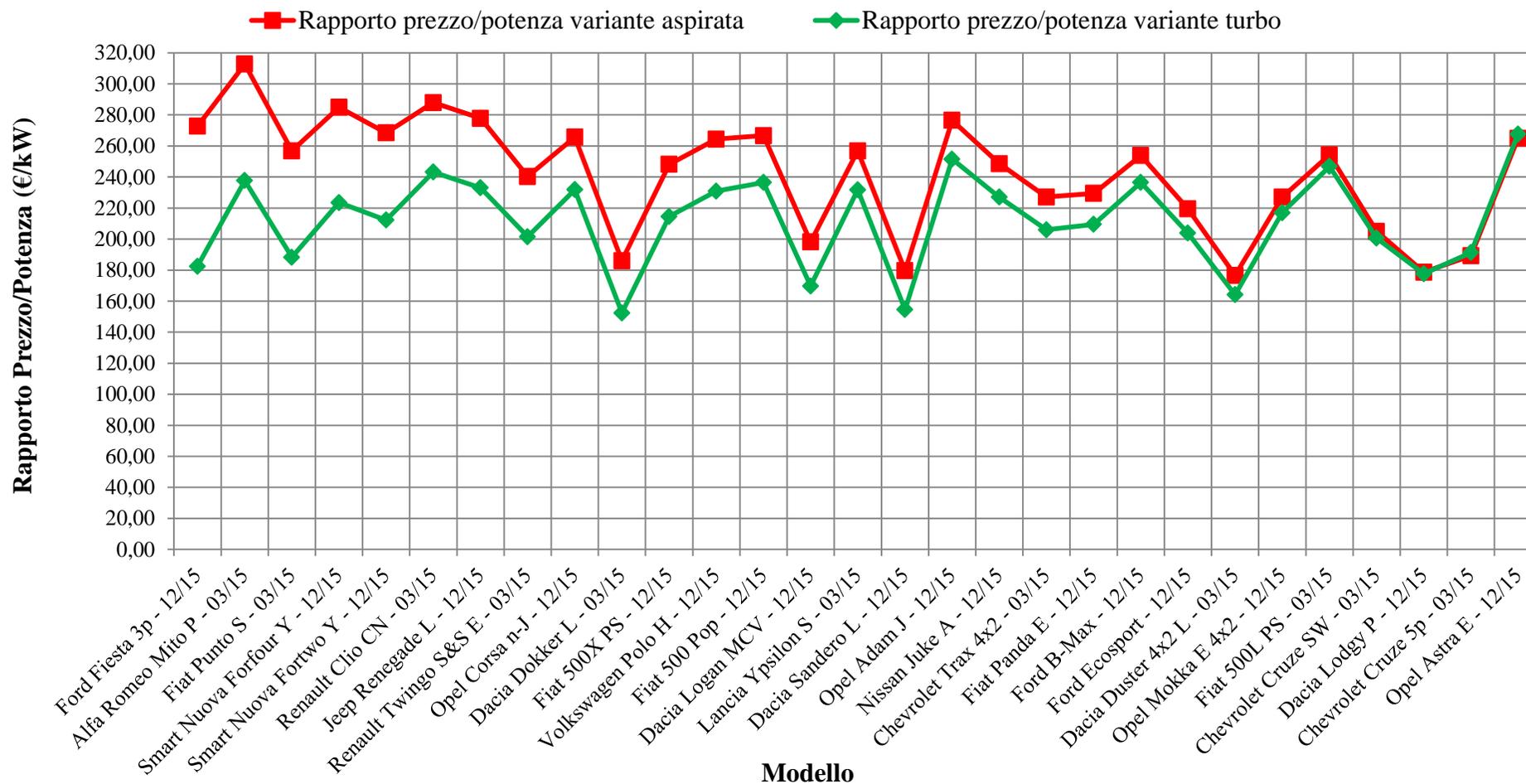
Fonte: Elaborazione di dati tratti da *Al Volante*, anno 17, n. 3 e 12.

Figura III-13. – Potenza, rapporto potenza/peso e consumi dei vari modelli al variare della tipologia di motorizzazione



Fonte: Elaborazione di dati tratti da *Al Volante*, anno 17, n. 3 e 12.

Figura III-14. – Rapporto prezzo/potenza dei vari modelli al variare della tipologia di motorizzazione



Fonte: Elaborazione di dati tratti da *Al Volante*, anno 17, n. 3 e 12.

3.4.2. Interpretazione del differenziale di prezzo tra varianti sovralimentate e aspirate

Si è già chiarito che il *downsizing* sui motori a benzina comporta, oltre che l'installazione del turbocompressore o di altro sistema di sovralimentazione, anche il passaggio dalla tecnologia di iniezione MPI alla GDI. Pertanto, per interpretare i differenziali di prezzo osservabili nell'ambito del censimento tra le varianti sovralimentate e quelle aspirate (figura III-12) può essere utile far riferimento ai costi mediamente sostenuti dagli *Original Equipment Manufacturer* (OEM) per l'implementazione di tali modifiche, stimabili in circa 300 €^{127 128}.

I prezzi di mercato delle auto sono comprensivi dell'imposta sul valore aggiunto e del *mark up* praticato dagli OEM e dalle concessionarie d'auto per conseguire un profitto dalla vendita dei prodotti. Dunque, prima di confrontare il costo delle modifiche legate al *downsizing* con la media delle variazioni di prezzo tra le due varianti, è necessario ricaricare il primo valore di una certa percentuale di *mark up* e, successivamente, dell'aliquota dell'imposta sul valore aggiunto.

A titolo meramente esemplificativo, svolgeremo una simulazione con una percentuale di ricarico complessiva del 30%¹²⁹:

$$300,00 \text{ €} \cdot (1 + 0,30) \cdot (1 + 0,22) = 475,80 \text{ €}$$

così facendo, si ottiene un valore significativamente inferiore alla media dei differenziali di prezzo tra le varianti sovralimentate e quelle aspirate, pari a 1.477,15 €. Ipotizzando che quest'ultimo valore dipenda solo dalle differenze di costo di cui si è parlato, la percentuale di ricarico (r) in esso implicita è pari al 304% circa e si ottiene mediante lo svolgimento della seguente operazione:

$$300,00 \text{ €} \cdot (1 + r) \cdot (1 + 0,22) = 1.477,15 \rightarrow r = \frac{1.477,15 \text{ €}}{300,00 \cdot (1 + 0,22)} - 1 = 3,04$$

Pertanto, sembra logico ipotizzare che le politiche commerciali seguite dagli OEM giochino un ruolo piuttosto importante nella definizione dei prezzi dei modelli sovralimentati. Per un confronto più dettagliato è possibile fare riferimento alla figura III-15, che

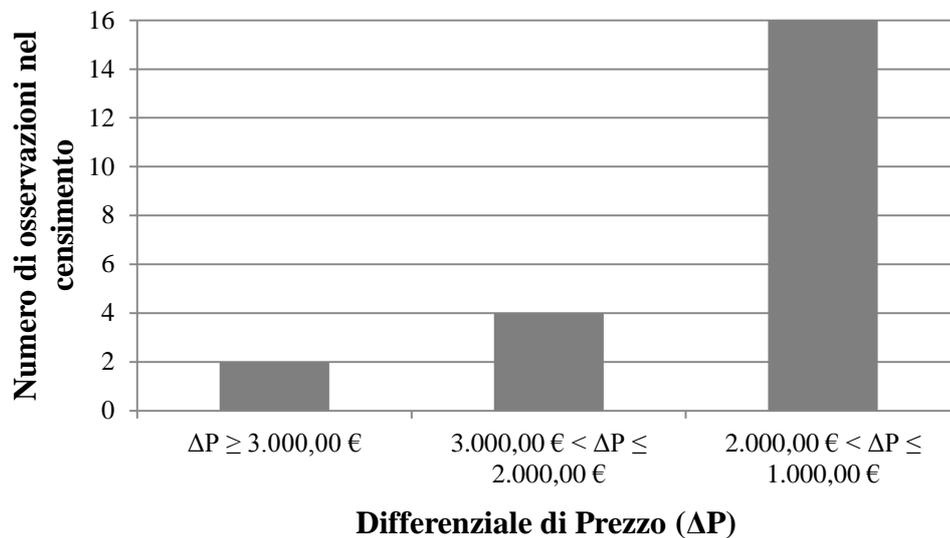
¹²⁷ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica leader nel settore *automotive*. Naturalmente il dato di costo non considera le eventuali modifiche da apportare all'albero a camme.

¹²⁸ Non si hanno informazioni sufficienti per comprendere nell'analisi i risparmi di costo connessi alla realizzazione di componenti di dimensioni più contenute, i quali dovrebbero essere sottratti dai costi sorgenti come conseguenza dei cambiamenti di tecnologia richiesti dal *downsizing*.

