



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF

Dipartimento di
Ingegneria Industriale



Studio del Processo e del Prodotto

Introduzione al corso



Per materiale completo da scaricare:

<https://dl.dropbox.com/u/22827444/Materiale%20SPP%20202011.zip>

Registratevi anche sulla piattaforma E-moodle per ricevere materiale aggiornato ed eventuali comunicazioni:

<http://e-l.unifi.it> e cercare il corso fra quelli di Ingegneria Meccanica A.A. 2017-2018

Chiave di registrazione: 12345

Ricevimento:

Ore 11.00-12.00 il Lunedì ed il Giovedì

Altri giorni su appuntamento

- 11 Gennaio 2018
- 01 Febbraio 2018
- 22 Febbraio 2018
- 14 Giugno 2018
- 28 Giugno 2018
- 19 Luglio 2018
- 13 Settembre 2018

Iscrizione agli appelli di esame tramite CSIAF

Su appuntamento altre date per almeno 5 studenti



Prova scritta per chi ha frequentato

A fine semestre, il 18 o 19 Dicembre 2017, si terrà una prova scritta solo per chi abbia frequentato le lezioni.

La prova scritta varrà come orale e farà media con il voto ricevuto per l'elaborato DFM.

Nel corso dell'anno le valutazioni saranno solo orale + DFM

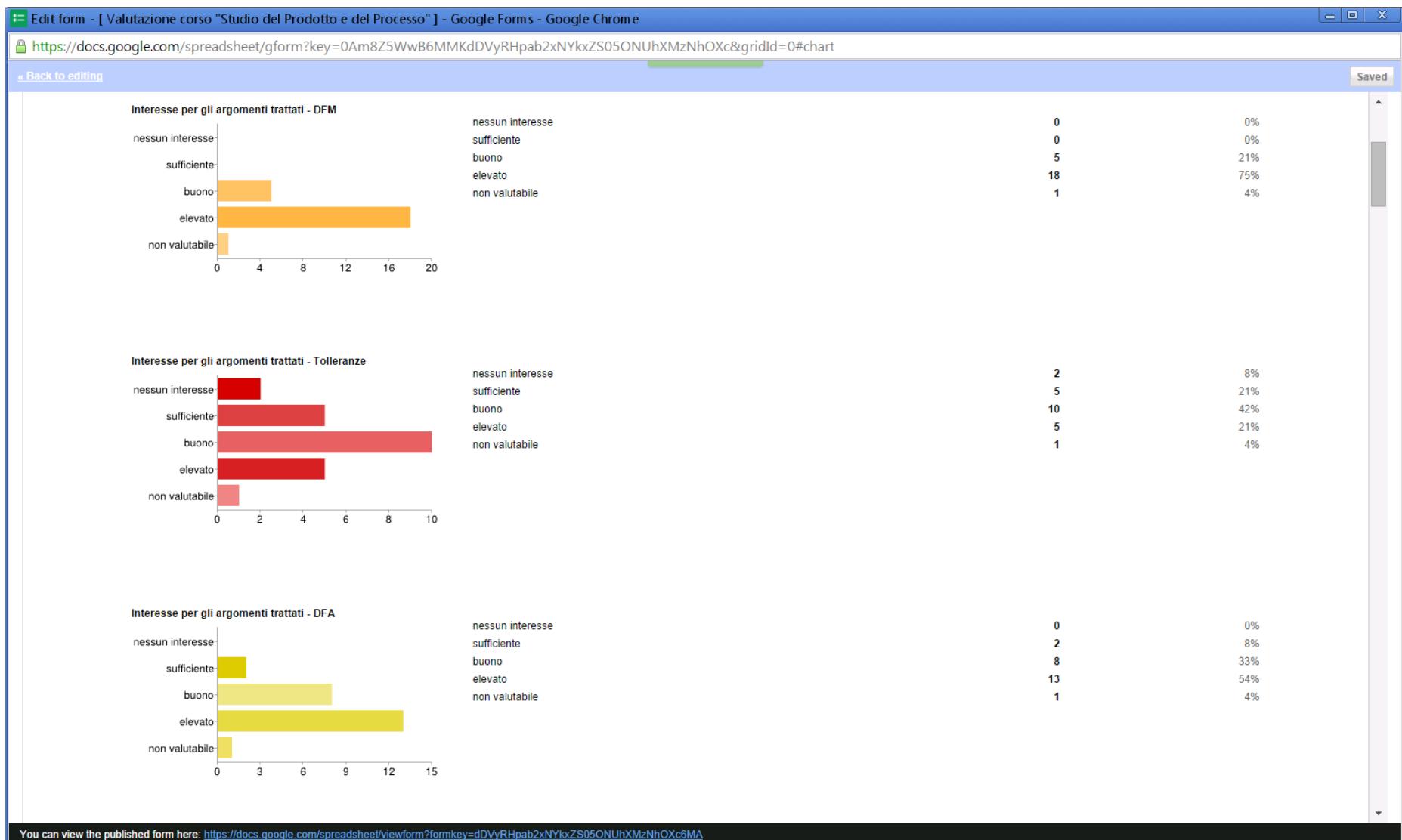




- Design for Manufacturing (2,5 CFU)
 - I progetti DFM: strategie e esempi
 - Revisione del processo produttivo (processi net shape e best practice per processi tradizionali)
 - Criteri di scelta di materiali alternativi
 - Tolerancing di minimo costo
- Ottimizzazione degli assemblaggi meccanici Processi per DFM e tecnologie speciali (3 CFU)
 - Processi per materiali polimerici
 - Processi per la produzione di compositi
 - Processi non convenzionali Net Shape (Laser, WaterJet, EDM)
- Tecnologie di giunzione e design for sustainability (0,5 CFU)
 - Tecnologie di saldatura
 - Processi finitura e superfinitura
 - Accenni al riciclaggio dei materiali
 - Impatto ambientale delle lavorazioni

- K.T.Ulrich, D. Eppinger, "Progettazione e Sviluppo Prodotto" - MacGraw Hill
- Kalpakjian, "Manufacturing Process for Engineering Materials" - Addison Wesley (5th edizione, le precedenti non contengono la parte sui materiali plastici)
- I. Crivelli Visconti, "Materiali Compositi", Hoepli
- Più materiale PDF postato sul gruppo







Solo per Ingegneria Meccanica:

Entro il **10 Dicembre** chi frequenta il corso dovrà presentare uno studio DFM di un prodotto consumer durante il ricevimento studenti. I 5 migliori progetti saranno presentati in aula

La votazione per il progetto costituisce 1/3 del voto per l'esame





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF

Dipartimento di
Ingegneria Industriale



Studio del Prodotto e del Processo

**Argomento 1 – Introduzione
al Design For Manufacturing**



Durante le ultime fasi dello sviluppo prodotto è difficile collegare fra loro i bisogni e le specifiche di un problema. Si ricorre quindi al DFX, dove X è una caratteristica di qualità (affidabilità, robustezza, manutenzione, impatto ambientale, etc.).

Questo approccio permette di focalizzare il lavoro verso obiettivi ben definiti, stabilendo come limite il peggioramento delle caratteristiche funzionali del prodotto.





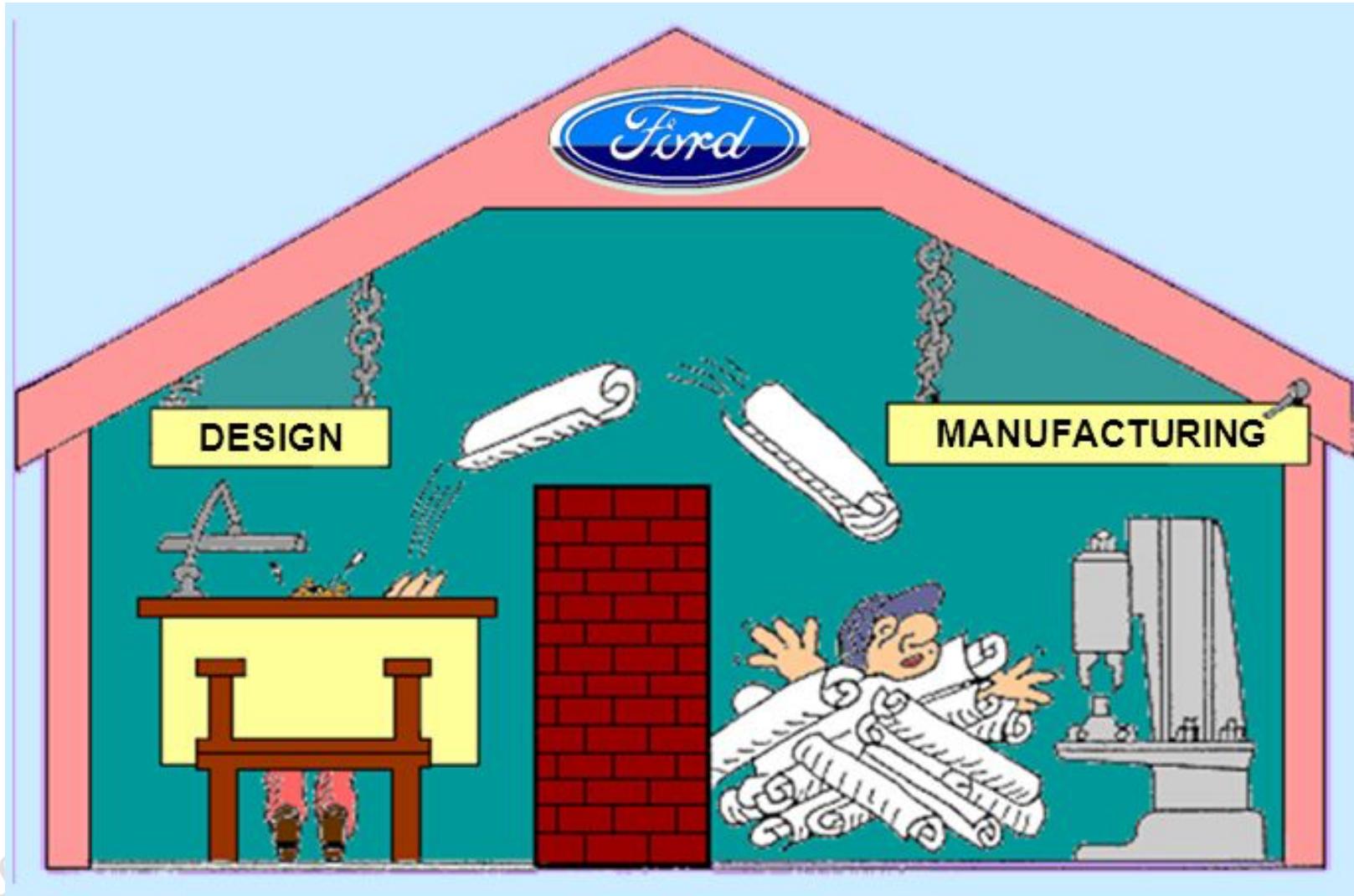
Il DFM richiede una squadra multifunzionale con le seguenti competenze:

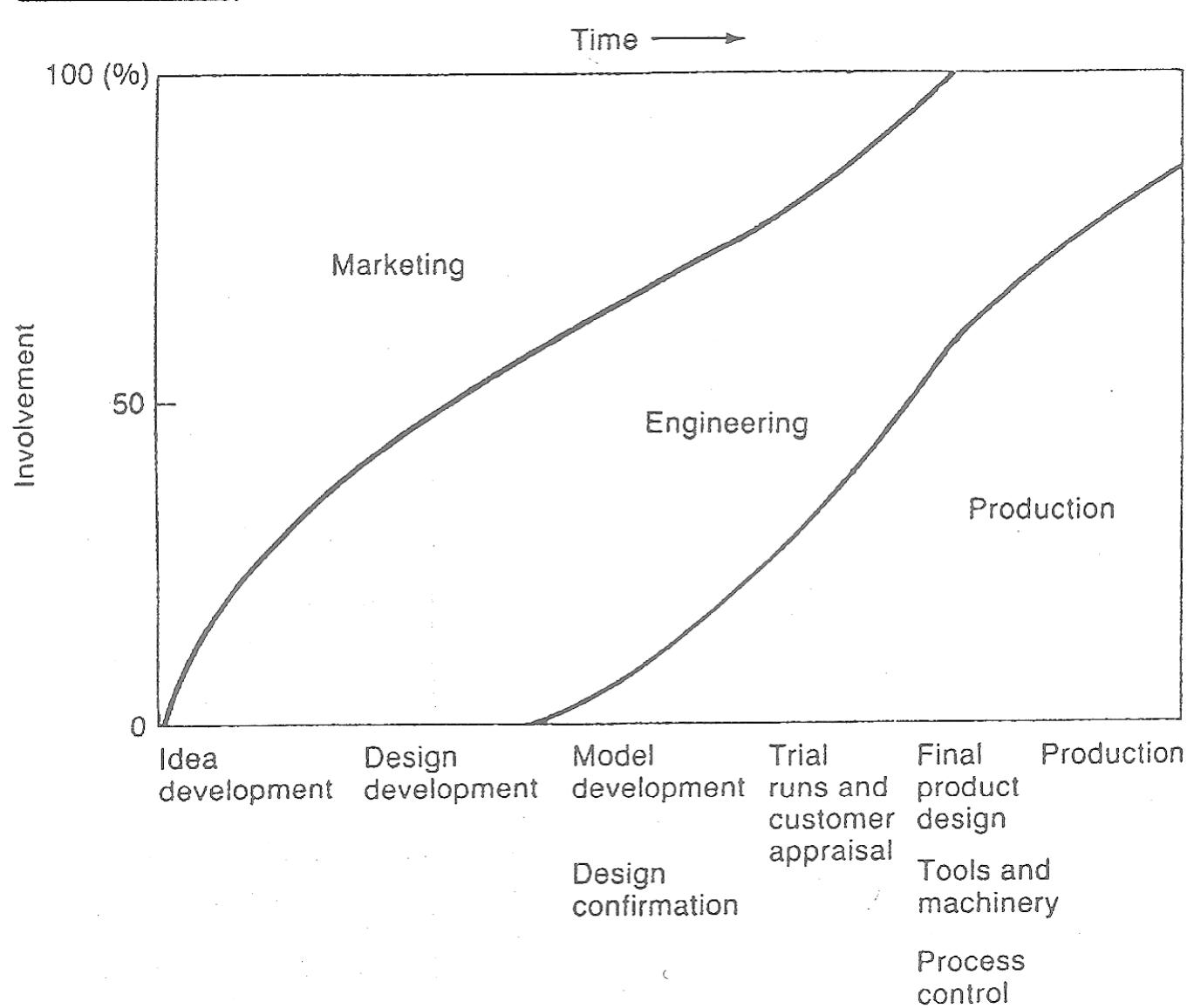
- capacità di comprendere il progetto e le sue esigenze funzionali
- saper sviluppare delle alternative progettuali
- conoscere i processi di fabbricazione ed assemblaggio generali e disponibili in azienda
- saper stimare tempi e costi della produzione e del *ramp-up*
- Il team è quindi costituito da tecnologi, progettisti ed esperti di tempi e metodi





