

LA FILOSOFIA DELLA PROGETTAZIONE

Le possibilità di allargare il “processo mentale” (spazio del pensiero) e il “supporto strumentale” (spazio operativo) nell’ambito della progettazione metodica. Analisi e sintesi di organi di macchine e sviluppo di soluzioni innovative

Sono di notevole interesse per il progettista le raccolte di principi e di soluzioni costruttive che svolgono una data funzione. Tali principi e soluzioni costruttive possono essere noti (cioè rientrare nel comune patrimonio della tecnica) e nuovi (cioè costituire innovazione).

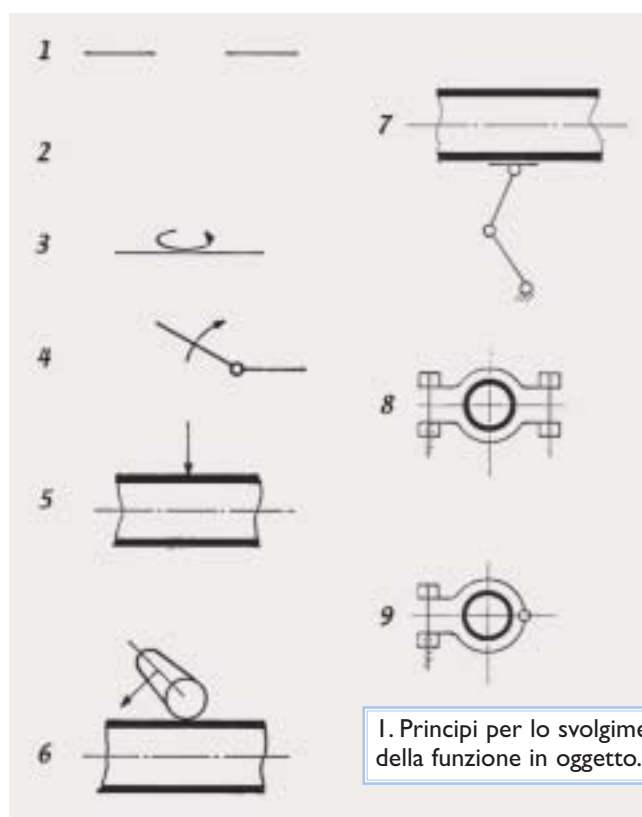
Sono quindi di particolare interesse sia i criteri di costituzione di cataloghi di principi e soluzioni costruttive noti (basati sul patrimonio storico, la letteratura scientifico-tecnica e tecnico-commerciale, le norme, i brevetti), sia i criteri di individuazione di soluzioni nuove (basati su considerazioni di fenomeno fisico, geometria, cinematica, dinamica, azionamento).

La figura 1 mostra, a titolo di esempio, un approccio alla costituzione di un archivio di principi relativi alla funzione “trasformazione del moto di un fluido”, mentre la tabella 1 mostra un approccio alla “matrice delle valutazioni” dei principi 1, 2 e 3 della figura.

Essi consistono nell’interazione fra un otturatore e una sede: il principio 1 corrisponde alle valvole, il 2 alle saracinesche e il 3 ai rubinetti, il 4 corrisponde alle valvole a farfalla, mentre gli altri si basano sulla variazione di sezione di un elemento tubolare deformabile, ottenuta mediante un comando manuale: l’ottenimento di questa costituisce una funzione indotta.

La figura 2 mostra uno sviluppo del principio 1, con individuazione della funzione generale e delle funzioni secondarie (interazioni).