¹²⁹ Questa percentuale sembra sufficientemente ampia per rappresentare il *mark up* massimo praticato da OEM e *dealer* (fonte: <http://www.autoblog.it/post/330011/quanto-guadagna-il-gruppo-volkswagen-per-ogni-auto-venduta>
http://www.repubblica.it/motori/attualita/2010/11/09/news/ma_quanto_le_paga_le_auto_una_concessionaria_-8882906/?refresh_ce)

evidenzia come, per 22 delle 29 auto presenti nel censimento¹³⁰, la differenza tra il prezzo della variante sovralimentata e quello della variante aspirata (indicato con ΔP) sia superiore a 1.000,00 €.

Figura III-15. - Differenziali di prezzo tra le varianti sovralimentate ed aspirate delle auto presenti nel censimento



Fonte: Elaborazione di dati tratti da Al Volante, anno 17, n. 3 e 12.

Il confronto tra questi valori ci porta ad interpretare i differenziali di prezzo tra le due varianti di gran parte dei veicoli compresi nel censimento come la conseguenza di due fenomeni: l'incremento dei costi di produzione nel passaggio dalla versione aspirata a quella sovralimentata e la volontà degli OEM di porre in essere delle politiche di *pricing* che hanno l'effetto di incrementare il margine di profitto di quelle varianti che offrono all'utente prestazioni migliori.

3.4.3. Analisi di regressione multipla su prezzo e caratteristiche prestazionali delle automobili

L'approccio seguito nello svolgimento dell'analisi di regressione sui dati di cui alla tabella III-7 è quello tipico della *hedonic price theory*¹³¹. Nell'ambito di tale impostazione teorica, ciascun prodotto viene considerato come un insieme di attributi. Queste caratteristiche, che determinano il livello qualitativo del prodotto, vengono trattate esse stesse come se fossero prodotti o servizi caratterizzati da un proprio prezzo implicito.

¹³⁰ Il grafico è stato costruito senza considerare l'auto Nissan Juke, la cui variante aspirata ha un prezzo più elevato rispetto a quella sovralimentata.

¹³¹ Murray e Sarantis, 1999.

L'applicazione di questo approccio teorico al settore *automotive* consente di scrivere la seguente *hedonic price equation*:

$$P_i = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Q_{1,i} + \alpha_2 \cdot Q_{2,i} + \dots + \alpha_j \cdot Q_{j,i}$$

In altri termini P_i , il prezzo dell'automobile i , può essere espresso come la somma dei prodotti tra il prezzo implicito di ciascun attributo j (α_j) e la quantità o intensità degli stessi nell'ambito del veicolo i ($Q_{j,i}$). L'intercetta dell'equazione (α_0) è la quota del prezzo dell'automobile che non dipende dalle caratteristiche considerate.

Mentre il prezzo dell'automobile e la quantità di ciascun attributo sono generalmente noti, i prezzi impliciti di ciascuna caratteristica non possono essere osservati in modo diretto. Infatti, la stima di tali parametri richiede lo svolgimento di un'analisi di regressione che utilizza il prezzo del veicolo come variabile dipendente ed i diversi attributi dello stesso come variabili indipendenti.

L'obiettivo che ci si è posti nello svolgimento di quest'analisi è quello di stimare dei valori di prezzo per le auto comprese nel censimento che siano tra loro confrontabili, poiché depurati delle differenze qualitative esistenti tra le stesse. In particolare, gli *output* della regressione saranno utilizzati per sostenere il maggior valore, sia per il consumatore che per il produttore, dei veicoli *downsized* rispetto a quelli con motorizzazione tradizionale.

Ai fini dello svolgimento della regressione i dati rappresentati nella tabella III-7 sono stati suddivisi in due *data set* a seconda della variante a cui facevano riferimento. Pertanto, operativamente sono state condotte due analisi di regressione: una sui dati relativi alle auto con motorizzazione sovralimentata, l'altra sui dati relativi alle auto con motorizzazione aspirata.

Le variabili indipendenti utilizzate nell'analisi, riconducibili a caratteristiche del veicolo o a variabili di comodo, sono riportate nella tabella III-8.

Tabella III-8. – *La scelta delle variabili indipendenti*

Tipologia di variabile	Variabili indipendenti selezionate
Caratteristica del veicolo	– Peso in ordine di marcia (t)
	– Potenza massima sviluppabile dal motore (kW)
	– Consumi del veicolo (km/l)
Variabile di comodo	– <i>Premium price</i>
	– <i>Cost leadership</i>

Il peso in ordine di marcia è stato selezionato come variabile indipendente poiché esplicativo delle dimensioni dei veicoli considerati. Dunque, sembra logico ipotizzare che il coefficiente di regressione associato a tale variabile abbia segno positivo. La stessa considerazione vale per le altre due caratteristiche qualitative incluse tra le variabili indipendenti: sembra sensato aspettarsi che il prezzo di un veicolo cresca all'aumentare della potenza massima sviluppabile dal motore e del numero di chilometri percorribili con un litro di carburante.

Le variabili di comodo sono finalizzate a introdurre nell'analisi le diverse politiche di *pricing* seguite dalle case automobilistiche. Entrambe le variabili hanno natura binaria, potendo assumere alternativamente un valore di 0 o di 1. La variabile "*premium price*" assume valore 1 in corrispondenza di quelle auto che presentano un differenziale di prezzo positivo rispetto a modelli simili, 0 in tutti gli altri casi. La variabile "*cost leadership*" assume valore 0 in corrispondenza di quelle auto che presentano un differenziale di prezzo negativo rispetto a modelli simili, 1 in tutti gli altri casi.

Nello specifico, si è scelto di impostare la variabile "*cost leadership*" sul valore 0 in corrispondenza dei modelli del *brand* Dacia e di attribuire all'altra variabile il valore 1 in corrispondenza dei modelli Jeep Renegade, Nissan Juke, Opel Adam e Volkswagen Polo.

In seguito all'esame dei risultati di un primo tentativo di regressione, si è optato per l'eliminazione dei valori anomali rappresentati dai modelli Ford Fiesta e Opel Astra con motorizzazione sovralimentata e Chevrolet Cruze e Nissan Juke con motorizzazione aspirata. In particolare, coerentemente con le indicazioni di Chatterjee e Price (1991), è stata presa in considerazione la possibilità di scartare le osservazioni che presentavano residui standard maggiori di 2 o minori di -2.

Le tabelle III-9 e III-10 riportano gli *output* dell'analisi di regressione svolta sui due *data set* in seguito all'eliminazione degli *outlier*.

Tabella III-9. - *Output dell'analisi di regressione svolta sui modelli con motore sovralimentato*

Statistica della regressione		
27 osservazioni	$R^2 = 0,93$	Errore Std = 1.040,67
Coefficienti di regressione – Equazione $P(T)$		
Variabile	Valore	
α_0 : intercetta	1.703,23	
α_1 : coefficiente peso in ordine di marcia	6.390,88	
α_2 : coefficiente potenza massima	87,11	
α_3 : coefficiente consumi	-155,53	
α_4 : coefficiente variabile di comodo “ <i>premium price</i> ”	2.088,56	
α_5 : coefficiente variabile di comodo “ <i>cost leadership</i> ”	4.690,59	

Tabella III-10. - *Output dell'analisi di regressione svolta sui modelli con motore aspirato*

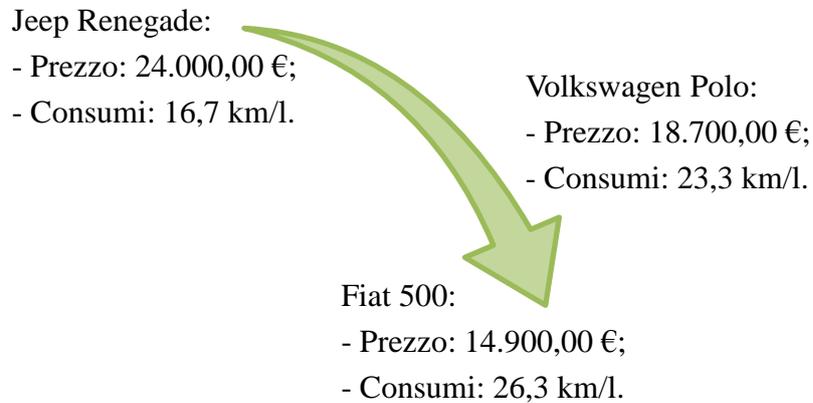
Statistica della regressione		
27 osservazioni	$R^2 = 0,90$	Errore Std = 1.169,73
Coefficienti di regressione – Equazione $P(A)$		
Variabile	Valore	
α_0 : intercetta	1.831,22	
α_1 : coefficiente peso in ordine di marcia	2.664,61	
α_2 : coefficiente potenza massima	138,71	
α_3 : coefficiente consumi	-115,12	
α_4 : coefficiente variabile di comodo “ <i>premium price</i> ”	1.886,46	
α_5 : coefficiente variabile di comodo “ <i>cost leadership</i> ”	4.340,28	

Contrariamente a quanto era logico aspettarsi, i risultati mostrano una relazione inversa tra prezzo e consumi del veicolo (il prezzo aumenta al diminuire del numero di chilometri percorribili con un litro di carburante)¹³². Ciò potrebbe essere dovuto alle ristrette dimensioni del censimento, all'interno del quale molti modelli con prezzo di mercato più elevato presentano peggiori *performance* in termini di consumi a causa di un mag-

¹³² Per un esame più approfondito della relazione prezzo-consumi si veda il sottoparagrafo 3.4.6.

gior peso in ordine di marcia e/o di una maggiore cilindrata (figura III-16 e tabella III-7).