Design over the wall





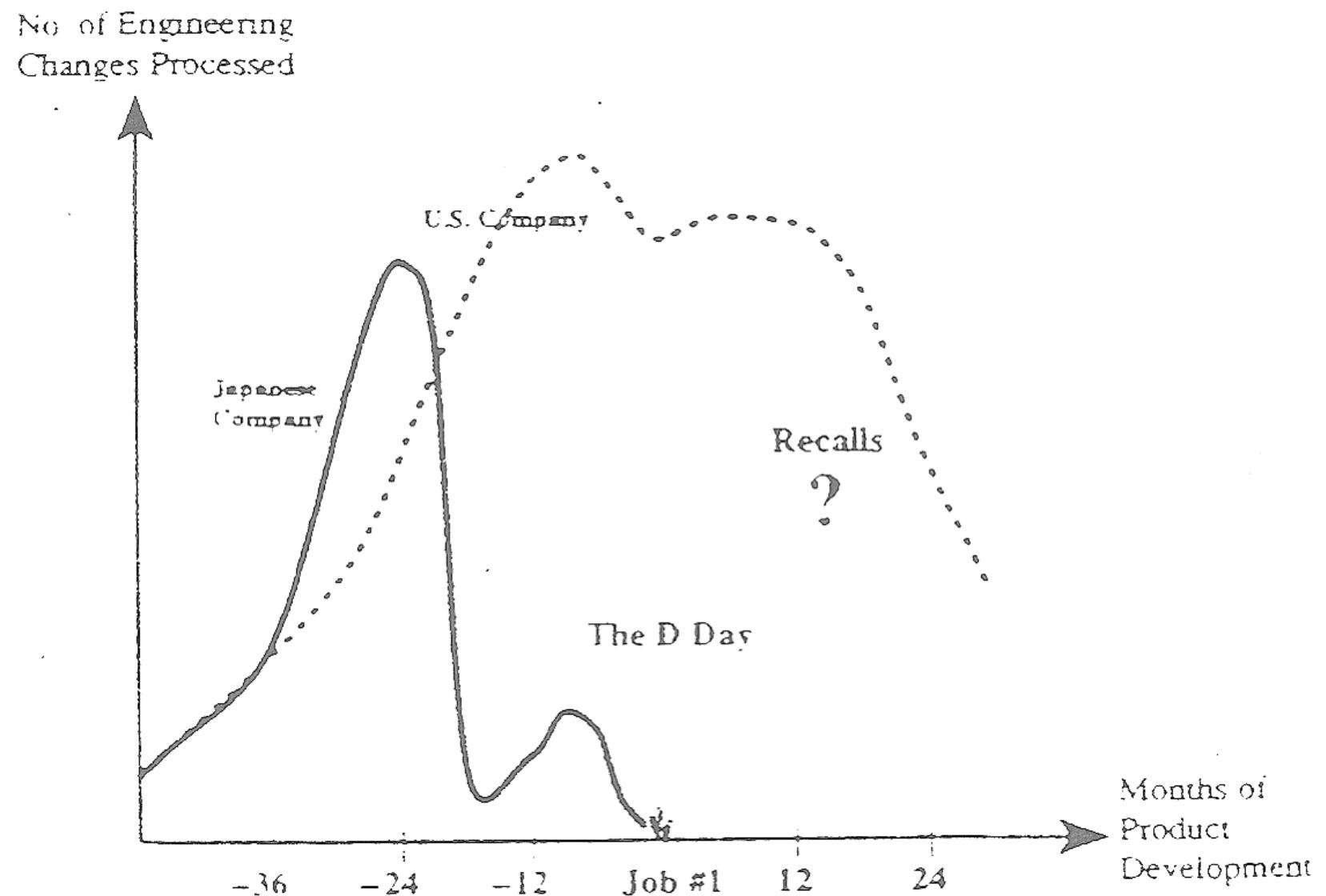


DFM – Design For Manufacturing

L'applicazione del DFM è stata portata avanti in modo massiccio dalle aziende a partire dagli anni '80. Attualmente tutti i prodotti sono presentati alla produzione solo dopo uno studio in tale senso.

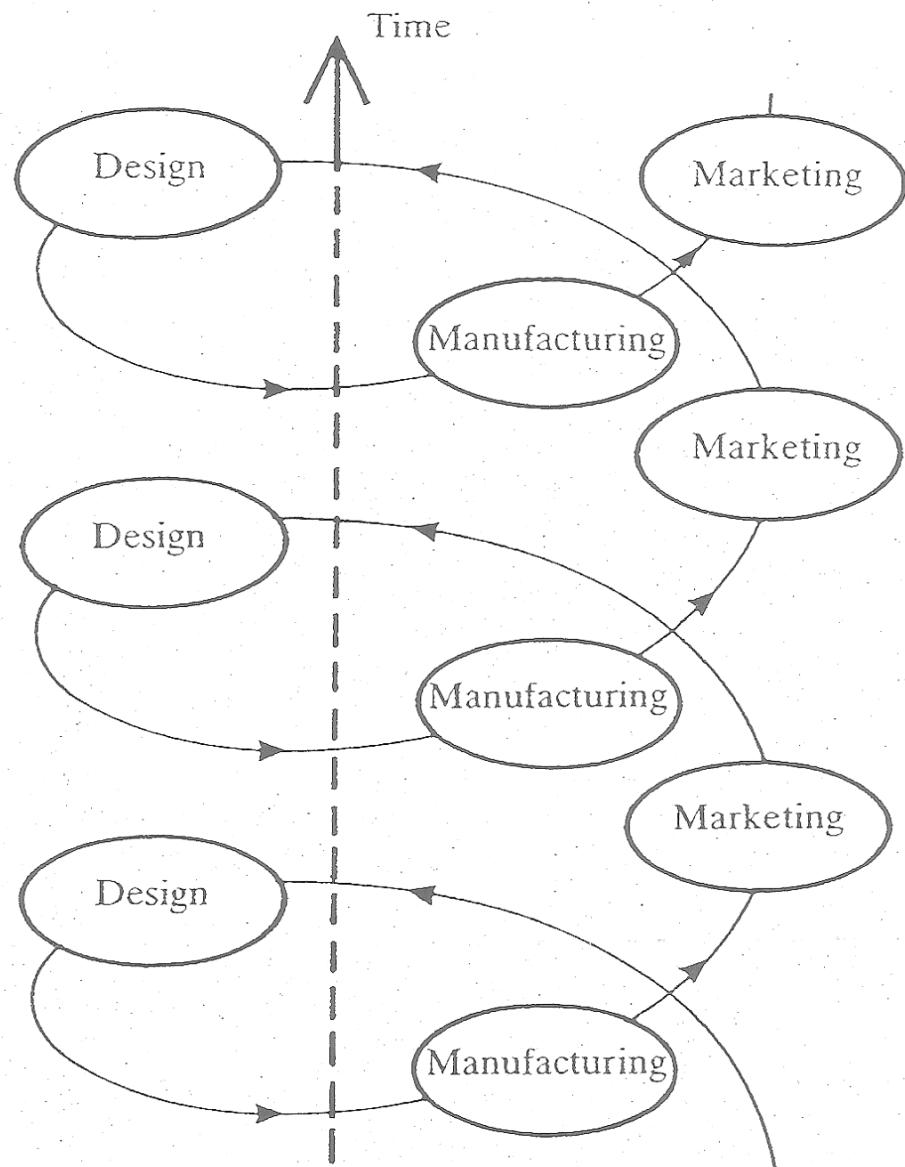
Il DFM ha portato ha portato alla riduzione dei costi di produzione, alla riduzione del numero delle parti, all'uso di nuovi materiali, all'introduzione di parti standardizzate ed integrate e di procedure di assemblaggio più semplici.





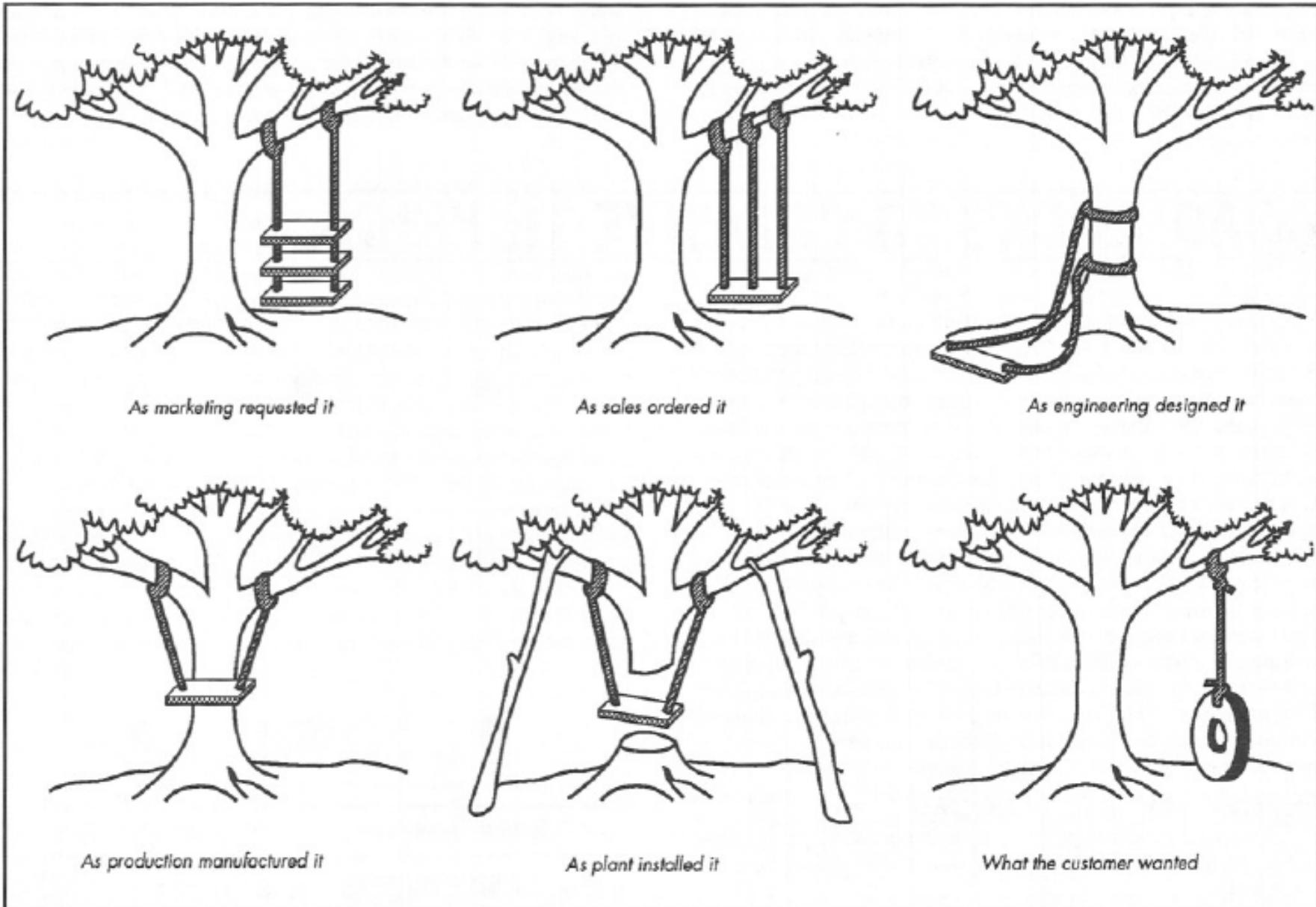


Ciclo progettazione





Importanza della condivisione



DFM – Design For Manufacturing

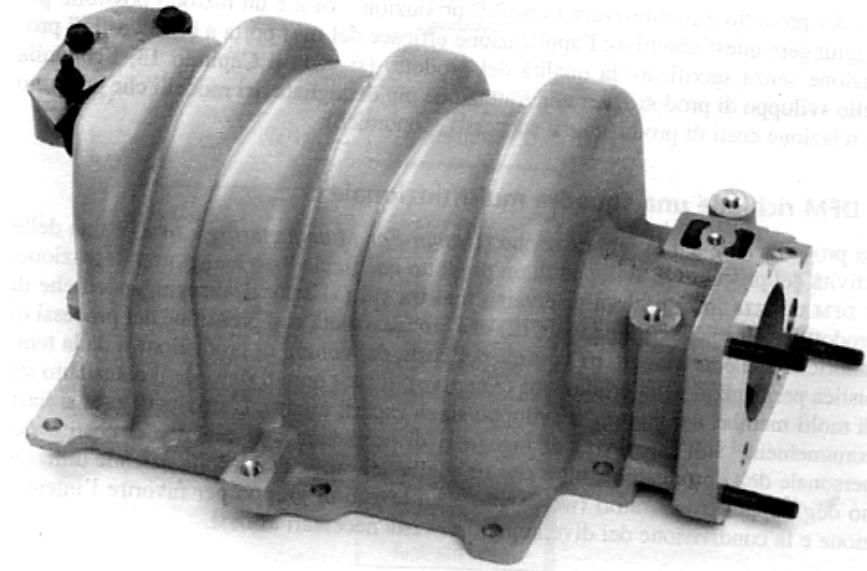
Il DFM è eseguito durante tutto lo sviluppo del prodotto e parte dalla lista dei materiali necessari (BOM – Bills of Materials).