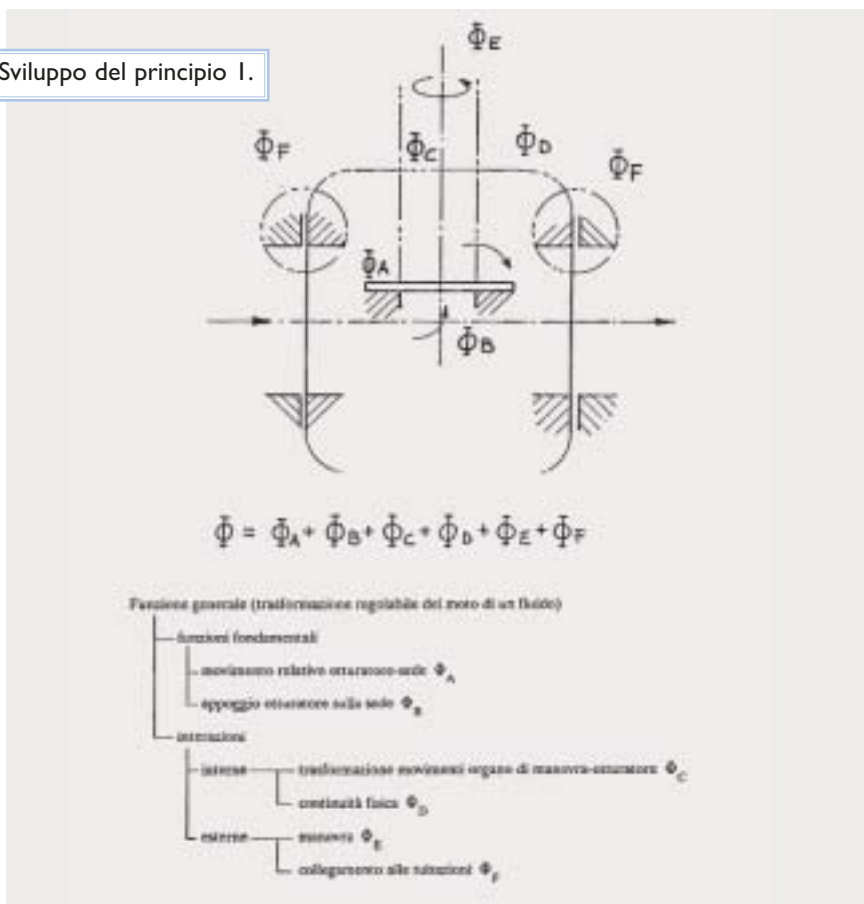
La figura 3 mostra un approccio alla individuazione delle soluzioni costruttive per la funzione appoggio sede-



1. Principi per lo svolgimento della funzione in oggetto.

otturatore ed alla relativa matrice delle valutazioni. Gli organi di intercettazione per fluidi, funzionanti secondo lo schema sviluppato in figura 2, possono essere pensati come sintesi delle soluzioni costruttive relative alle diverse funzioni individuate nella figura citata (figura 4).

2. Sviluppo del principio I.



CICLO DI VITA DEL PRODOTTO INDUSTRIALE

Il prodotto industriale percorre un certo ciclo di vita. Partendo dalla formalizzazione di Asimov, ne è stato proposto un ampliamento, utile a introdurre, fra l'altro, il coinvolgimento del cliente (figura 5).

Dalla considerazione del ciclo di vita, emerge il concetto di DfX (Design for X), caratterizzato dalla elaborazione di principi e criteri per mettere il prodotto in grado di "percorrere" in modo soddisfacente ogni fase (X) del ciclo.

Fra esse, in particolare considerazione è tenuto il "Design for Sustainability" volto ad attribuire al prodotto un buon comportamento ambientale.

SCELTE E VALUTAZIONI

Il problema di determinare il principio e/o la soluzione costruttiva più adatta a svolgere una data funzione con determinate esigenze può essere affrontato mediante archivi e cataloghi: la scelta può essere effettuata ap-

Tabella I.

ASPETTI	SISTEMI		
	1	2	3
Comportamenti a resistenza idraulica	D	M	M
Rapidità di manovra	D	M	B
Facilità di azionamento	D	B	M
Comportamento ad usura	B	D	M
Adattabilità alla inversione delle direzioni di flusso	M	B	B
Compattezza assiale	M	B	D
Compattezza normale all'asse	D	M	B
Latitudine di impiego	B	D	D

plicando il concetto di DfX, valutando cioè come i principi e le soluzioni costruttive percorrono le diverse fasi del ciclo di vita del prodotto. Tali archivi e cataloghi possono essere espressi in forma matriciale

[Vik]

ed esprimendo la valutazione con la quale la soluzione (principio) i-esimo percorre la fase k-esima, oppure si comporta nei confronti dell'"aspetto" k-esimo, scaturente dalla corrispondente fase.