Figura III-16. - Esempio di variazione del prezzo e dei consumi tra i modelli (auto con motorizzazione sovralimentata)



Fonte: Elaborazione di dati tratti da Al Volante, anno 17, n. 12

Il segno dei coefficienti delle altre due variabili individuate tra le caratteristiche qualitative dei veicoli è coerente con quanto ci si aspettava prima di condurre l'analisi. È opportuno ricordare che i dati presi in considerazione sono quelli dichiarati dalle case automobilistiche.

3.4.4. Significatività dei risultati

L'analisi della significatività dei risultati ottenuti può prendere avvio con lo studio del coefficiente di determinazione R^2 . Tale coefficiente ha un campo di esistenza che varia tra 0 e 1: in particolare, assume valore di 0 in assenza di relazione lineare tra le variabili considerate e valore di 1 in presenza di perfetta dipendenza lineare tra le stesse. Il coefficiente di determinazione misura la bontà di adattamento del modello ai dati, indicando la proporzione della variazione della variabile dipendente spiegata dalle variabili indipendenti utilizzate nella regressione¹³³.

Il coefficiente R^2 assume un valore piuttosto elevato in corrispondenza di entrambi i *data set* analizzati. In particolare:

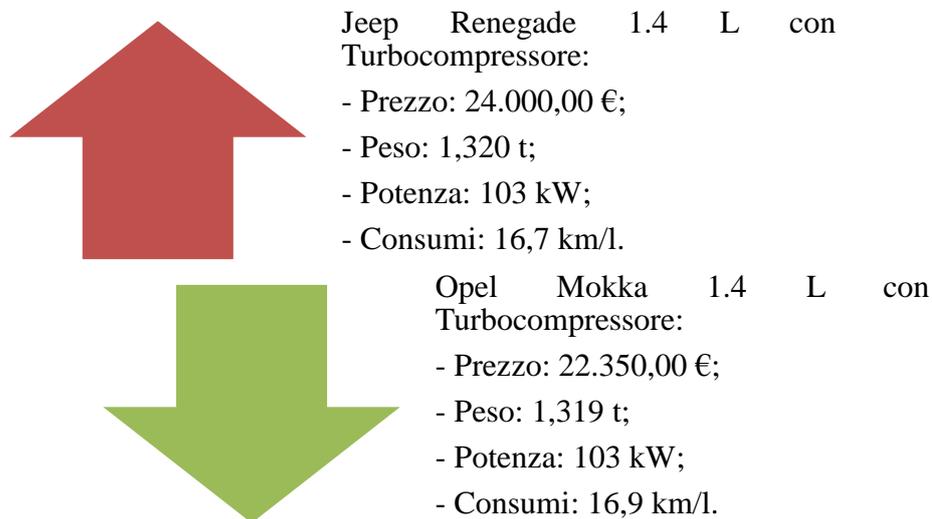
- Nella regressione svolta sui dati relativi alle auto con motore sovralimentato, le variabili indipendenti spiegano il 93% della variazione del prezzo di mercato dei veicoli;

¹³³ Borra e Di Ciaccio (2008).

- Nella regressione svolta sui dati relativi alle auto con motore aspirato, le variabili indipendenti spiegano il 90% della variazione del prezzo di mercato dei veicoli.

L'introduzione delle due variabili di comodo ha causato un incremento del coefficiente di determinazione pari a 0,18 nella regressione condotta sulle auto con motore sovralimentato e a 0,09 nella regressione condotta sull'altro *data set*. Ciò è spiegato dalla presenza, nell'ambito del censimento, di modelli di auto le cui differenze di prezzo, essendo imputabili a diverse politiche commerciali seguite dalle case automobilistiche, non sono accompagnate da variazioni delle caratteristiche qualitative considerate nell'analisi di regressione (per un esempio a riguardo si veda la figura III-17).

Figura III-17. - *Confronto del prezzo e delle caratteristiche qualitative tra due modelli di auto presenti nel censimento*



Fonte: Elaborazione di dati tratti da *Al Volante*, anno 17, n. 12

L'errore standard di regressione misura la variabilità degli scostamenti dei valori previsti dal modello da quelli osservati¹³⁴. Tale valore risulta pari a 1.040,67 € nella regressione condotta sulle auto con motore sovralimentato e a 1.169,73 € nella regressione condotta sull'altro *data set*.

3.4.5. Applicazione dei risultati

La lettura integrata dei dati relativi al prezzo e alle caratteristiche prestazionali delle due varianti di auto considerate ci ha portato a dedurre che i modelli con motorizzazione sovralimentata si caratterizzano per un rapporto costi/valore più favorevole per il cliente rispetto a quelli tradizionali.

¹³⁴ Borra e Di Ciaccio (2008).

Per confermare quest'intuizione, i coefficienti delle equazioni $P(T)$ e $P(A)$ sono stati applicati alle caratteristiche qualitative espresse dalla medesima variante di ciascun modello presente nel campione. Per una più agevole e significativa interpretazione dei risultati, si è scelto di applicare i due sistemi di prezzi impliciti agli attributi prestazionali riconducibili alle varianti sovralimentate dei modelli considerati, in modo tale da poter rispondere alla seguente domanda: quale sarebbe il prezzo dei modelli aspirati se questi presentassero le medesime caratteristiche qualitative di quelli sovralimentati?

A titolo esemplificativo, la tabella III-11 illustra la metodologia seguita considerando uno dei modelli di auto compresi nell'analisi.

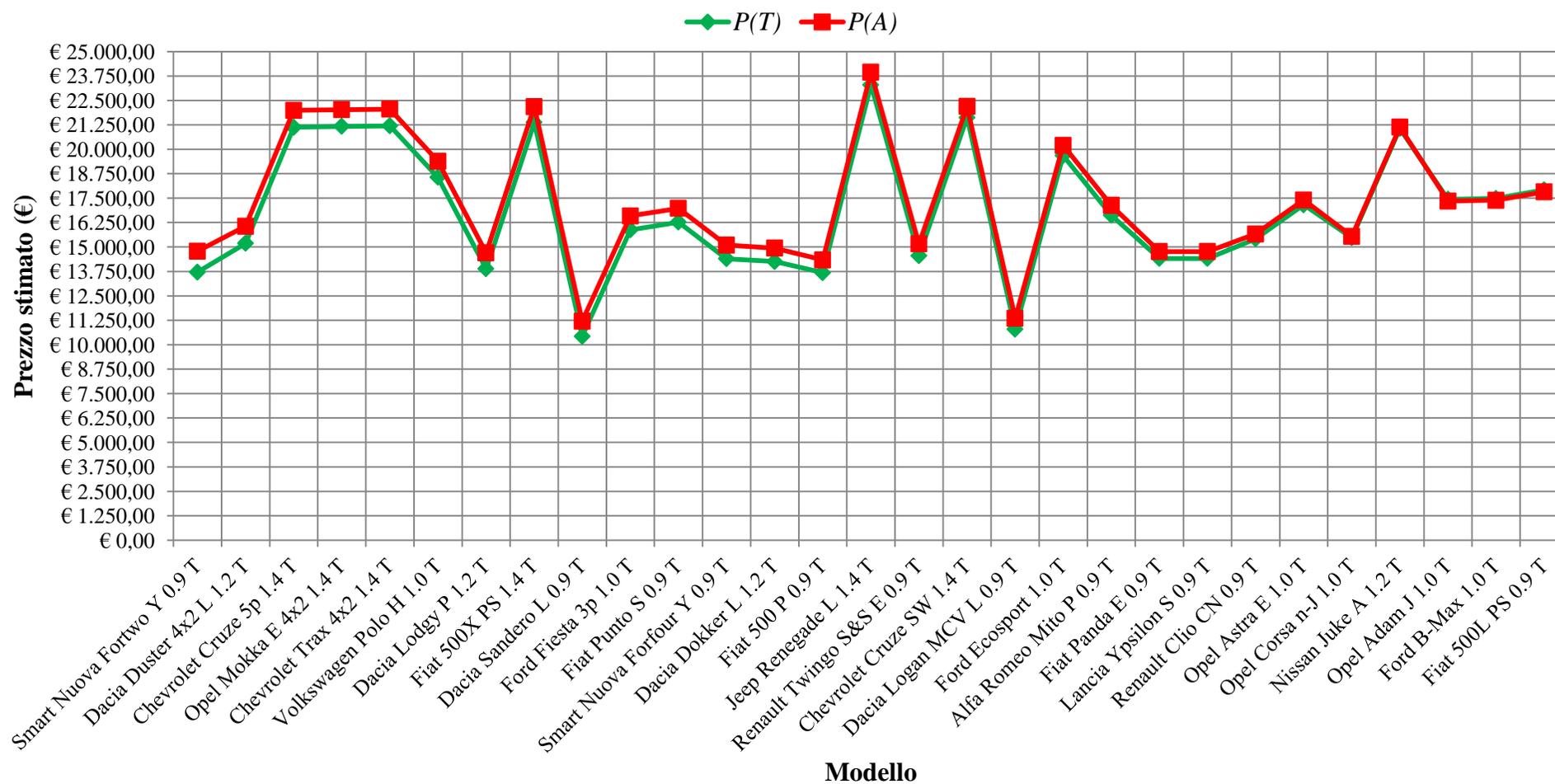
Tabella III-11. - *Esempio di applicazione dei risultati delle analisi di regressione*