Obiettivo del DFM è la riduzione dei costi di produzione. Questa esigenza è tanto più sentita quanto più si ha un sistema produttivo di massa (elevato numero di prodotti, es: auto, prodotti consumer).





Esempio GM





I passi del DFM sono:

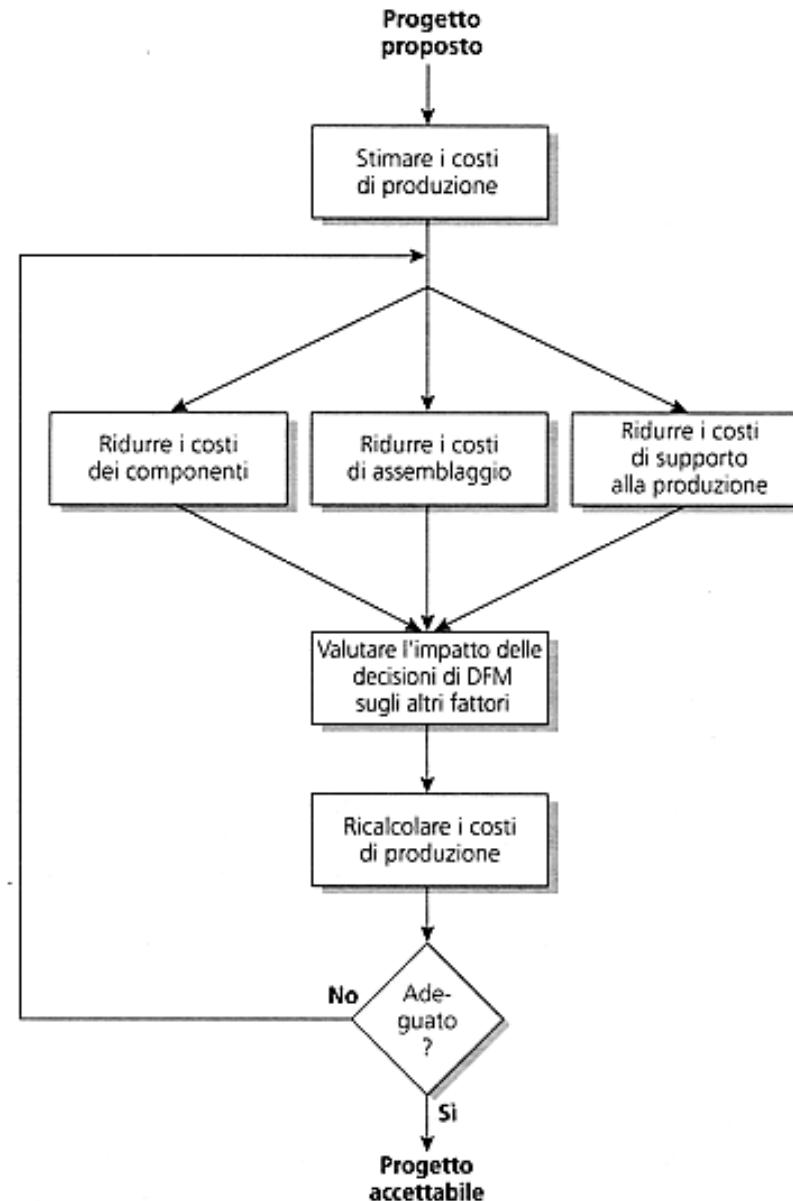
1. Stima dei costi di produzione
2. Riduzione dei costi dei componenti
3. Riduzione dei costi di assemblaggio
4. Riduzione dei costi di supporto alla produzione
5. Valutazione effetti azioni DFM su altri fattori (funzionalità, design, etc.)

Il processo di riduzione dei costi totali è iterativo, parte dai componenti più costosi per arrivare allo sviluppo di nuove soluzioni tecniche





DFM – Design For Manufacturing



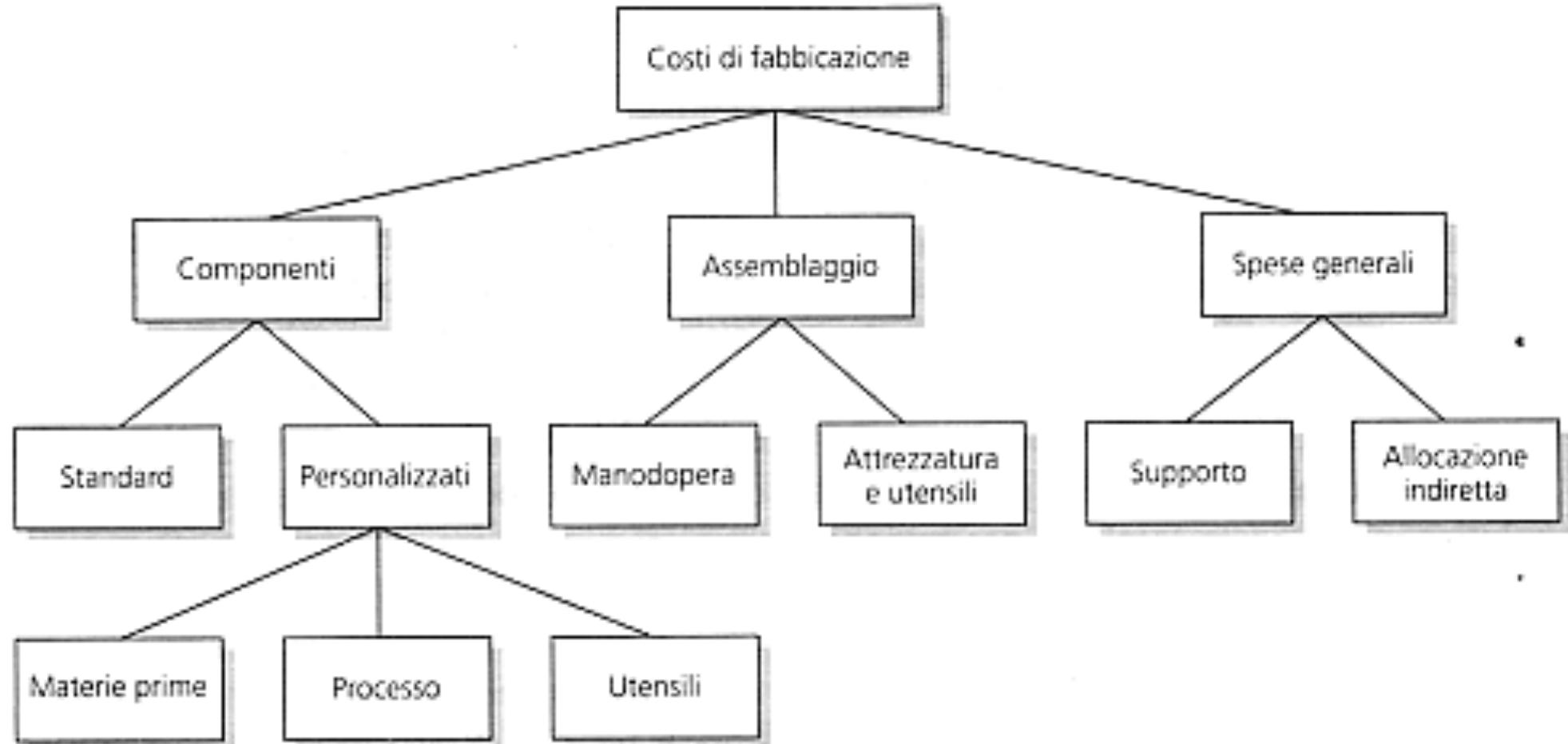


Prima di tutto è necessario valutare il processo produttivo come un sistema aperto, il cui output è il prodotto finito





Fase 1 - Costi di produzione





Costo dei componenti: dati sia da parti standardizzate (motori, interruttori, etc.) che da parti personalizzate (supporti, bielle, etc.)

Costo dell'assemblaggio: legato al numero di pezzi ed alla complessità di montaggio

Spese generali: racchiude tutti gli altri costi e si divide in costi di supporto (movimentazione, controllo qualità, acquisti, etc.) e allocazioni indirette (non legati al singolo prodotto ma ai costi fissi dell'azienda come costo spazio e guardia).





Costi fissi: indipendenti dal numero di unità prodotte (acquisto stampo, riorganizzazione linea); importante definire il campo di produzione di tali costi

Costi variabili: dipendenti dal numero di unità prodotte (materiale, elettricità)

Manodopera: a volte costo fisso a volte variabile, a seconda della capacità dell'azienda di riallocare velocemente il personale al momento inutilizzato o sotto utilizzato (possibile in generale solo nella grande azienda)





occhio ai costi generali!!

Componenti	Materiali acquistati	Processo (macchina + manodo- pera)	Assem- blaggio (manodo- pera)	Costo variabile unitario totale	Utensili e altre spese non ripetute, migliaia di \$	Vita dello utensile, migliaia di anni	Costo fisso Totale	Costo totale
Condotti di aspirazione								
Fusione e lavoraz. mecc.	12,83	5,23		18,06	1960	500+	0,50	18,56
Tubo di ricircolo dei gas di scarico.	1,30		0,15	1,45				1,45
Assieme della valvola di rifiusso dal blocco motore.								
Valvola.	1,35		0,14	1,49				1,49
Guarnizione.	0,05		0,13	0,18				0,18
Coperchio.	0,76		0,13	0,89				0,89
Viti (3).	0,06		0,15	0,21				0,21
Assemblaggio della presa di vuoto.								
Blocco.	0,95		0,13	1,08				1,08
Guarnizione.	0,03		0,05	0,08				0,08
Vite.	0,02		0,09	0,11				0,11
Costi diretti totali	17,35	5,23	0,95	23,53	1960		0,50	24,03
Costi generali	2,60	9,42	1,71				0,75	14,48
Costo totale								38,51



Componenti standardizzati

Per la stima dei costi dei componenti standardizzati si fa riferimento a componenti simili già utilizzati, oppure ai cataloghi di riferimento delle aziende fornitrice.

ATTENZIONE: esiste sempre la tentazione, per grossi volumi produttivi, di avere un componente standard personalizzato. Il costo del componente non è differente dagli altri ma una simile scelta porta a maggiori costi di assistenza e magazzino.





I componenti custom richiedono una computazione del costo più complessa:

1. Stima della materia prima necessaria (scarto dal 5% al 50% per stampaggi e fino al 70% per asportazione)
2. Costi di utilizzo della macchina (es: 25 \$/h per pressa e 75 \$/h per CNC)
3. Costi di primo impianto (acquisto utensili, staffaggi, stampi)
4. Costo di ispezione (se presente)





Costi variabili

Materiali.	5,7 kg di alluminio a \$ 2,25/kg	\$ 12,83
Processo (fusione).	50 unità/ora a \$ 530/ora	3,53
Processo (lavorazione alla macchina utensile).	200 unità/ora a \$ 340/ora	1,70

Costi fissi

Attrezzature per la fusione.	\$ 160 000/utensile a 500mila unità/utensile (vita)	0,32
Utensili per macchina utensile e attrezzi.	\$ 1 800 000/linea a 10milioni di unità (vita)	0,18

Costi diretti totali

Costi generali.	\$ 12,09
-----------------	----------

Costo totale unitario

\$ 18,56

\$ 12,09

\$ 30,65





Per stimare i costi con questo approccio è però necessario avere un piano industriale già definito.

La stima in fase di progettazione può essere anche molto incerta. Una soluzione è cercare di comprendere quali siano i parametri del prodotto influenti sul costo per stabilire prima del piano industriale un costo putativo del prodotto.

Ad esempio per un prodotto di fusione gli attivatori saranno: peso del grezzo, superfici da lavorare, n. sottosquadri, etc.





I costi di assemblaggio vengono valutati in base al tempo necessario all'operazione. Anche in questo caso si suddivide il prodotto in componenti e si valuta quanto tempo sia necessario al loro assemblaggio. In Italia i tempi di assemblaggio sono pianificati di comune accordo con i sindacati (grandi aziende).

Il costo del lavoro medio per le nostre aziende è di circa 15-25 Euro/h, sensibilmente maggiore per le aziende di precisione con tecnici specializzati.





Componente	Quantità	Tempo di manipolazione	Tempo di inserzione	Tempo totale
Valvola	1	1,50	1,50	3,00
Tenuta O-ring	2	2,25	4,00	12,50
Molla	1	2,25	6,00	8,25
Coperchio	1	1,95	6,00	7,95
Tempo totale (secondi)				31,70
Costo di assemblaggio a \$ 45/ora				\$0,40





La stima dei costi generali è fondamentale in quanto è sulla base di questo valore che deve essere progettata la dimensione dell'azienda (fallisce o non fallisce in periodo di crisi?).

Costi generali sono: personale acquisti, direzione, manutenzione struttura, ufficio tecnico per lo sviluppo prodotto, marketing, etc. In generale possiamo far rientrare nei costi generali tutto quello che non è direttamente collegato alla produzione.





Il problema dei costi principali è l'attribuzione di tali costi ai singoli prodotti.

A tale scopo si utilizzano gli attivatori di costo (usualmente materiale e manodopera). La scelta di tali attivatori è fatta in base all'esperienza. Gli attivatori possono essere ridefiniti di anno in anno.

Gli attivatori sono dei coefficienti moltiplicativi che si aggiungono alle singole voci di spesa scelte.