L'applicazione informatica di queste matrici ha portato a cataloghi di componenti meccanici, realizzati in collaborazione con l'industria. Tali cataloghi possono essere "percorsi" secondo diverse vie:

- a) consultazione molto simile a quella tradizionale, "sfogliandoli" informaticamente;
- b) ingresso mediante i parametri fondamentali del componente (ad esempio, per le valvole, pressione di esercizio, natura del fluido, temperatura di esercizio) e uscita mediante l'insieme di componenti che costituisca "intersezione" di quelli ottenuti alle varie esigenze di ingresso;
- c) ingresso mediante le esigenze generali di funzionamento (quali, ad esempio, la facilità di manutenzione e il comportamento ambientale) e il loro "peso" (cioè l'interesse rivestito) nello specifico progetto ed uscita consistente nei dieci (a esempio) componenti che hanno comportamento "pesato" più elevato, in ordine progressivo.

Qualunque sia il componente pre-

scelto, l'operazione si conclude con la compilazione informatica del buono d'ordine.

PROGETTAZIONE E DISEGNO

Il progettista, particolarmente nelle prime fasi del progetto, può arrivare a definire lo schema del prodotto. La rappresentazione schematica di componenti elementari dovrebbe seguire criteri di intuitività e di "modularità" (un segno grafico semplice di

4. Esempi di rappresentazioni schematiche di organi per intercettazione di fluidi, come sintesi della soluzioni costruttive precedentemente menzionate.

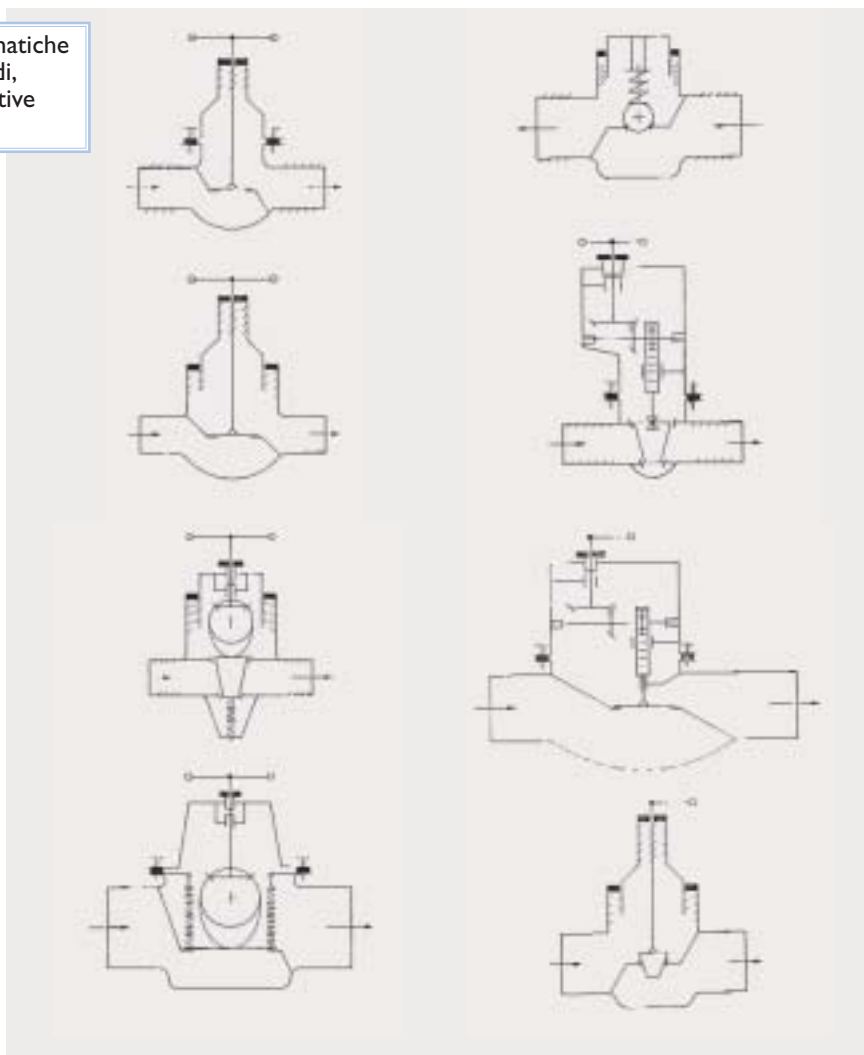
base, "arricchibile" di significati mediante l'aggiunta di segni grafici ed, eventualmente, di caratteri alfanumerici.