Fiat Panda "Easy" 0.9 L con Turbocompressore				
Peso: 0,975 t	Potenza: 63 kW	Consumi: 23,8 km/l	Variabile <i>Premium</i> <i>Price: 0</i>	Variabile <i>Cost</i> <i>Leadership: 1</i>
$P(T) = 1.703,23 + (6.390,88 \cdot 0,975) + (87,11 \cdot 63) + (-155,53 \cdot 23,8) + (2.088,56 \cdot 0) + (4.690,59 \cdot 1) = 14.411,45 \text{ €}$				
$P(A) = 1.831,22 + (2.664,61 \cdot 0,975) + (138,71 \cdot 63) + (-155,12 \cdot 23,8) + (1.886,46 \cdot 0) + (4.340,28 \cdot 1) = 14.768,62 \text{ €}$				

In questo caso, l'applicazione dei prezzi impliciti risultanti dalla regressione svolta sul *data set* di auto con motore sovralimentato porta alla determinazione di un prezzo stimato più basso. Dalla figura III-18 si evince che tale risultato vale per quasi tutti i veicoli compresi nel censimento, a conferma del fatto che le varianti sovralimentate presentano un rapporto costi/valore più favorevole per il cliente rispetto a quello delle auto con motorizzazione aspirata.

I valori che giacciono sulla linea rossa, calcolati applicando i coefficienti dell'equazione $P(A)$ alle caratteristiche qualitative dei modelli con turbocompressore, rappresentano la stima dei prezzi che le case automobilistiche praticerebbero per la vendita di auto con motore aspirato in grado di offrire le medesime caratteristiche prestazionali delle loro controparti sovralimentate. Questa simulazione non tiene conto delle implicazioni tecniche legate al miglioramento delle prestazioni delle auto con motore aspirato e dovrebbe essere validata da ulteriori ricerche e approfondimenti.

Figura III-18. - *Prezzi stimati applicando i sistemi di prezzi impliciti P(T) e P(A) agli attributi dei veicoli con motore sovralimentato*



Seguendo la logica del *cost-plus pricing*, in cui i costi del prodotto determinano il suo prezzo di vendita¹³⁵, è possibile scrivere:

$$Prezzo = Costo \cdot (1 + \% \text{ di mark up}) \cdot (1 + \text{aliquota IVA})$$

da cui si ricava:

$$Costo = \frac{Prezzo}{(1 + \% \text{ di mark up}) \cdot (1 + \text{aliquota IVA})}$$

Esclusivamente ai fini di mostrare l'applicazione del metodo proposto, ipotizzando una percentuale di *mark up* del 30%, in modo da tenere conto anche del margine dovuto all'intermediazione, sia per i modelli con motore sovralimentato che per quelli con motore aspirato¹³⁶ e applicando quest'ultima formula ai prezzi riportati in figura III-18 si ottiene la stima dei costi totali delle auto con motore sovralimentato ($C(T)$) e delle auto con motore aspirato ($C(A)$) se queste ultime offrissero le medesime caratteristiche prestazionali delle prime (figura III-19). I risultati di quest'ultima operazione suggeriscono che, dato un certo *target* di caratteristiche prestazionali da offrire al cliente, il *downsizing* costituisce l'alternativa progettuale che potrebbe ridurre i costi di produzione sostenuti dalla casa automobilistica¹³⁷. Anche in questo caso, la simulazione non prende in considerazione le implicazioni tecniche legate al miglioramento delle prestazioni dei motori aspirati.

In conclusione, sembra opportuno sintetizzare di seguito i principali limiti dell'indagine svolta:

1. Il basso numero di osservazioni all'interno del censimento può produrre effetti distorsivi sui coefficienti di regressione;
2. L'introduzione delle due variabili di comodo non sterilizza completamente l'influenza che le politiche commerciali esercitano sulla determinazione dei prezzi;
3. La raccolta e l'analisi dei valori dichiarati dalle case automobilistiche espone al rischio che questi divergano dalle effettive prestazioni su strada delle autovetture (sottoparagrafo 3.2.4);
4. La mancanza di informazioni di dettaglio sulle differenze tecnico-produttive esistenti tra le due tipologie di motori preclude la possibilità di effettuare delle pre-

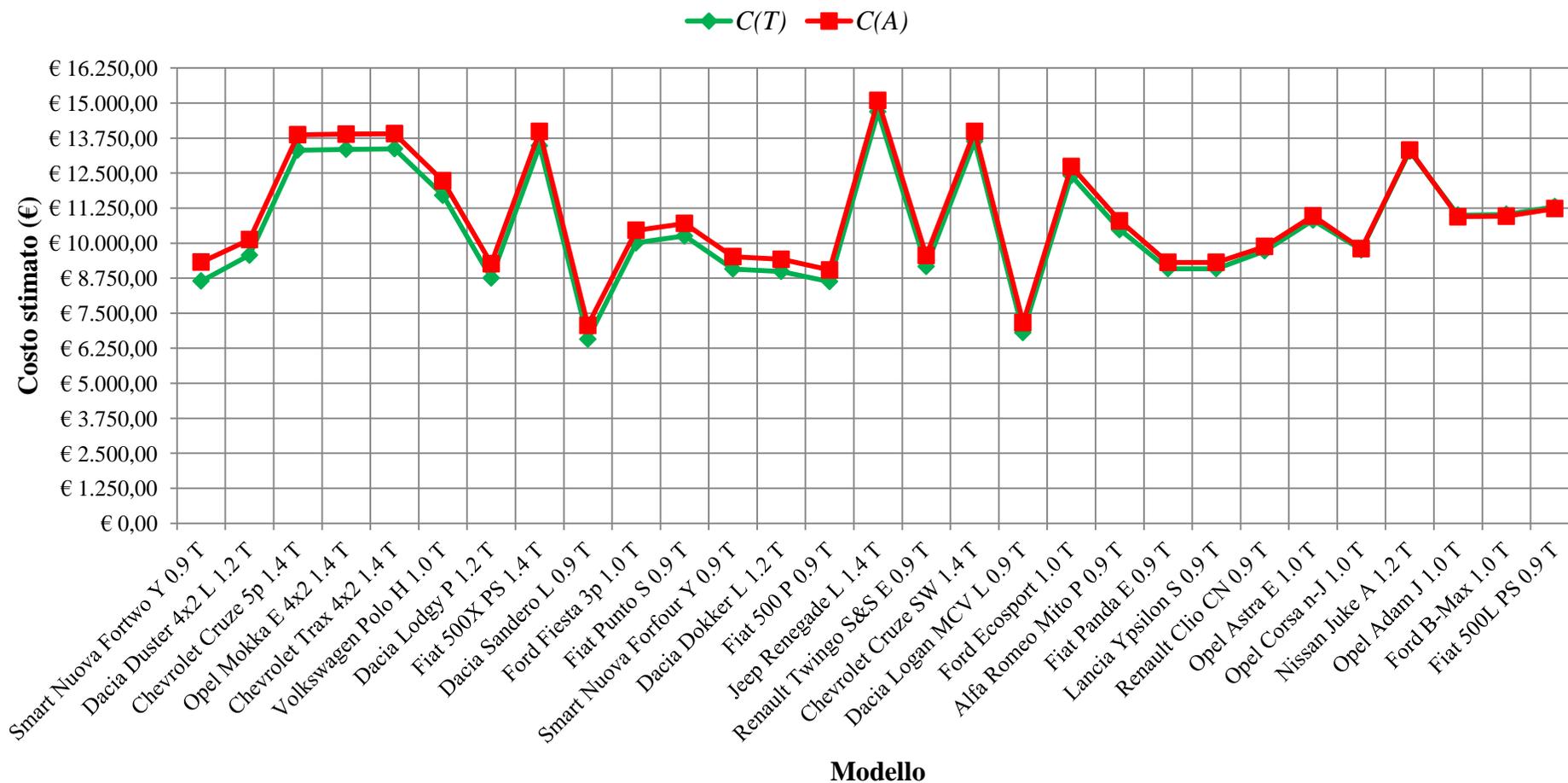
¹³⁵ Marelli, 2009.

¹³⁶ Quest'ipotesi sembra piuttosto prudente visto che, come affermato nel sottoparagrafo 3.4.2, sembra ragionevole ipotizzare che i produttori conseguano un margine più elevato dalla vendita delle varianti sovralimentate piuttosto che dalla vendita delle varianti aspirate.