Es: attivatori manodopera (+50%) e materiali (+30%)

Prodotto: manodopera: 30 Euro e materiali 9 Euro

Costi generali = $30 \times 0,5 + 9 \times 0,3 = 18$ Euro





Costi generali: **10.000** Euro

Costi manodopera: **7.000** Euro

Costi materiali: **30.000** Euro

Si decide di imputare i costi generali per il 70% alla manodopera (assenteismo, premio produzione, mensa, personale) ed il 30% ai materiali (acquisti, magazzino). Gli attivatori di costo divengono quindi

Manodopera: + 100% ($7.000/7.000$)

Materiali: +10% ($3.000/30.000$)

ATTENZIONE: l'allocazione dei costi generali è un artificio, se il costo del materiale aumenta in teoria il costo generale associato dovrebbe rimanere invariato!



Calcolare gli ipotetici costi di fabbricazione di un componente facendone prima la BOM ed individuando i costi delle singole lavorazioni. Fare riferimento alle tabelle per delle stime approssimate.





Fase 2 – Ridurre i costi dei componenti

I costi dei componenti spesso risultato elevati a causa di una mancata valutazione dei costi del componente da parte del progettista (che non ne ha le competenze!).

Raggi di raccordo troppo piccoli, tolleranze troppo strette, determinate finiture superficiali, spessori di lamiera troppo massicci per le macchine disponibili sono spesso causa dell'aumento indiscriminato dei costi.

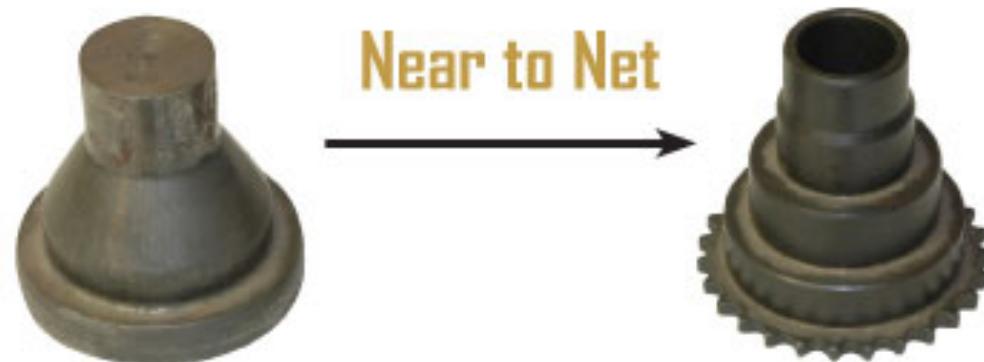
E' necessario quindi stabilire delle linee guida per lo sviluppo di nuovi prodotti sulla base dei costi e possibilità di produzione. Talvolta tali regole possono essere espresse anche matematicamente (fusione, saldatura,...)



Ridurre le fasi produttive

Una prima linea guida è la riduzione delle fasi produttive. L'obiettivo è il *net-shape* (o *near net-shape*), raggiungere la geometria desiderata con l'utilizzo di una sola fase produttiva. Questo è possibile solo con processi quali fusioni, iniezioni e stampaggi, che spesso impongono anche il cambiamento dei materiali utilizzati.

In questa fase è necessario anche valutare se tutte le fasi produttive sono necessarie, ed eventualmente eliminarle (es: fosfatazione superficie esterna giunto omocinetico)







Nell'esempio è presentata la riprogettazione del condotto di aspirazione in resina termoplastica tramite l'iniezione di due parti distinte.

Tabella 11.4 Stima dei costi per la presa d'aria ridisegnata (due pezzi stampati).

Costi variabili

Materiali (alloggiamento dei condotti).	1,4 kg di nylon rinforzato con fibra di vetro a 2,75\$/kg	\$ 3,85
Materiali (inserto coi condotti di aspirazione).	1,3 kg di nylon rinforzato con fibra di vetro a 2,75\$/kg	0,83
Iniezione (alloggiamento dei condotti).	80 unità/ora a \$ 125/ora	1,56
Iniezione (inserto coi condotti di aspirazione).	100 unità/ora a \$ 110/ora	1,10

Costi fissi

Accessori per iniezione (alloggiamento dei condotti).	\$ 350 000/utensile a 15 milioni di unità (vita)	\$ 0,23
Accessori per iniezione (inserto dei condotti di aspirazione).	\$ 150 000/utensile a 15 milioni di unità (vita)	0,10

Costi diretti totali

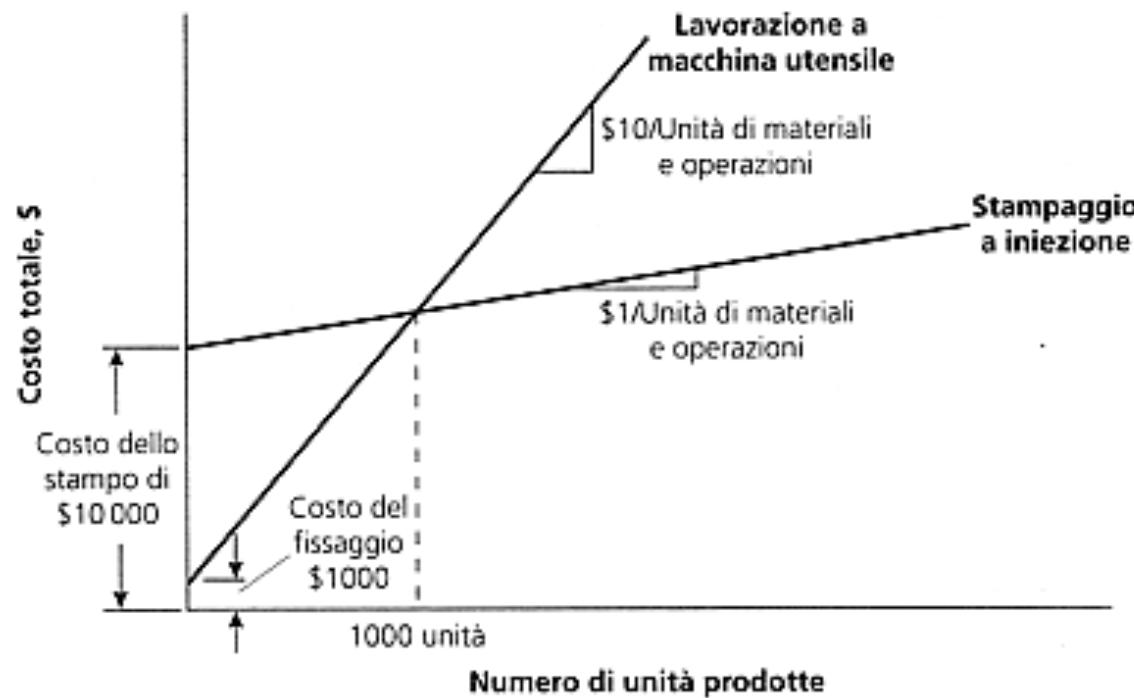
Costi generali	\$ 5,99
----------------	---------



Scelta della scala del processo

Una ulteriore riduzione dei costi può venire dalla scala del processo in base alla produzione.

L'aumento del numero di pezzi prodotti apre la possibilità di scelta di nuove tecnologie più efficienti (anche se con un costo di impianto maggiore) che possono portare ad un costo unitario ridotto. Classico esempio delle lavorazioni meccaniche e della fusione.





Per ridurre i costi si ricorre anche alla standardizzazione. Standardizzare vuol dire sia utilizzare gli stessi componenti standard sullo stesso prodotto (il motore è assemblato solo con viti M6) sia utilizzare la stessa parte su prodotti simili (utilizzare gli stessi interruttori per vetri elettrici su tutte le FIAT). Una strategia in questo senso è legata alla creazione di componenti chiave che vengono poi montati sulle varie tipologie di prodotti grazie ad adattatori.





Il metodo Black Box consiste nella riduzione all'essenziale delle specifiche di progetto per i componenti richiesti a fornitori. Questo lascia libero il fornitore di sviluppare un componente ottimale per quanto riguarda i costi di produzione della SUA azienda. In questo caso è importante definire bene le specifiche che si ritengono essenziali.

Per un compressore non è necessario dire che deve essere un turbo...è possibile definire le perdite di carico allo scappamento, la curva di intervento, la durata e gli ingombri. Al resto penserà il fornitore. Uno degli sbagli più grandi è di cercare di "entrare" nel processo del fornitore (classico approccio in ambito FIAT...)





Fase 3 – Riduzione costo di assemblaggio

La riduzione del costo di assemblaggio passa principalmente da due punti:

1. Riduzione del numero di parti da assemblare
2. Semplificazione del ciclo di assemblaggio

Nell'attuare queste azioni si riduce il costo di assemblaggio (generalmente sempre abbastanza basso) ma si hanno anche dei benefici per il ciclo produttivo, che diviene generalmente più semplice.





Una valutazione per stabilire se le parti possono essere integrate è costituito dalle seguenti domande:

1. La parte deve poter effettuare dei movimenti relativi rispetto al resto dell'assemblato? Piccoli movimenti legati all'elasticità del materiale non contano.
2. La parte deve essere realizzata in materiale diverso dal resto dell'assemblato?
3. La parte deve essere separata dal resto dell'assemblato per poter cedere (fusibile meccanico), essere riparata o sostituita?

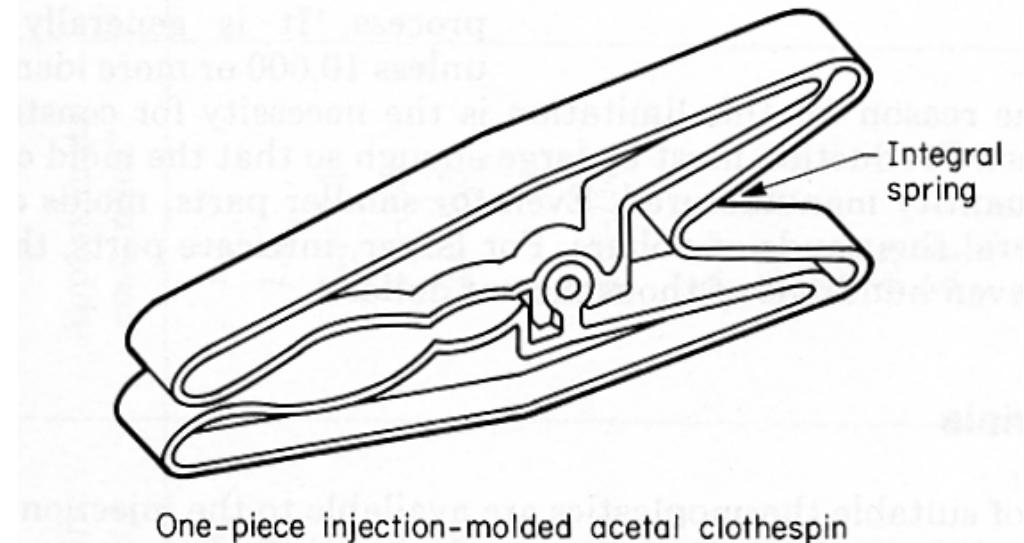
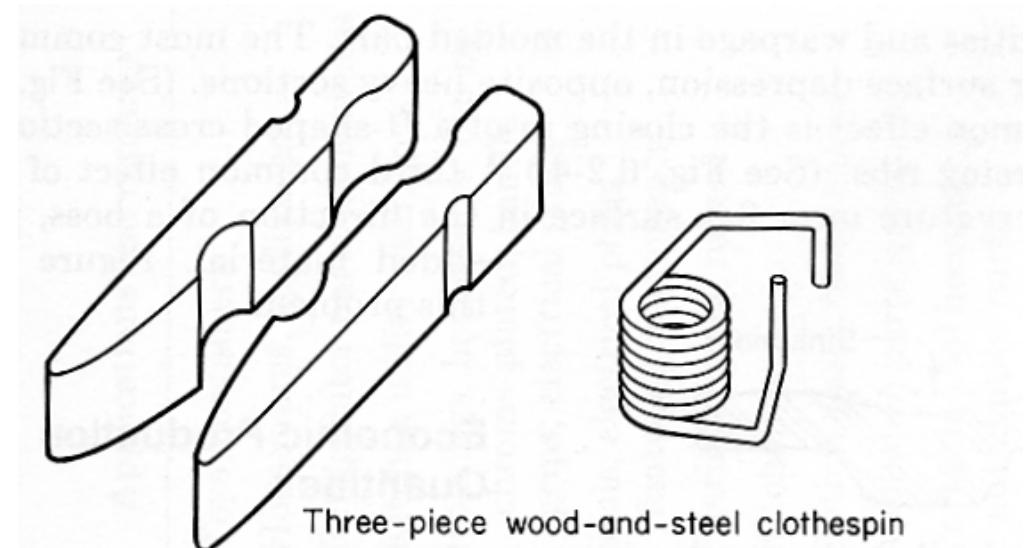
Se tutte le risposte sono negative la parte può essere integrata all'interno dell'assemblato.





Alcune regole generali di progettazione sono:

- Ridurre il numero di componenti di un prodotto mantenendo la stessa funzionalità
- Controllare sempre i costi!





Nei processi di fusione ed iniezione è solitamente facile integrare le parti. Si ottiene un componente multifunzionale più complesso dell'originale.

I vantaggi che si ottengono sono:

1. Montaggio non necessario
2. Parti meno costose (una fusione complessa costa meno di due fusioni semplici e richiede meno tempo)
3. Controllo dimensionale più preciso senza il problema dell'assemblaggio

Non sempre l'integrazione è la strada da seguire. I costi di fabbricazione possono essere ridotti notevolmente anche con la separazione del componente (cassa turbina). E' sempre necessario effettuare il bilancio fra costi di fabbricazione e costi di assemblaggio.