È stata realizzata una libreria di segni grafici relativi a componenti meccanici, utilizzando il software AutoCAD: la figura 7 mostra un esempio di rappresentazione di ruotismi, ottenuta utilizzando simboli grafici di una libreria proposta.

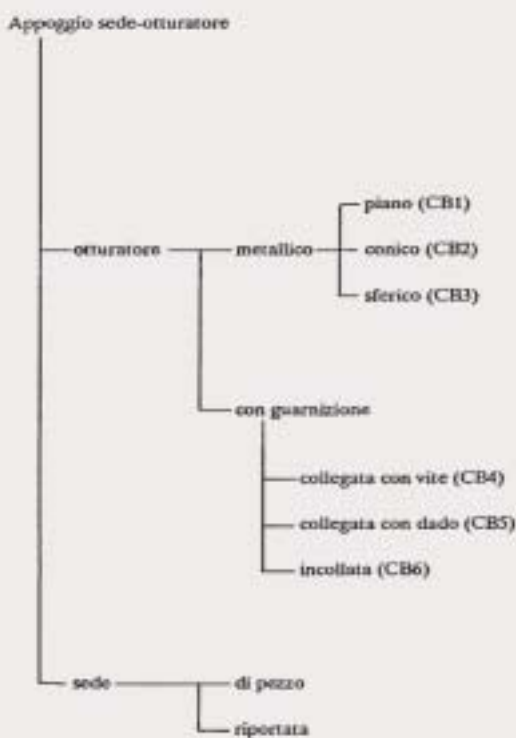
PROGETTAZIONE E COMUNICAZIONE

La progettazione e la comunicazione sono strettamente interconnesse: basti pensare che il progetto è una comunicazione. In questo campo, l'attività si è svolta nelle seguenti direzioni.

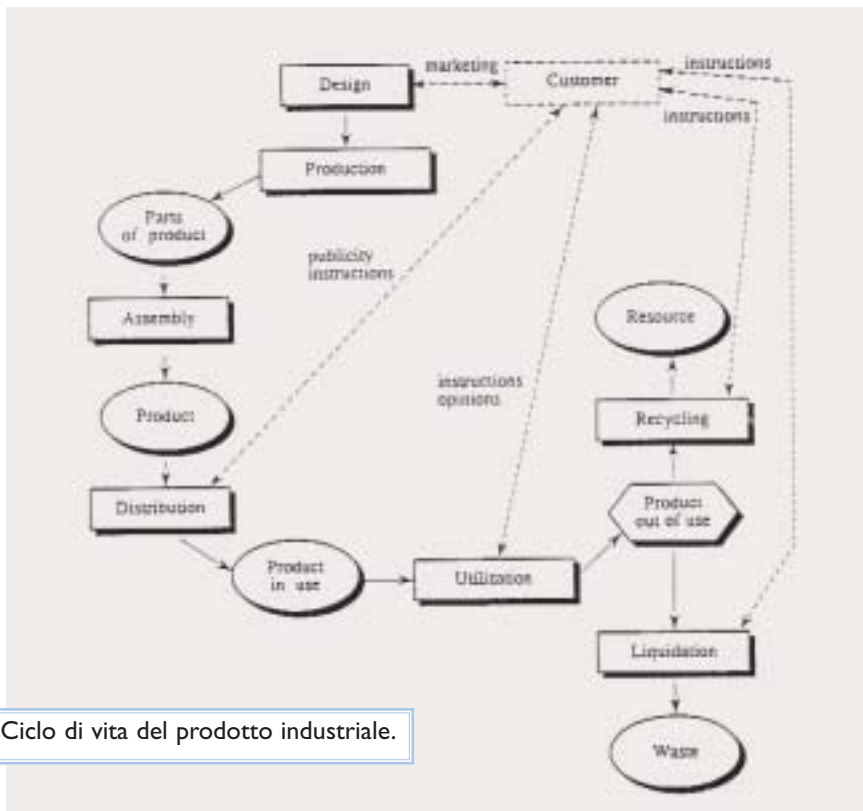
- a) coinvolgimento del cliente
- Il cliente può essere coinvolto nel processo progettuale come "collaudatore" del prodotto.
- In particolare, le associazioni di clienti e di consumatori potrebbero collaborare con i progettisti, mediante invii sistematici di questionari con giu-