¹³⁷ Quest'affermazione, con tutti i suoi limiti, è valida soltanto con riferimento al censimento realizzato, considerato che i risultati della regressione non possono essere utilizzati in termini inferenziali.

cise comparazioni di costo e di verificare la bontà delle leggi di crescita dei costi illustrate nel secondo capitolo.

Figura III-19. – Costi stimati dei modelli con motore sovralimentato e delle varianti aspirate se offrissero le medesime prestazioni dei primi



3.4.6. Alcuni approfondimenti sul censimento

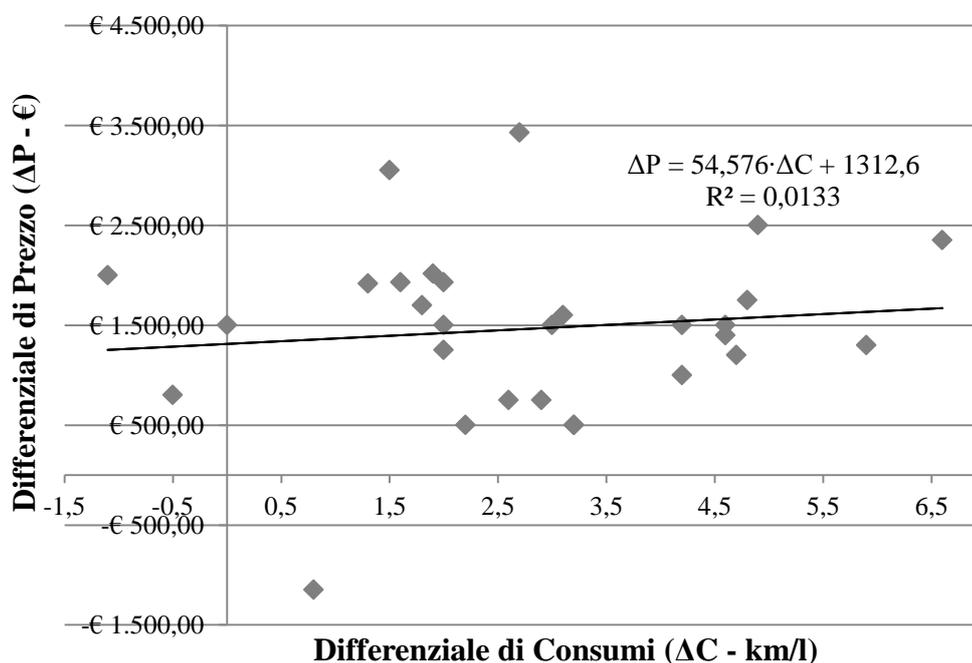
Per sciogliere ogni riserva sulla relazione positiva tra prezzo di mercato dell'automobile e numero di chilometri da essa percorribili con un litro di carburante e confermare la spiegazione precedentemente proposta per l'*output* della regressione multipla con riferimento a questa variabile (figura III-16), si è optato per lo svolgimento di un'ulteriore analisi di approfondimento.

In particolare, per lo studio della relazione tra queste due variabili, sono state definite le seguenti grandezze:

- ΔP : il differenziale di prezzo tra variante sovralimentata e aspirata del veicolo;
- ΔC : il differenziale dei consumi tra variante sovralimentata e aspirata del veicolo.

Utilizzando i dati di input della tabella III-7 si è svolta una regressione lineare tra le due grandezze, ponendo come variabile dipendente ΔP e come variabile indipendente ΔC . L'*output* della regressione è illustrato in figura III-20.

Figura III-20. - *Output della regressione lineare tra ΔP e ΔC*

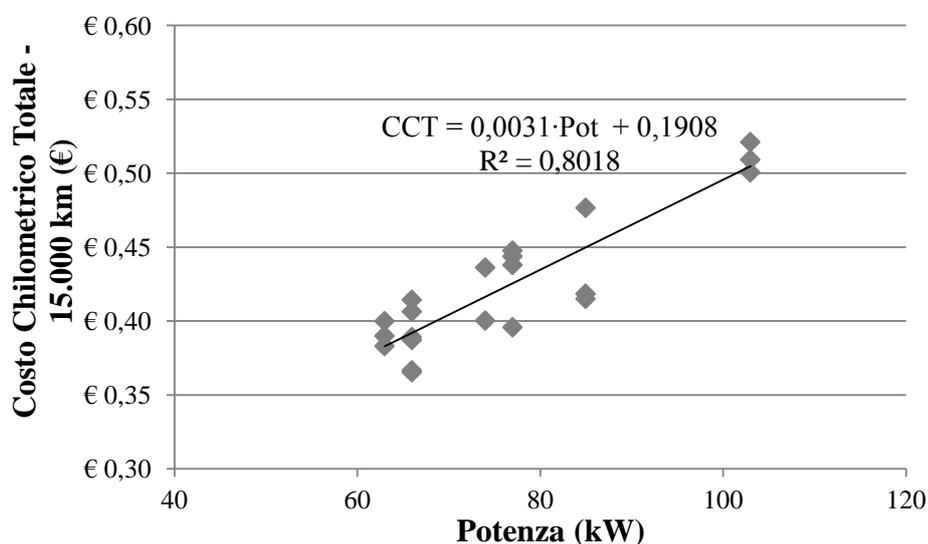


Coerentemente con le ipotesi formulate prima dello svolgimento della regressione multipla, quest'ultima analisi evidenzia una relazione positiva tra prezzo di mercato dell'auto e chilometri da essa percorribili con un litro di carburante. Il fatto che la regressione lineare presenti un basso valore di R^2 non rappresenta un problema, dal momento che quest'analisi è stata svolta per analizzare la correlazione tra le due grandezze,

non per cercare di spiegare in maniera esauriente le variazioni della variabile dipendente.

Data l'importanza del TCO quale variabile in grado di orientare le scelte degli utenti sul mercato, sembra particolarmente interessante proporre un ulteriore approfondimento su questa figura di costo. Sfruttando i dati di costo chilometrico totale raccolti per le varianti sovralimentate di alcune delle auto censite sotto l'ipotesi di una percorrenza di 15.000 km, si è studiata la relazione tra questa grandezza e la potenza massima sviluppabile dall'autovettura. L'*output* della regressione lineare effettuata ponendo come variabile dipendente il costo chilometrico totale e come variabile indipendente la potenza del veicolo è illustrato in figura III-21¹³⁸.

Figura III-21. - *Output della regressione lineare tra costo chilometrico totale e potenza delle auto sovralimentate*



Come era logico aspettarsi, l'*output* dell'analisi mostra una correlazione positiva tra le due variabili. La regressione è molto esplicativa, con la variabile indipendente in grado di spiegare l'80% delle variazioni della variabile dipendente ($R^2 = 0,80$) e le due variabili presentano una forte correlazione lineare, dato che il coefficiente di correlazione di Pearson¹³⁹ assume un valore di 0,90. Nell'ambito del censimento si evince dunque l'importante ruolo della potenza dell'autovettura quale *driver* del suo TCO.

¹³⁸ La medesima regressione svolta sulle auto con motore aspirato, pur essendo meno esplicativa, ha prodotto risultati molto simili: $CCT = 0,0031 \cdot Pot + 0,2457$, $R^2 = 0,75$ e $\rho_{CCT,POT} = 0,79$.

¹³⁹ L'indice di correlazione di Pearson ($\rho_{X,Y}$) esprime il grado di correlazione lineare tra due variabili; il suo campo di esistenza varia tra -1 (perfetta correlazione negativa) e 1 (perfetta correlazione positiva). La formula per il suo calcolo è $\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{X,Y}}{\sigma_X \sigma_Y}$ con $\sigma_{X,Y}$ la covarianza tra le variabili X e Y e σ_X, σ_Y le deviazioni standard delle stesse (Borra e Di Ciaccio, 2008).

3.4.7. Analisi di regressione multipla sull'intero data set

Il maggior valore delle auto con motore sovralimentato rispetto alle loro controparti aspirate può essere dimostrato in modo più sintetico rispetto a quanto è stato proposto nei sottoparagrafi precedenti. In particolare, le 54 osservazioni raccolte con riferimento al prezzo, al peso in ordine di marcia, alla potenza massima, ai consumi e alle variabili di comodo *premium price* e *cost leadership* delle auto possono essere studiate nell'ambito di un'unica regressione multipla riferita a entrambe le tipologie di motorizzazione considerate. In questo caso, per analizzare l'effetto esercitato dal *downsizing* sul prezzo di mercato a parità di prestazioni è sufficiente introdurre nella regressione un'ulteriore variabile di comodo, denominata "sovralimentazione", che assumerà un valore di 0 in corrispondenza dei modelli con motore aspirato e un valore di 1 in corrispondenza dei modelli con motore sovralimentato (tabella III-12).