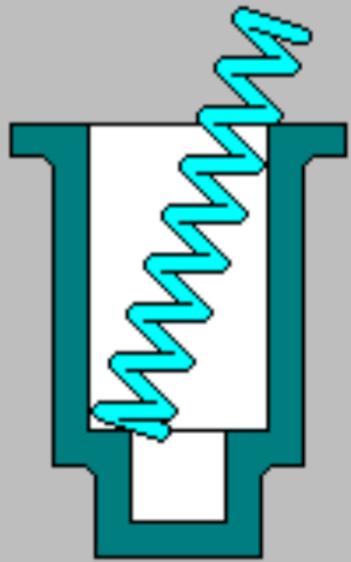
Esistono alcune regole per semplificare l'assemblaggio:

1. La parte da assemblare è inserita dall'alto (SCARA, stabilità, nessuna ulteriore movimetaz.)
2. La parte è auto-allineante (garantita la stabilità e facilità di inserimento, svasatura o simile)

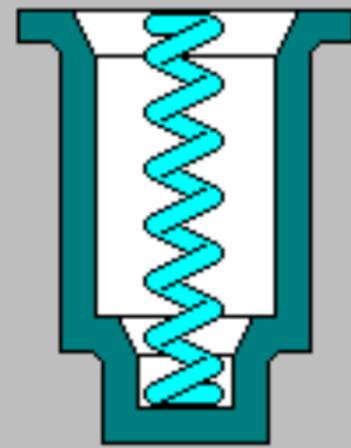




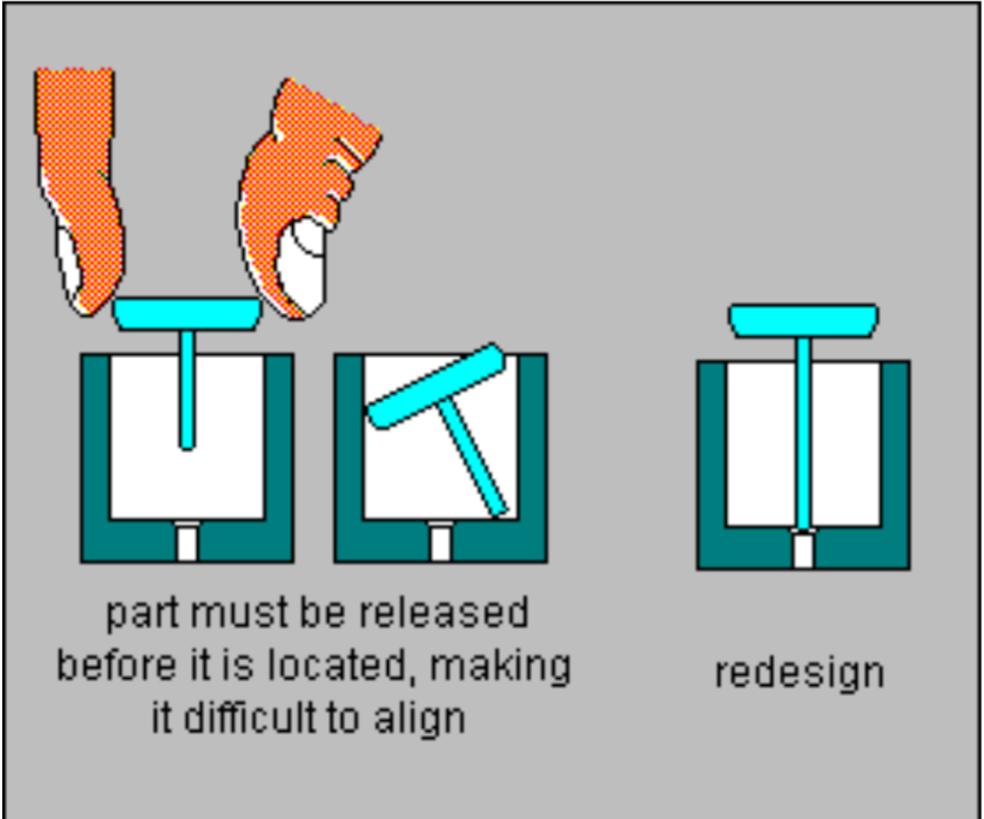
Difficoltà di inserzione



Part can hang up



Part falls into place



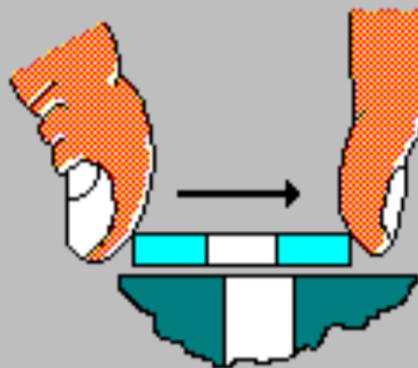
part must be released
before it is located, making
it difficult to align

redesign





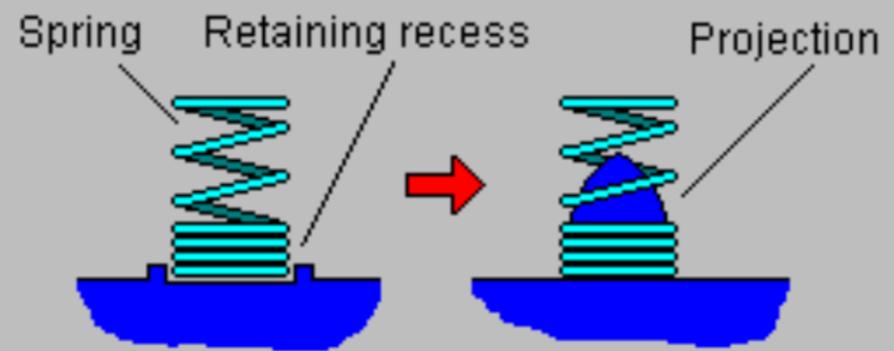
Difficoltà di inserzione



Holding down and alignment required for later operation



Secure parts once they are assembled



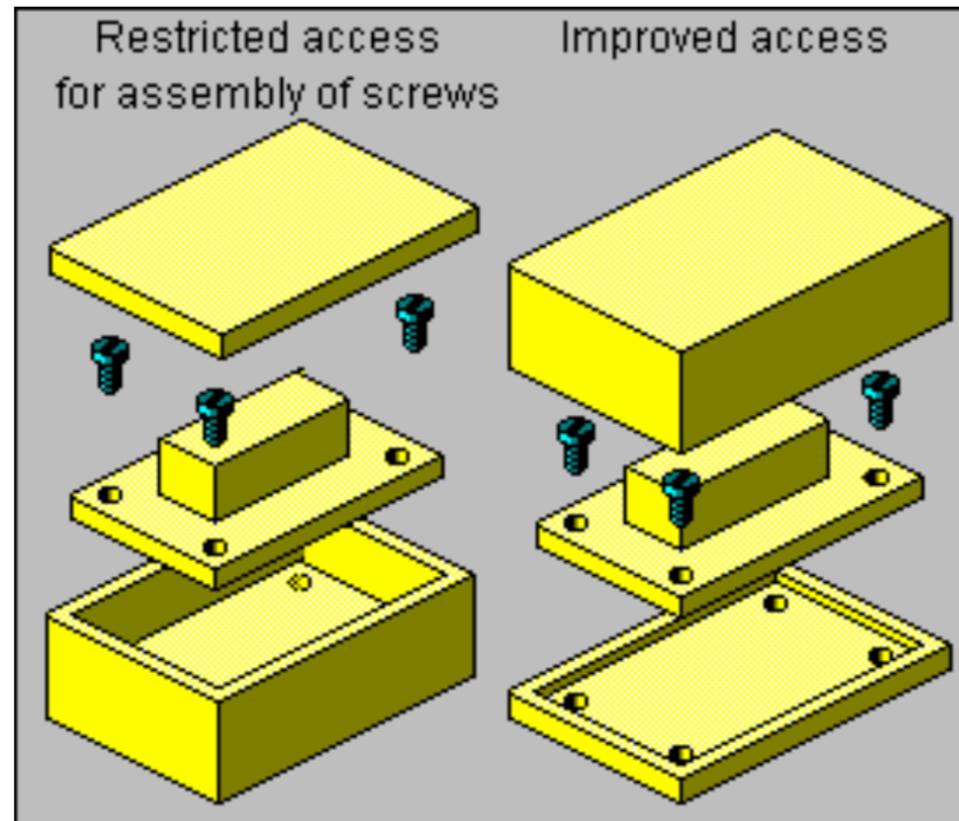
Chassis

- Assembly should be stable



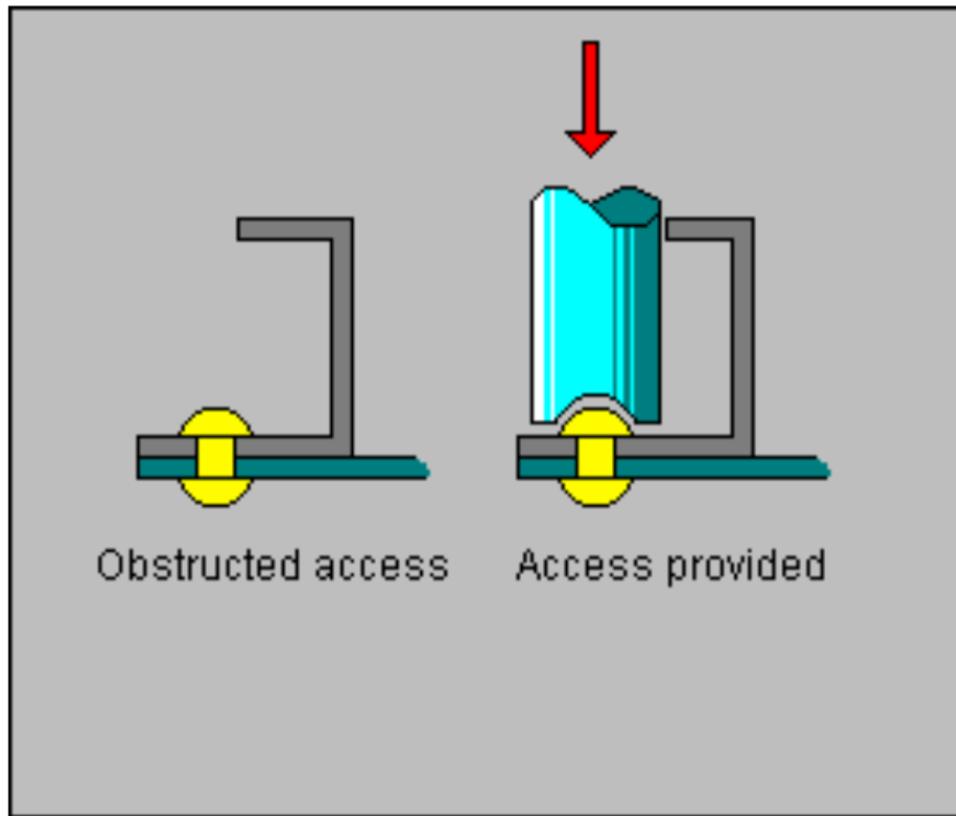


3. La parte non deve essere orientata secondo uno o più assi (una sfera non è orientata, un cilindro secondo un asse, un cilindro con chiavetta secondo due) ci deve avere facile accesso ai sistemi di assemblaggio





Facilità di accesso



Avoid mating locations which
cannot be seen easily



Courtesy GM





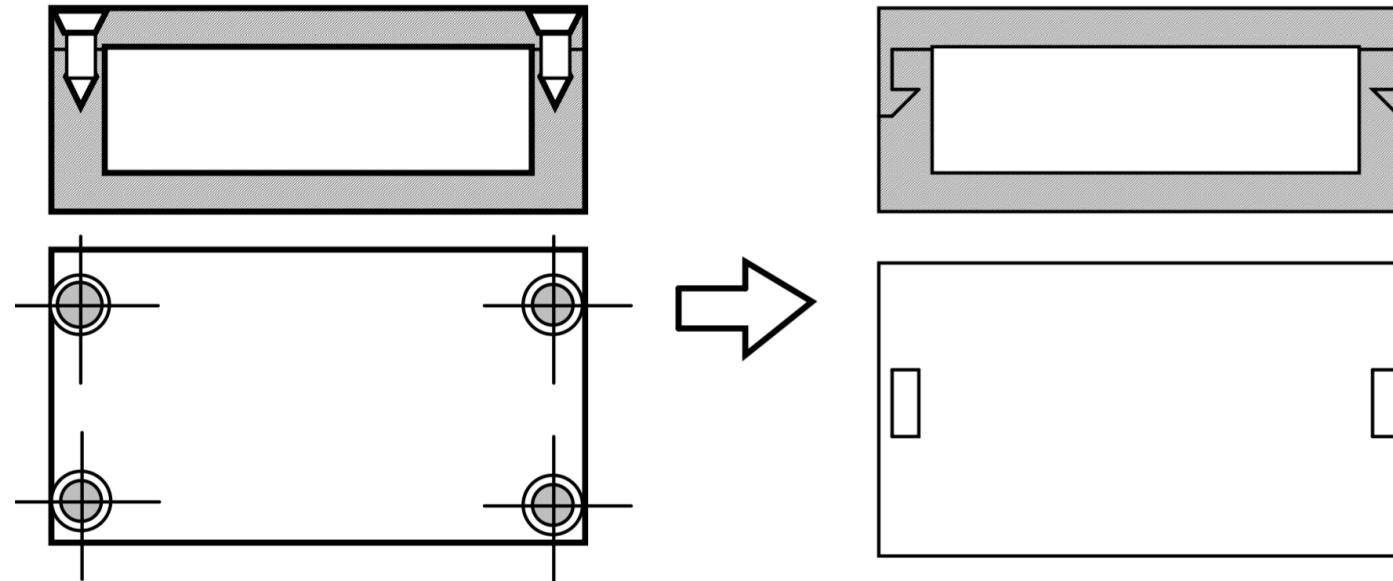
4. La parte deve essere montata con una sola mano (processo più semplice che non richiede apparati di sollevamento)
5. La parte non deve necessitare di utensili per il montaggio (quali chiavi per seeger, perni prigionieri, etc.)
6. Movimento lineare invece che rotazione (come nel caso di una vite, preferibili gli incastri elastici)