Tabella III-12. - Output dell'analisi di regressione svolta sull'intero data set

Statistica della regressione		
54 osservazioni	$R^2 = 0,92$	Errore Std = 1.059,79
Coefficienti di regressione		
Variabile	Valore	
α_0 : intercetta	262,63	
α_1 : coefficiente peso in ordine di marcia	5.090,07	
α_2 : coefficiente potenza massima	114,37	
α_3 : coefficiente consumi	-88,10	
α_4 : coefficiente variabile di comodo " <i>premium price</i> "	4.329,49	
α_5 : coefficiente variabile di comodo " <i>cost leadership</i> "	1.924,44	
α_6 : coefficiente variabile di comodo "sovralimentazione"	-330,61	

Il segno del coefficiente della variabile di comodo introdotta nell'ambito di quest'indagine è negativo: ciò suggerisce che, a parità di condizioni con riferimento alle altre variabili, il *downsizing* produce una riduzione del prezzo di mercato delle automobili. In altre parole, il prezzo di un veicolo sovralimentato aumenta all'aumentare delle sue prestazioni, ma meno di quanto aumenta quello di un'autovettura aspirata. Pertanto, il risultato di quest'analisi di regressione è coerente con quello dell'indagine proposta in precedenza, e può essere utilizzato per supportarne le conclusioni. Per quanto riguarda il segno degli altri coefficienti e la significatività dei risultati ottenuti valgono le stesse

considerazioni presentate in precedenza, essendo gli *output* delle regressioni tra loro molto simili.

IV. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il presente capitolo intende fornire una sintesi della metodologia, dei principali risultati e dei limiti delle indagini presentate nella sezione precedente del lavoro (paragrafo 4.1). Successivamente, si andranno a proporre delle considerazioni conclusive sulla relazione tra *downsizing* e costi sostenuti dall'OEM (paragrafo 4.2). Il lavoro si conclude con l'individuazione di alcuni possibili spunti di riflessione per eventuali ricerche future sull'argomento (paragrafo 4.3).

4.1. I principali risultati dell'indagine

L'obiettivo iniziale del presente lavoro era quello di verificare se e in quale misura la soluzione progettuale del *downsizing* nel settore *automotive* fosse in grado di promuovere dei risparmi sui costi sostenuti dal produttore. Successivamente, la complessità del prodotto automobile ci ha portato ad allargare il *focus* dell'indagine alle implicazioni del *downsizing* in termini di *Total Cost of Ownership* (TCO) e di valore creato per l'utente finale.

Lo studio della relazione tra costi, valore e *downsizing* è stato affrontato mediante lo svolgimento di un'indagine qualitativa sul caso specifico della Volkswagen Touran Ecofuel (paragrafo 3.3) e di un'indagine quantitativa su un insieme di dati pubblici relativi alle auto proposte sul mercato italiano con motorizzazione sia sovralimentata sia aspirata (paragrafo 3.4).

Il caso Volkswagen Touran Ecofuel, oltre ad anticipare uno dei risultati dell'indagine quantitativa¹⁴⁰, costituisce un esempio concreto di *downsizing* e di come tale soluzione progettuale possa combinarsi con diversi approcci utili alla riduzione dei costi di produzione. A tal proposito, si è già sottolineato come l'automobile sia stata progettata sfruttando non solo il concetto di *downsizing*, ma anche quelli di *platform sharing* e modularità per ridurre i costi connessi alla gestione di un elevato numero di componenti e per far leva sull'effetto scala.

Sul piano quantitativo, mediante lo svolgimento di un'analisi di regressione multipla, si è cercato di individuare le principali determinanti del prezzo di mercato delle automobili comprese nel *data set*. Gli *output* di quest'indagine sono stati poi utilizzati per stimare quanto, nell'ambito del censimento, le auto con motore aspirato costerebbero all'utente finale nel caso in cui presentassero le medesime prestazioni delle loro controparti sovra-

¹⁴⁰ Si fa riferimento al miglior rapporto costi/valore prodotto dalle auto con motore sovralimentato rispetto alle loro controparti tradizionali

limentate. Il risultato di quest'operazione (figura III-18) ci ha portato ad affermare che le auto con motore sovralimentato presentano, rispetto a quelle con motorizzazione aspirata, un miglior rapporto costi/valore nella prospettiva del cliente. Tale conclusione può essere integrata con la lettura dei dati sui costi chilometrici totali riportati nel sottoparagrafo 3.2.2, i quali mostrano come, generalmente, nell'ambito del *data set* analizzato, il *Total Cost of Ownership* dei modelli con motore sovralimentato sia più basso rispetto a quello delle loro controparti aspirate¹⁴¹. Ipotizzando che i produttori e i distributori ottengano margini non troppo dissimili dalla vendita delle due tipologie di veicoli, è stata poi delineata una seconda conclusione: dato un certo *target* di caratteristiche prestazionali da offrire al cliente, il *downsizing* costituisce l'alternativa progettuale che potrebbe ridurre i costi di produzione unitari sostenuti dalla casa automobilistica (figura III-19). Le simulazioni realizzate per giungere a queste conclusioni non hanno tenuto conto delle implicazioni tecniche legate al miglioramento delle prestazioni dei motori aspirati e dovrebbero essere validate da ulteriori ricerche e approfondimenti.

I principali limiti dell'indagine quantitativa sviluppata nel presente lavoro sono di seguito sintetizzati:

1. Il basso numero di osservazioni all'interno del censimento può produrre effetti distorsivi sui coefficienti di regressione;
2. L'introduzione delle due variabili di comodo non sterilizza completamente l'influenza che le politiche commerciali esercitano sulla determinazione dei prezzi;
3. La raccolta e l'analisi dei valori dichiarati dalle case automobilistiche espone al rischio che questi divergano dalle effettive prestazioni su strada delle autovetture (sottoparagrafo 3.2.3);
4. La mancanza di informazioni di dettaglio sulle differenze tecnico-produttive esistenti tra le due tipologie di motori preclude la possibilità di effettuare delle precise comparazioni di costo e di verificare la bontà delle leggi di crescita dei costi illustrate nel secondo capitolo.

I risultati delle indagini proposte nel lavoro, letti in concomitanza con le condizioni di contesto che hanno portato alla diffusione del *downsizing* (sottoparagrafo 3.1.1), sembrano suggerire che tale alternativa progettuale rappresenti una soluzione in grado di

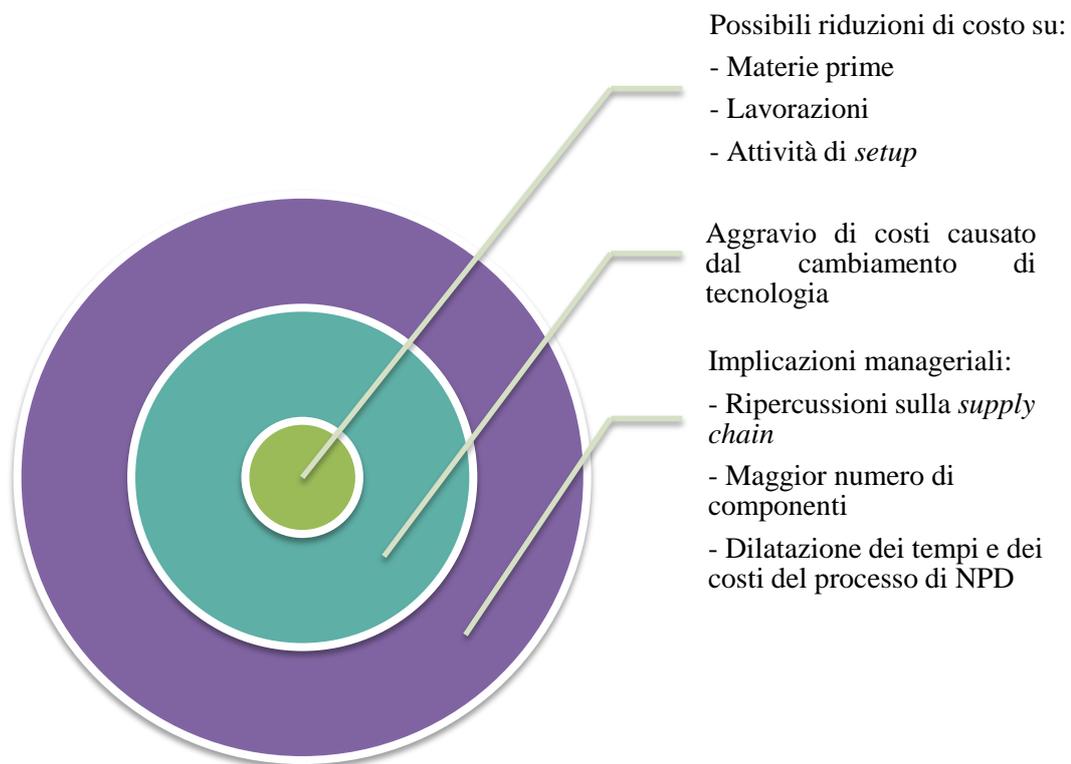
¹⁴¹ Gli unici elementi di costo considerati nell'ambito del modello di regressione sono rappresentati dal prezzo di acquisto e dai consumi dell'automobile. Pertanto, i costi chilometrici totali, andando a prendere in considerazione ulteriori elementi di costo che sorgono come conseguenza del possesso e dell'utilizzo del veicolo, completano lo studio del rapporto costi/valore delle automobili nella prospettiva del cliente.

migliorare il rapporto costi/valore del prodotto nella prospettiva del cliente e di fornire un'efficace risposta ad alcune delle sfide di natura ambientale che caratterizzano il contesto *automotive*.

4.2. La relazione tra *downsizing* e costi sostenuti dall'OEM

La figura IV-1 propone uno schema di sintesi degli effetti prodotti dal *downsizing* sui costi sostenuti dall'OEM.

Figura IV-1. - *Schema di sintesi sulla relazione tra downsizing e costi per l'OEM*



Al centro dello schema si fa riferimento ai potenziali risparmi di costo connessi alla realizzazione di componenti di dimensioni più contenute. Sebbene i dati a disposizione non abbiano consentito di approfondire la relazione tra riduzione della cilindrata del motore e relativi costi di produzione, ci sembra probabile che le leggi di crescita dei costi proposte in Ehrlenspiel et al. (2007), risultanti da indagini svolte con riferimento ad un ampio spettro di componenti e sottosistemi di prodotto, trovino riscontro anche nei processi produttivi che caratterizzano il settore *automotive*. Ad ogni modo, sembra opportuno sottolineare il ruolo critico rivestito dalle competenze per estrarre il potenziale di riduzione dei costi insito nel *downsizing*¹⁴².

¹⁴² Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica *leader* nel settore *automotive*.

Il secondo anello dello schema prende in considerazione i costi legati alle tecnologie da implementare sui motori di cilindrata ridotta per migliorarne le prestazioni. Nel caso dei motori a benzina, l'approccio convenzionale al *downsizing* combina l'installazione del turbocompressore (o di altro sistema di sovralimentazione) con la tecnologia dell'iniezione diretta: i costi sorgenti come conseguenza di queste modifiche, stimabili in circa 300 €, sembrano essere sufficientemente elevati per compensare i potenziali risparmi di costo legati alla minore dimensione delle componenti del motore¹⁴³. Sui motori alimentati a *diesel*, le diverse esigenze di alimentazione e gli interventi di riduzione della cilindrata mediamente più incisivi portano a supporre che il *downsizing* presenti maggiori potenzialità in termini di decremento dei costi.

L'anello più esterno dello schema si riferisce alle implicazioni manageriali della scelta del *downsizing*, causa di costi principalmente indiretti. Tra queste, è possibile individuare un primo ordine di conseguenze a livello di *supply chain*: ad esempio, i cambiamenti di tecnologia necessari per non sacrificare l'esperienza di guida con la riduzione della cilindrata del veicolo potrebbero rendere necessaria la ricerca di nuovi *partner* commerciali. Inoltre, il maggior numero di componenti necessari per la realizzazione dei motori *downsized* potrebbe determinare un incremento della complessità gestionale dei processi produttivi e delle attività amministrative, di pianificazione e di controllo. Infine, gli elementi di complessità tecnica introdotti dal *downsizing* potrebbero produrre una dilatazione dei costi e dei tempi imputabili alla progettazione dei nuovi propulsori. Concepire il motore come un sottosistema modulare ed installarlo su più autovetture può rappresentare una buona tattica per compensare quest'ultimo svantaggio.

In conclusione, sembra opportuno affermare che il fine del *downsizing* non è solo da individuare nella riduzione dei costi sostenuti dal produttore, ma anche nella riduzione dei costi sostenuti dall'utente finale (TCO). Dall'indagine proposta nel paragrafo 3.4, comunque, si evince che la maggiore onerosità di questa soluzione progettuale nella prospettiva dell'OEM si accompagna a una maggiore creazione di valore per il cliente.

4.3. Possibili sviluppi futuri

Il primo spunto di riflessione per possibili ricerche future che emerge dal presente lavoro fa riferimento alla necessità di analizzare sul campo la validità delle leggi di crescita dei costi contenute in Ehrlenspiel et al. (2007) con specifico riferimento ai processi pro-

¹⁴³ Informazione reperita da un'intervista a manager di aziende di componentistica *leader* nel settore *automotive*.

duttivi che caratterizzano il settore *automotive*. Uno studio di questo tipo permetterebbe di apprezzare le reali potenzialità del *downsizing* in termini di riduzione dei costi e di confrontarle con gli altri elementi schematizzati in figura IV-1.

Come secondo possibile sviluppo futuro, ci sembra interessante citare lo studio degli effetti che il *downsizing* genera sui principali *cost driver* aziendali. Il contributo di Riley e Shank-Govindarajan sulla classificazione dei *cost driver* (tabella IV-1) potrebbe rappresentare l'impostazione teorica a supporto del lavoro di ricerca.

Tabella IV-1. - *La classificazione dei cost driver secondo Riley (1987) e Shank-Govindarajan (1996)*

<i>Cost driver</i> strutturali	– Dimensione
	– Grado di integrazione verticale
	– Esperienza
	– Tecnologia
	– Complessità della gamma di prodotti/servizi
<i>Cost driver</i> operativi	– Coinvolgimento della forza lavoro
	– Gestione della qualità totale
	– Utilizzo della capacità produttiva
	– Efficienza nella disposizione degli impianti
	– Configurazione del prodotto
	– Sfruttamento dei collegamenti con i fornitori e/o i clienti lungo la catena del valore dell'azienda

Fonte: Giannetti, 2013

Per quanto riguarda i *cost driver* strutturali, sembra particolarmente interessante approfondire gli effetti del *downsizing* sull'esperienza e sulla tecnologia. È evidente, infatti, che questa soluzione progettuale potrebbe rendere obsoleti sia il *know-how* sia le tecnologie impiegate nella realizzazione di altri tipi di propulsori. Passando ai *cost driver* operativi, sembra opportuna l'analisi degli aspetti legati alla configurazione del prodotto e allo sfruttamento dei collegamenti con i fornitori lungo la catena del valore. Questo perché il *downsizing*, oltre a rendere più complessa la struttura del motore in termini di numero di componenti e di modalità di funzionamento¹⁴⁴, potrebbe comportare un maggior coinvolgimento delle aziende di componentistica nella progettazione dei propulsori. Lo studio dei *cost driver* strutturali e operativi è importante per comprendere se il

¹⁴⁴ Si vedano i sottoparagrafi 3.1.2 e 3.1.3.

downsizing, oltre a creare valore per l'utente finale, sia effettivamente in grado di creare valore per l'azienda migliorandone l'economicità.

Infine, potrebbe rivelarsi interessante lo studio delle strade alternative al *downsizing* per la riduzione dei consumi e delle emissioni delle autovetture nel rispetto dei vincoli di sostenibilità economica e di soddisfazione dell'utente finale.

BIBLIOGRAFIA

Al Volante, anno 17, numero 3, pp. 162-297 (listino del nuovo).

Al Volante, anno 17, numero 12, pp. 29-41 (“le bugie sui consumi”) e pp. 162-297 (listino del nuovo).

Anderson S.W. (2007), “Managing Costs and Cost Structure throughout the Value Chain: research on Strategic Cost Management”, in Chapman C.S., Hopwood A.G., Shields M.D. (Editors), *Handbook of Management Accounting Research*, Vol. 2, Elsevier, Oxford.

Ansari S., Bell J. e Okano H. (2007), “Target Costing: Uncharted Research Territory”, in Chapman C.S., Hopwood A.G., Shields M.D. (Editors), *Handbook of Management Accounting Research*, Vol. 2, Elsevier, Oxford.

Borra S., Di Ciaccio A. (2008), “Statistica, metodologie per le scienze economiche e sociali”, 2° ed., McGraw-Hill, Milano.

Chatterjee S., Price B., (1991), “Regression Analysis by Example”, 2° ed., Wiley, New York.

Cinquini L. (2009), “Aspetti Critici dell’Activity-Based Costing come Sistema Progredito di Calcolo dei Costi”, in Miolo Vitali P. (a cura di), *Strumenti per l’Analisi dei Costi*, Vol. II *Approfondimenti di Cost Accounting*, 3^a ed., G. Giappichelli Editore, Torino.

Cooper R., Slagmulder R. (1999), “Develop Profitable New Products with Target Costing”, in *Sloan Management Review*, Summer, pp. 23-33.

Davila A. e Wouters M. (2004), “Designing Cost-Competitive Technology Products through Cost Management”, in *Accounting Horizons*, March, pp. 13-26.

Davila A. e Wouters M. (2007), “Management Accounting in the Manufacturing Sector: Managing Costs at the Design and Production Stages”, in Chapman C.S., Hopwood A.G., Shields M.D. (Editors), *Handbook of Management Accounting Research*, Vol. 2, Elsevier, Oxford.