7. La parte di blocca automaticamente dopo essere inserita (non sono necessari seeger o bulloni, dei dispositivi di ancoraggio devono essere presenti sulla parte)

Self-fastening features





Vantaggi autobloccante

increasing cost



screwing



riveting



plastic bending



snap fit





Difficoltà assemblaggio

size



slipperiness



sharpness

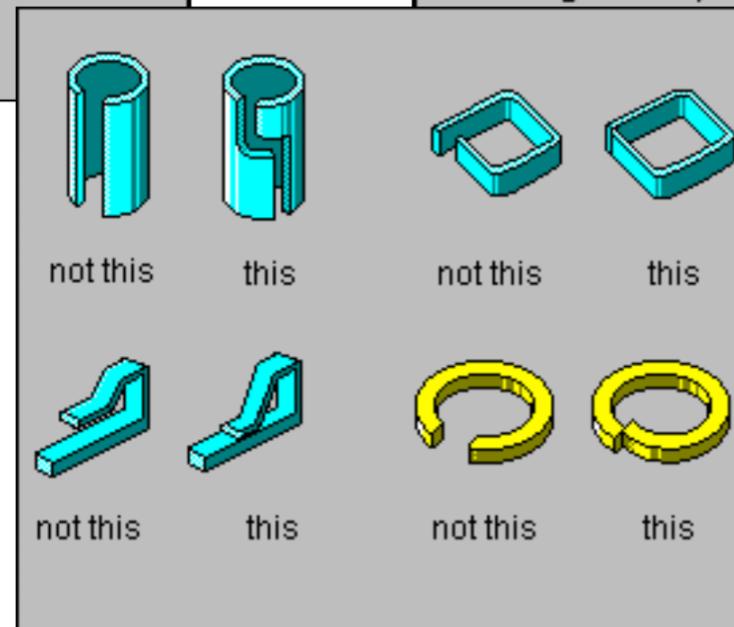
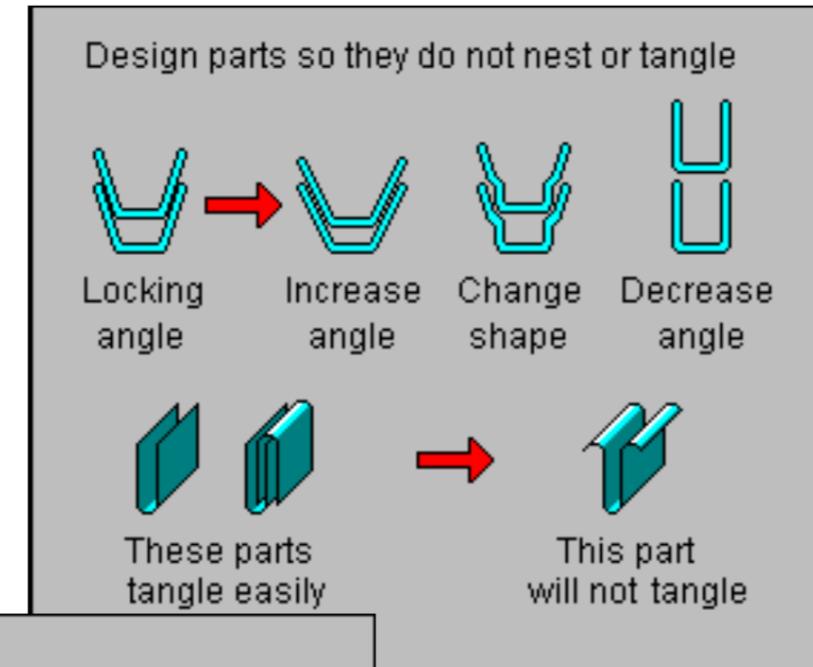
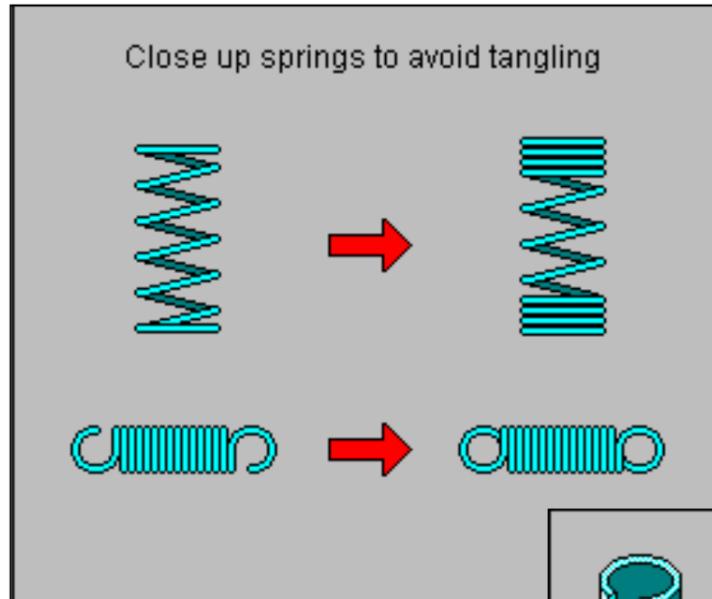


flexibility



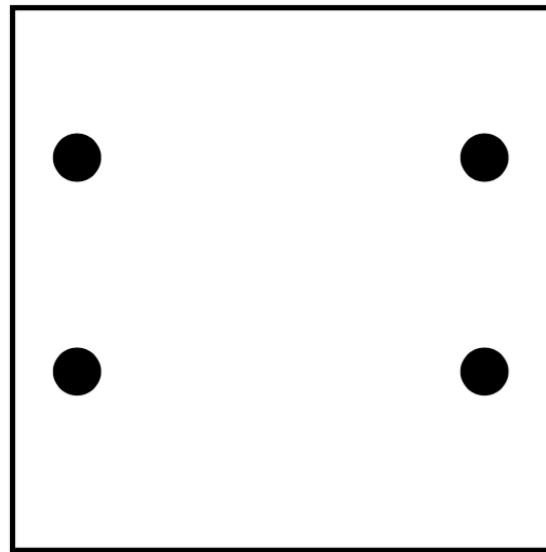


Eliminare tangling e nesting

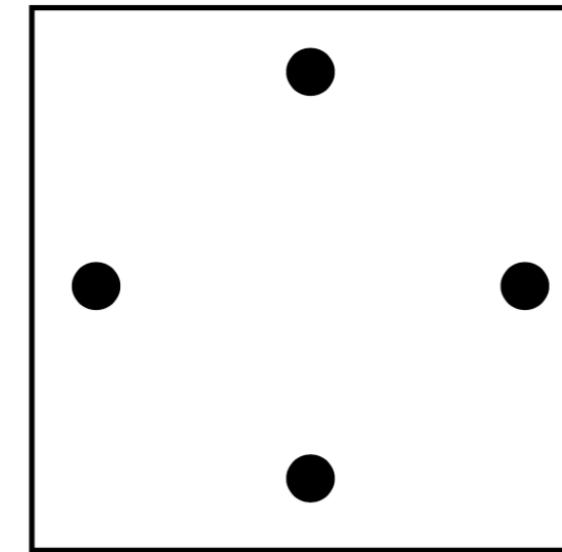




Symmetry eliminates reorientation



Asymmetric Part

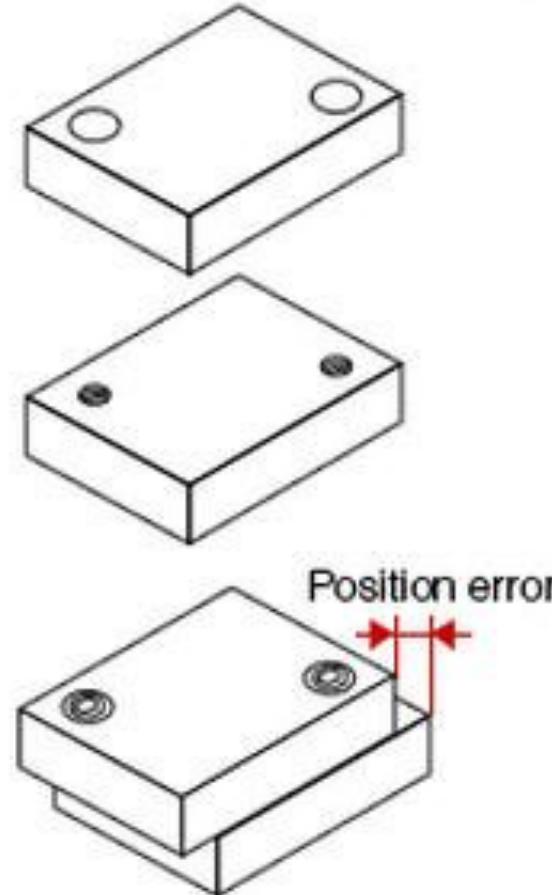


**Symmetry of a part
makes assembly easier**

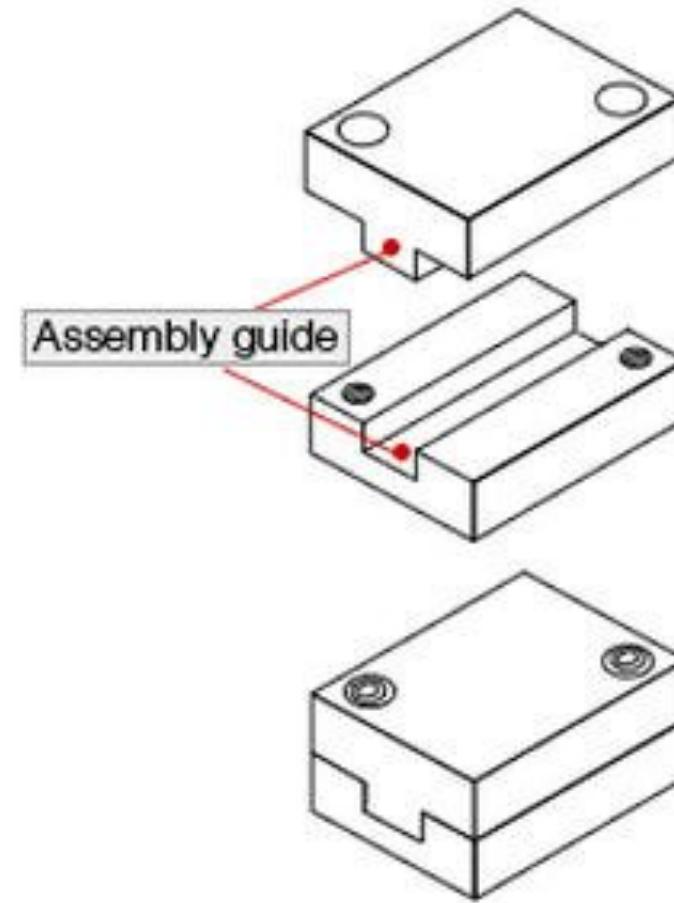




a) In case of parts with no assembly guides



b) In case of parts with assembly guides





Esiste un indicatore dell'efficienza dell'assemblaggio:

$$\text{Indice DFA} = \frac{\text{Numero minimo teorico parti} \times 3 \text{ secondi}}{\text{Tempo stimato totale di assemblaggio}}$$

L'indice DFA mette in evidenza quanto scarto esiste fra il tempo minimo teorico per la manipolazione (stimato convenzionalmente in 3 secondi) ed il tempo impiegato nell'assemblaggio. Serve a capire quali siano le parti maggiormente critiche dal punto di vista dell'assemblaggio.





Calcolare l'indice DFA per il prodotto in esame e verificare come tale indice potrebbe essere ridotto. Stabilire alcune modifiche di prodotto e valutare il miglioramento dell'indice.





Snap fit anulari (es: penna o giunto sferico)



Figure 1: A pen sometimes utilizes an annular snap fit to retain the cap.

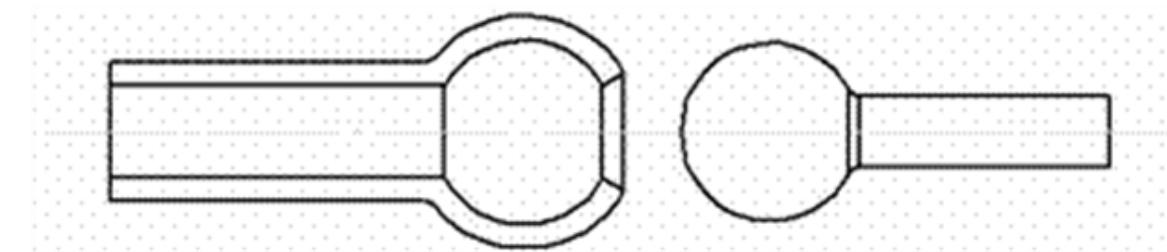


Figure 3: A ball and socket joint is a kind of annular snap fit.

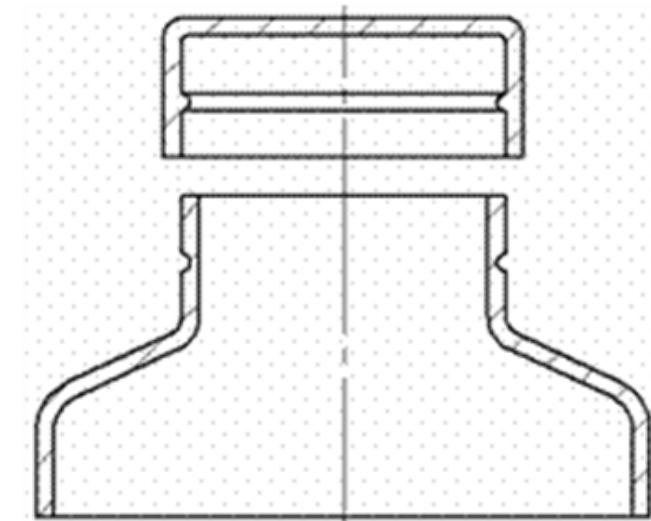


Figure 2: This bottle cap uses an annular snap fit.