- Ehrlenspiel K., Kiewert A., Lindemann U. (2007), "Cost-Efficient Design", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- European Federation for Transport and Environment (2015), "How Clean are Europe's Cars? An Analysis of Carmaker Progress Towards EU CO₂ Targets in 2014", 10° ed., Bruxelles.
- Giannetti R. (2013), "La Riduzione Strategica dei Costi", G. Giappichelli Editore, Torino.
- Giannetti R. e Marelli A. (2013) "Global financial crisis, cost management tools and "green" product development: an exploratory study in Italy", paper presentato al 36th Annual Congress dell'European Accounting Association, Paris, 6-8 may 2013.
- Il Sole 24 Ore, Martedì 10 Marzo 2009, p. 21, "Il downsizing mette d'accordo le prestazioni con l'ecologia".
- Il Sole 24 Ore, Giovedì 29 Ottobre 2015, "Compromesso sui test europei: soglie più alte, slittano i tempi".
- Il Sole 24 Ore, Sabato 22 Agosto 2015, p. 21, "Toyota ha venduto nel mondo 8 milioni di auto ibride".
- International Council on Clean Transportation (2014), "European Vehicle Market Statistics, Pocketbook 2014", Berlin.
- International Council on Clean Transportation (2015), "From Laboratory to Road, A 2015 Update of Official and Real-World Fuel Consumption and CO₂ Values for Passenger Cars in Europe", Berlin.
- Kotler P. (2004), "Marketing Management", 11^a ed., Prentice Hall, New Jersey.
- Krishnan V. e Ulrich K.T. (2001), "Product Development Decisions: A Review of the Literature", in *Management Science*, January, pp. 1-21.
- Lanzara R. (2011), "La Rosa e il Sensore: Tradizione e Innovazione nell'Impresa Dinamica", FrancoAngeli, Milano.

- Marelli A. (2009), “Il Target Costing”, in Miolo Vitali P. (a cura di), *Strumenti per l'Analisi dei Costi, Vol. III Percorsi di Cost Management*, 3^a ed., G. Giappichelli Editore, Torino.
- Murray J., Sarantis N. (1999), “Price-Quality Relations and Hedonic Price Indexes for Cars in the United Kingdom” in *International Journal of the Economics of Business*, Vol. 6, N°1, pp. 5-27.
- Pahl G. e Beitz W. (1996), “Engineering Design: A Systematic Approach”, 2^a ed., Springer-Verlag London Limited, London.
- Pitzalis A. (2009), “La Logica del Life Cycle Costing” in Miolo Vitali P. (a cura di), *Strumenti per l'Analisi dei Costi, Vol. III Percorsi di Cost Management*, 3^a ed., G. Giappichelli Editore, Torino.
- Pitzalis A. (2009), “Il Total Cost of Ownership” in Miolo Vitali P. (a cura di), *Strumenti per l'Analisi dei Costi, Vol. III Percorsi di Cost Management*, 3^a ed., G. Giappichelli Editore, Torino.
- Quattroruote, numeri di Maggio e Giugno 2009 (listini del nuovo).
- Turner J. et al. (2014), “Ultra Boost for Economy: Extending the Limits of Extreme Engine Downsizing” in *SAE International Journal of Engines*, May, pp. 387-417.
- Winer R.S., Dhar R., Mosca F. (2013), “Marketing Management”, 2^a ed., Apogeo, Milano.

SITI CONSULTATI

Calcolo dei costi chilometrici, ACI - <http://servizi.aci.it/CKInternet/SelezioneModello> , consultato il 15 dicembre 2015.

Compressore volumetrico, MeccanicaWeb.it - <http://www.meccanicaweb.it/Articoli/Tecnica-auto/compressore-volumetrico.html> , consultato il 5 gennaio 2015.

Considerazioni metodologiche sul calcolo dei costi chilometrici, ACI - http://www.aci.it/fileadmin/documenti/servizi_online/Costi_chilometrici/Methodologia_web.pdf , consultato il 15 dicembre 2015.

Downsizing (meccanica), Wikipedia - [https://it.wikipedia.org/wiki/Downsizing_\(meccanica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Downsizing_(meccanica)) , consultato il 12 ottobre 2015.

Direct vs. Port Injection, The Chronicle Herald - <http://thechronicleherald.ca/wheelsnews/26226-direct-vs.-port-injection> , consultato il 3 marzo 2016

Engine downsizing and downspeeding, Autoelex Blog - <http://autoelexblog.blogspot.it/2013/10/engine-downsizing-and-downspeeding.html> , consultato il 5 gennaio 2015.

Fuel Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_injection , consultato il 3 marzo 2016

Gasoline Direct Injection, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Gasoline_direct_injection , consultato il 03/03/2016

Honeywell Turbo Advantage, Driving Fuel Efficiency and Performance - <http://www.honeywellbooster.com/2010-paris-motor-show/pdfs/turbo-advantage.pdf>, consultato il 5 gennaio 2015.

Il 1.4 TSI della Volkswagen Si Conferma “Miglior Motore 2010”, Al Volante.it - http://www.alvolante.it/news/miglior_motore_2010_1_4_tsi_volkswagen-274141044 consultato il 28 febbraio 2016.

Iniezione (motore), Wikipedia - [https://it.wikipedia.org/wiki/Iniezione_\(motore\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Iniezione_(motore)) , consultato il 3 marzo 2016

Ma quanto le paga le auto una concessionaria?, Repubblica.it - http://www.repubblica.it/motori/attualita/2010/11/09/news/ma_quanto_le_paga_le_auto_una_concessionaria_-8882906/?refresh_ce , consultato il 29 aprile 2016

Prova Volkswagen Touran Ecofuel 2.0 L, metanoauto.com - <http://www.metanoauto.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1212> , consultato il 10 novembre 2015.

Quanto guadagna il gruppo Volkswagen per ogni auto venduta?, Autoblog - <http://www.autoblog.it/post/330011/quanto-guadagna-il-gruppo-volkswagen-per-ogni-auto-venduta> , consultato il 29 aprile 2016

Renault Powertrain - <http://www.powertrain.renault.com/> , consultato il 9 gennaio 2016.

Riduzione delle emissioni inquinanti dei veicoli leggeri, EUR-Lex (2015) - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=URISERV%3A128186> , consultato il 16 gennaio 2016.

Sovralimentazione, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione> , consultato il 5 gennaio 2015.

Sovralimentazione tramite compressore volumetrico, Wikipedia - https://it.wikipedia.org/wiki/Sovralimentazione_tramite_compressore_volumetrico , consultato il 5 gennaio 2015.

Tasso di inflazione medio annuo calcolato dall'ISTAT, camera di commercio - <http://www.re.camcom.gov.it/Sezione.jsp?idSezione=753> , consultato il 23 gennaio 2016.

Three is the new four as engines downsize, Wired, <http://www.wired.com/2011/09/three-is-the-new-four-as-engines-downsize/> , consultato il 12 ottobre 2015.

Turbocompressore, Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/Turbocompressore> , consultato il 5 gennaio 2015.

Twincharger Commercial Availability, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Twincharger#Commercial_availability , consultato il 28 febbraio 2016.

Volkswagen presenta la nuova Touran - https://www.volkswagen-media-services.com/en/detailpage/-/detail/Volkswagen-presents-the-new-Touran/view/2031354/7a5bbec13158edd433c6630f5ac445da?p_p_auth=b4YeoIeh , consultato il 23 gennaio 2016.

Volkswagen Touran, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Touran , consultato il 23 gennaio 2016

Volkswagen Touran 1.4 TSI EcoFuel - Scheda Tecnica, metanoauto.com - <http://www.metanoauto.com/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=7033> consultato il 10 novembre 2015.

Volkswagen TSI Engines Explained, Autoevolution - <http://www.autoevolution.com/news/volkswagen-tsi-engines-explained-60143.html> , consultato il 28 febbraio 2016.

What that car really costs to own, Consumer Reports - <http://www.consumerreports.org/cro/2012/12/what-that-car-really-costs-to-own/index.htm> , consultato il 19 dicembre 2015.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno aiutato e supportato nella realizzazione del lavoro: sebbene il loro contributo sia stato importante, la responsabilità di qualsiasi errore, imprecisione o mancanza è da imputare esclusivamente al sottoscritto.

Innanzitutto, vorrei ringraziare il Prof. Riccardo Giannetti, relatore, per i numerosi spunti di riflessione, i preziosi insegnamenti ed il tempo dedicato alla mia tesi. Inoltre, desidero ringraziare l'Ing. Enrico Rebaudo (Responsabile Customer Center Fiat Continental), la Dott.ssa Valentina Temporelli (Business Relationship Management & Marketing Manager Automotive OE Schaeffler Italia S.r.l.) ed il Prof. Marco Pierini (dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze) per i loro suggerimenti e per avermi fornito dati e informazioni di fondamentale importanza per la completezza del lavoro. Ringrazio anche il Prof. Nicola Salvati (dipartimento di Economia e Management, Università di Pisa) per la sua disponibilità a dirimere alcuni dei miei dubbi.

Infine, vorrei ringraziare Emma per la sua vicinanza nei momenti di gioia e di difficoltà ed i miei genitori per il supporto che mi hanno dato in questi anni di studio.