Snap fit a cantilever, da utilizzare per la ritenzione di coperchi/pareti

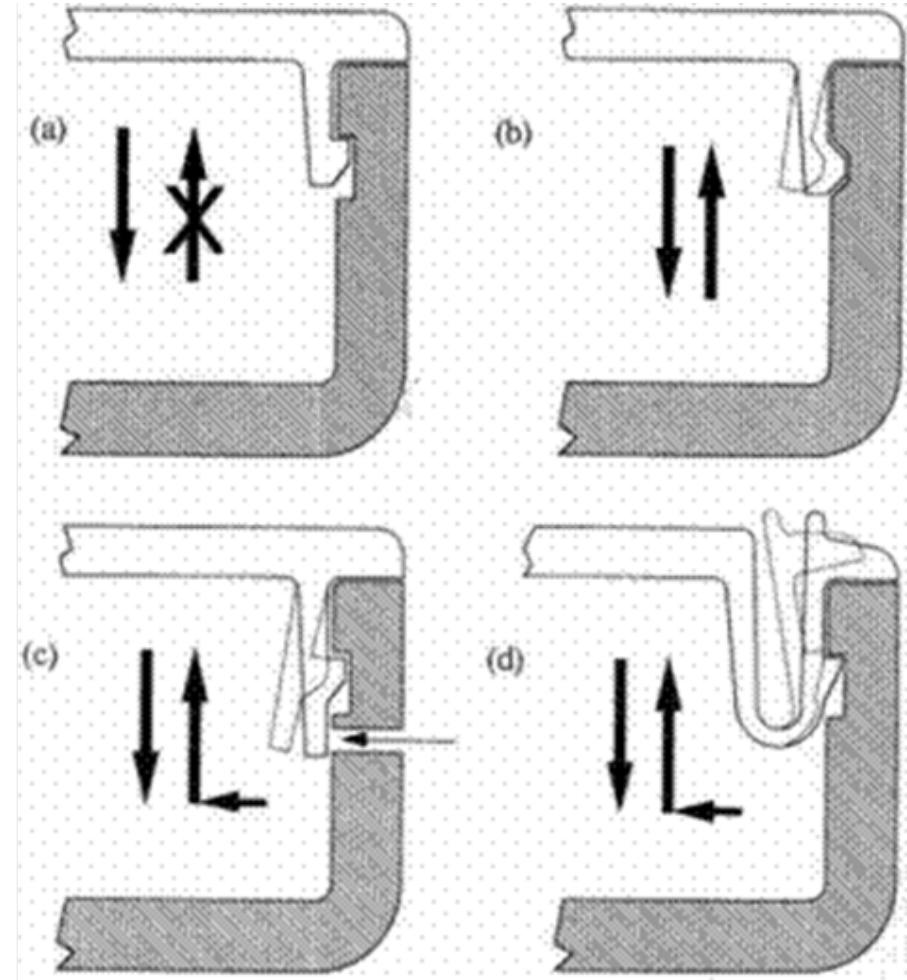
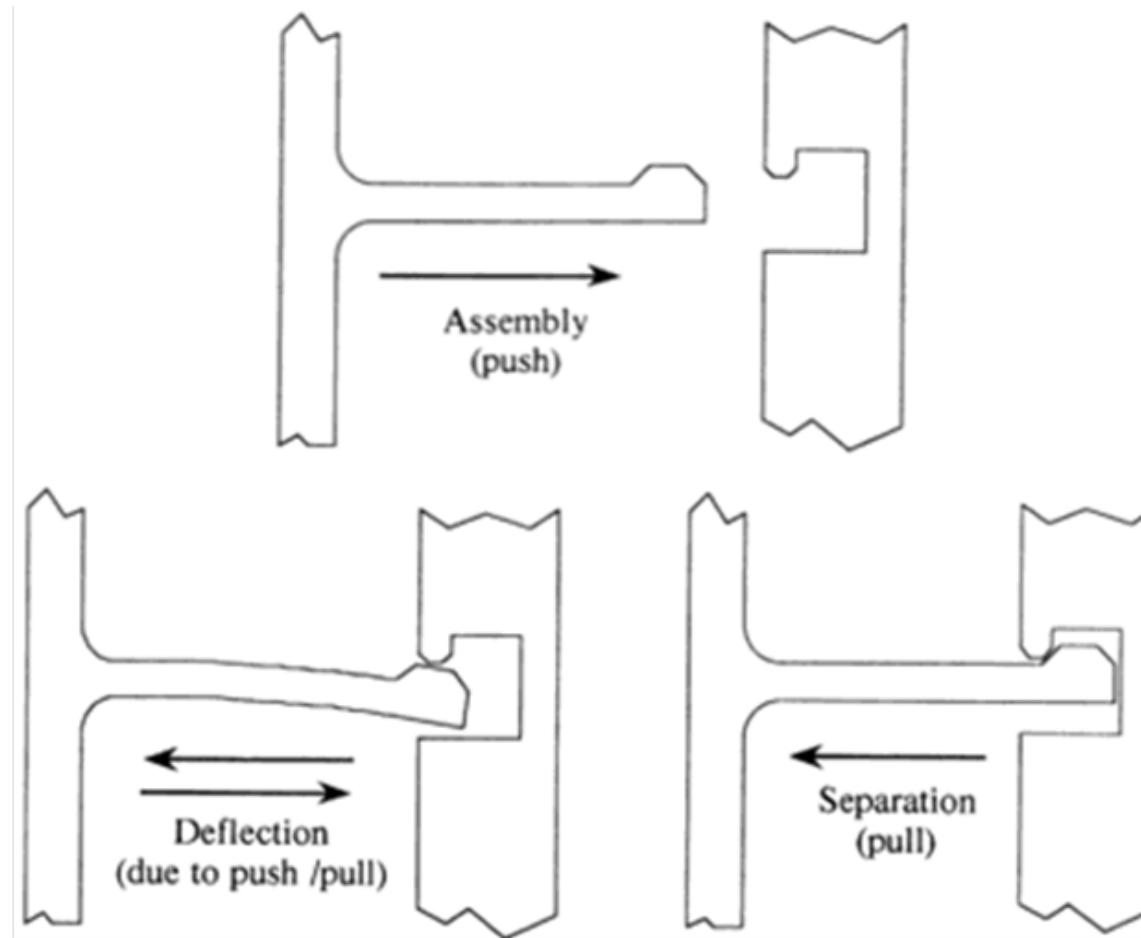


Figure 4: These four snap fit designs allow different types of disassembly.



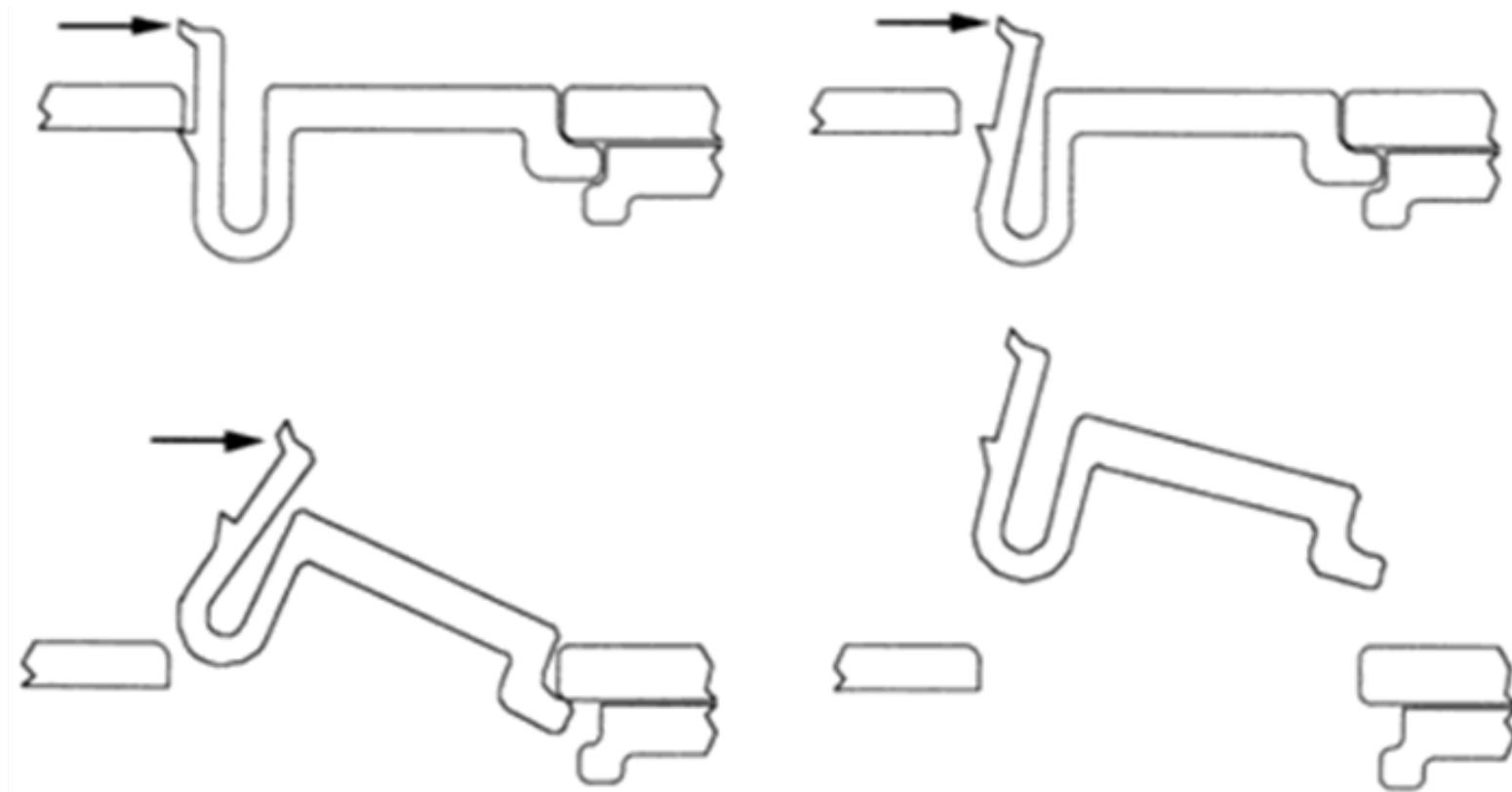


Funzionamento snap fit a cantilever





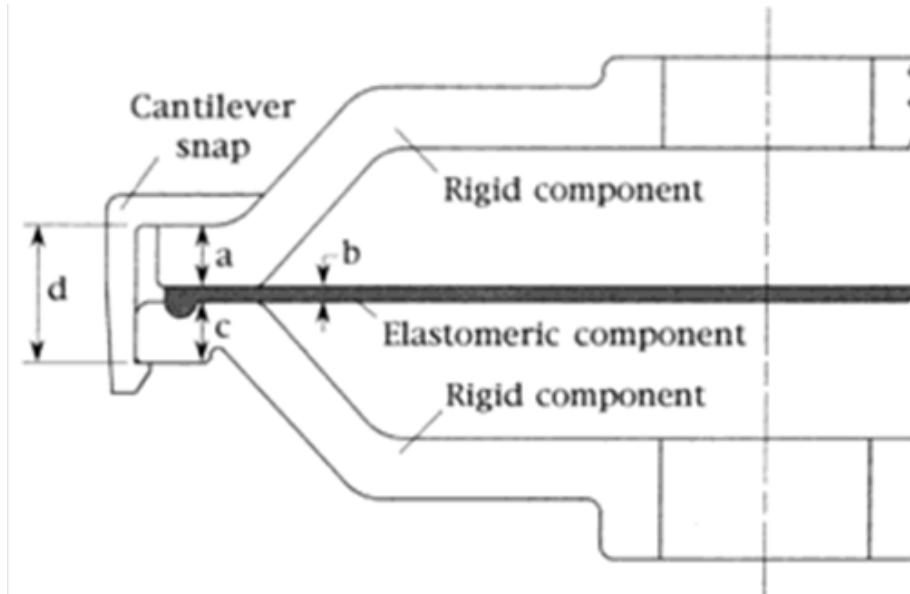
Snap fit a ad U, aumenta la flessibilità e si ha una limitazione alla deformazione (minor rischio di rottura)





Gli snap fit mantengono la tenuta solo se sono precaricati, l'attrito blocca l'apertura del collegamento.

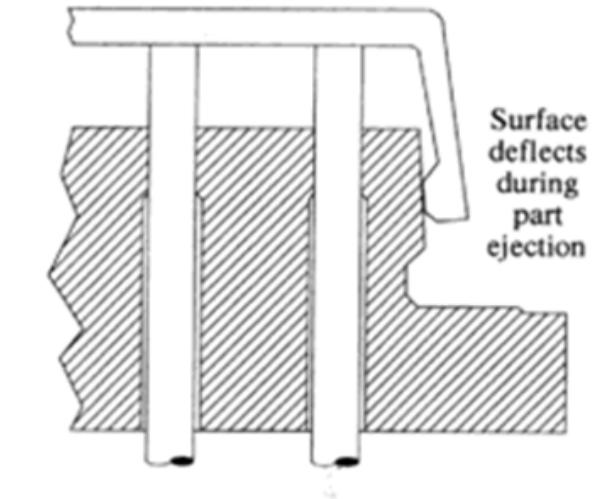
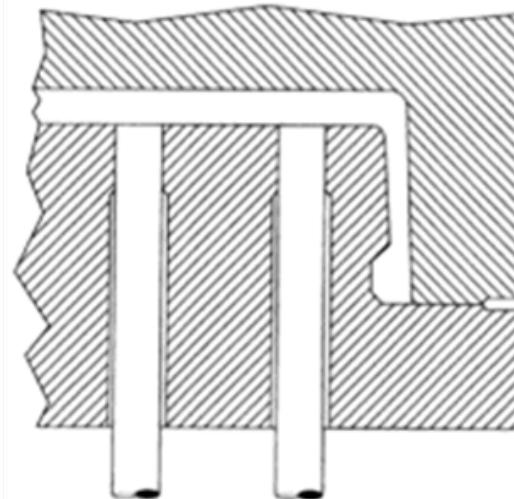
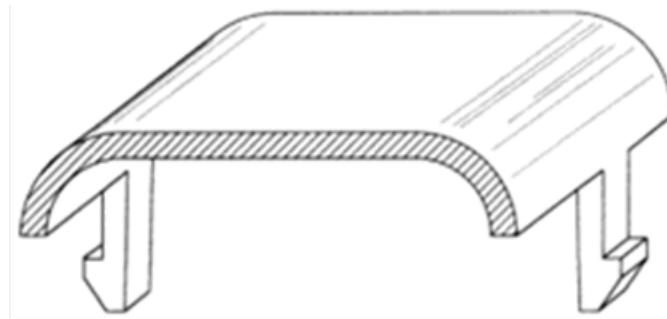
Per raggiungere questo obiettivo sono necessarie tolleranze molto strette. Quando il processo non è in grado di raggiungere prestazioni, in termini di precisione, sufficienti si ricorre a spessori intermedi a bassa rigidezza





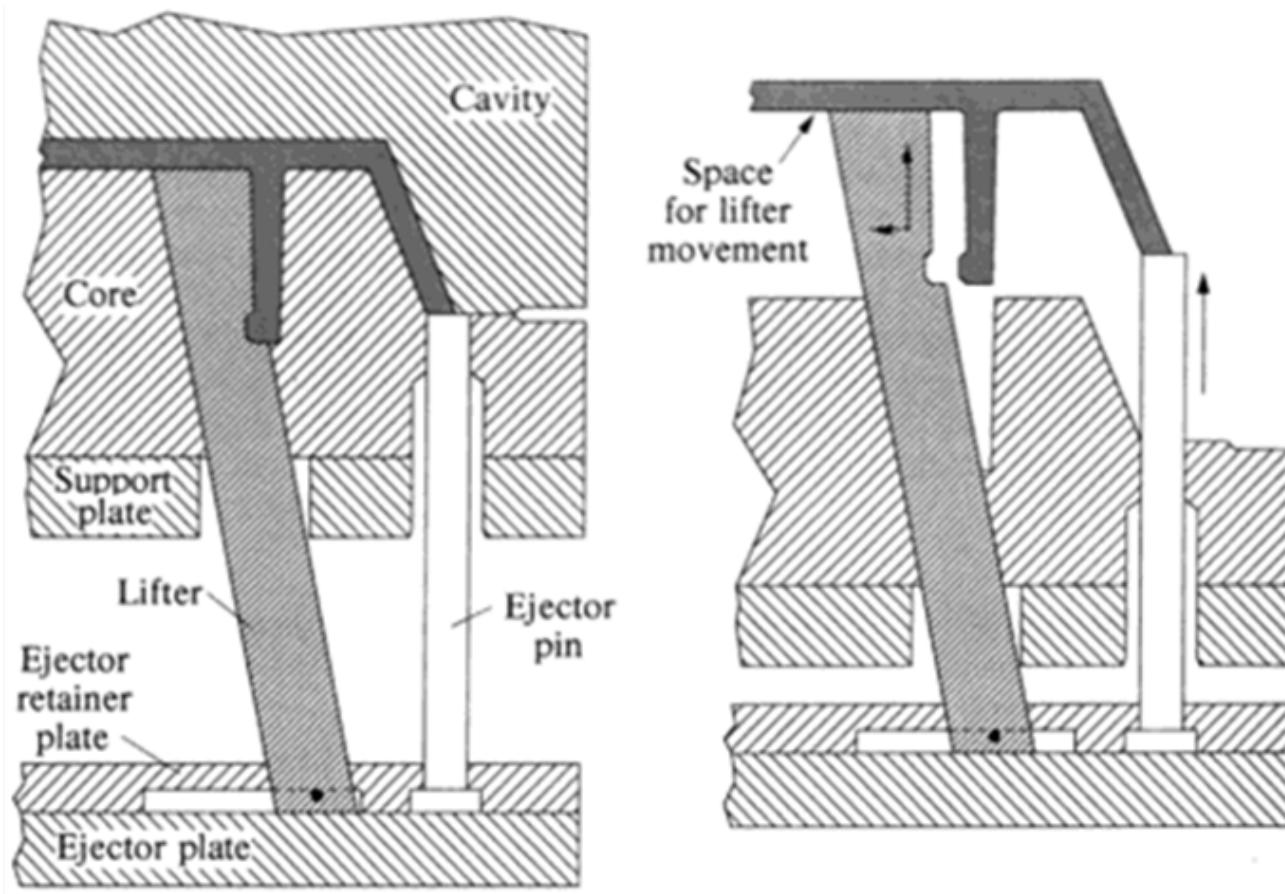
Realizzazione snap fit

Gli snap fit esterni sono molto semplici da realizzare in quanto lo stampo non deve diventare più complesso. Per quelli interni può essere necessario ricorrere a stampi motorizzati (estrattori e slider) ed allungare maggiormente il tempo ciclo in modo da avere un materiale più rigido



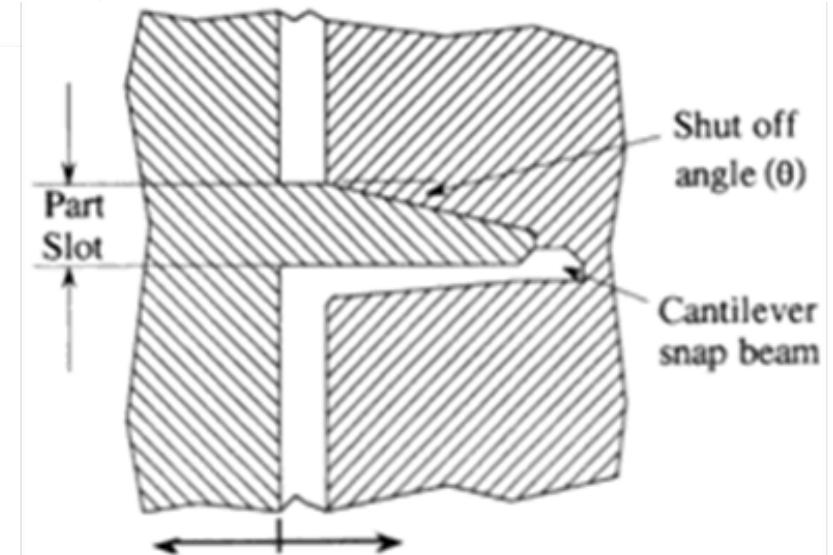
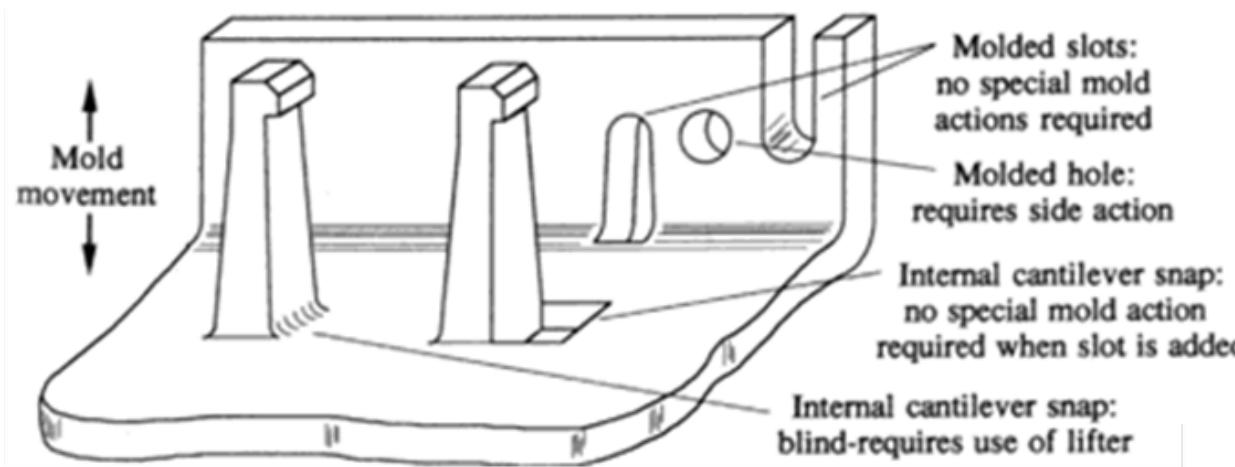


Esempio con lifter





Una finestra elimina il sottosquadro





Fase 4 – Riduzione dei costi di supporto

I costi di supporto vengono ridotti anche dalle azioni ai passi precedenti (minor costo risorse umane, minor costo di inventario e di acquisto,...)

Esistono però delle azioni dedicate:

1. Riduzione complessità sistema produttivo (meno fornitori, meno controlli,...)
2. Riduzione delle possibilità di errore (scarti, rilavorazioni tramite formazione, schede informative, riferimenti colore)





Alla fine del processo è necessaria una fase di verifica delle prestazioni attuali del prodotto e una valutazione di come il DFM impatta su:

- Tempi di sviluppo (critici in qualche settore come automotive)
- Costi di sviluppo (bilancio impegno/risultato)
- Qualità del prodotto (prestazioni e numero controlli)
- Costi riutilizzo componente (se il componente può essere utilizzato in altri prodotti)
- Costi del ciclo di vita (se contiene materiali tossici, procedure di smaltimento, ...)



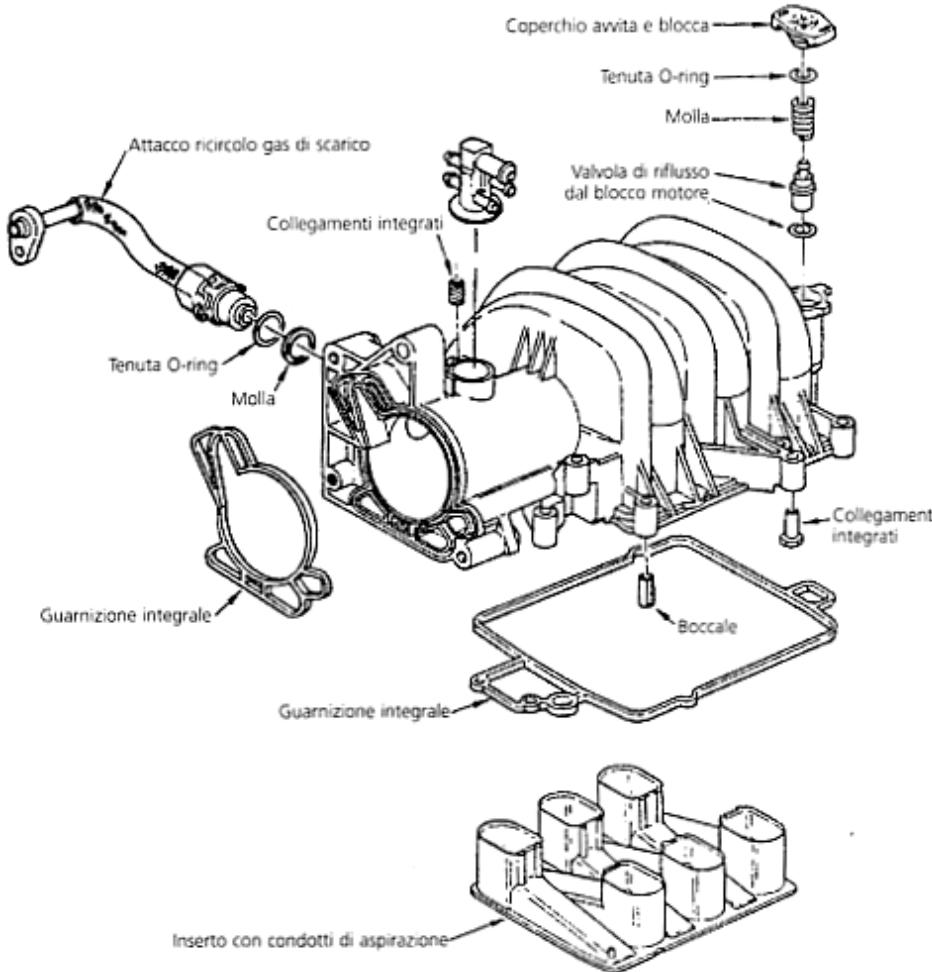


Per i prodotto GM, oltre alla riduzione di costo evidenziata nelle tabelle seguenti, si sono ottenuti anche dei vantaggi in termini di prestazioni:

- Riduzione 45% costo unitario
- Riduzione del peso del 66% (minori costi di spedizione)
- Procedure semplificate di assemblaggio e manutenzione
- Minori emissioni grazie al EGR
- Miglior riempimento (minore T aria ingresso)
- Aumento standardizzazione



Blocco dei condotti d'aspirazione motore da 3800 V-6 del 1993



Componenti	Materiali acquistati	Processo + manodopera	Assemblaggio (manodopera)	Costo variabile unitario totale	Utensili e altre spese non ripetute, migliaia di S	Vita dello utensile, migliaia di S	Costo fisso Totale unitario	Costo totale
Alloggiamento dei condotti di aspirazione.	3,85	1,56		5,41	350	1 500	0,23	5,65
Inserto con i condotti di aspirazione.	0,83	1,10	0,13	2,05	150	1 500	0,10	2,15
Inserti in acciaio (16).	0,32		1,00	1,32				1,32
Adattatore per il ricorcolo dei gas di scarico.	1,70		0,13	1,83				1,83
Valvola di riflusso dal blocco motore.								
Valvola.	0,85		0,04	0,89				0,89
Tenuta O-ring.	0,02		0,16	0,18				0,18
Molla.	0,08		0,10	0,18				0,18
Copertura.	0,02		0,10	0,12				0,12
Blocco della presa di vuoto.	0,04		0,06	0,10				0,10
Costi diretti totali	7,71	2,66	1,71	12,08	500		0,33	12,41
Costi generali	1,16	4,79	3,08				0,50	9,52
Costo totale								21,93



Appendice A: costi dei materiali