3. Soluzioni costruttive per la funzione "appoggio otturatore-sede".



SOLUZIONI COSTRUTTIVE	ASPETTI					
	SEMPLICITÀ	FACILITÀ DI MONTAGGIO	ESIGENZA DI PRECISIONE DI LAVORAZIONE	TENUTA	COMPORTAM. AD USURA	PRECISIONE DI REGOLAZIONE
C _{B1}	B	B	B	D	B	D
C _{B2}	D	D	D	B	D	B
C _{B3}	D	D	D	B	D	B
C _{B4}	D	B	O	O	B	D
C _{B5}	D	B	O	O	B	D
C _{B6}	B	D	O	O	B	D



5. Ciclo di vita del prodotto industriale.

dizi sul prodotto, individuandone difetti riscontrati e possibilità di miglioramento proponibili, che solo con un uso prolungato possono essere evidenziate.

b) manuale di istruzione del prodotto

L'elaborazione del manuale di istruzione del prodotto è una fase di grande importanza tecnica e giuridica che deve vedere coinvolto in prima persona il progettista.

Una proposta di criterio di elaborazione delle istruzioni è uno dei risultati.

Essa è stata oggetto di alcuni workshop e corsi.

c) formazione e progettazione

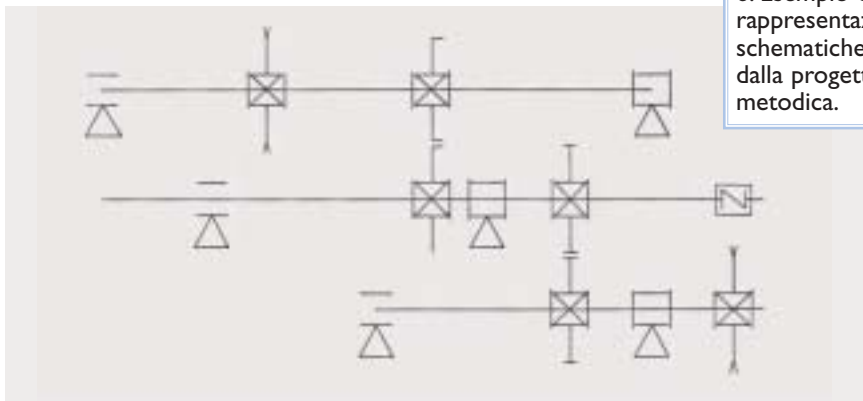
Sotto questa voce si intendono due diversi livelli di attività.

c.1) formazione per progettisti
Sono stati svolti diversi workshop, tavole rotonde e corsi.

c.2) utilizzo dell'importanza formativa della progettazione

L'attività progettuale costituisce, secondo gli autori, un esercizio intellettuale molto valido per tutti i tecnici. Gli autori si sono sforzati di introdurre un approccio progettuale, sia pur semplice, anche nei corsi di Disegno ai primi semestri.

Una esercitazione consiste, ad esempio, nel proporre agli allievi una funzione ed essi sono chiamati a sviluppare principi e solu-



6. Esempio di rappresentazioni schematiche scaturite dalla progettazione metodica.

zioni costruttive atti a svolgerla, esprimendole attraverso un disegno d'assieme. Le figure 7 e 8 mostrano, ad esempio, elaborati relativi alla soluzione costruttiva della funzione "esercitare due forze eguali ed opposte atte a comprimere due assicelle di legno per incollarle".

PROGETTAZIONE E PATRIMONIO STORICO

Lo studio del patrimonio storico, lungi dall'essere solo uno sterile esercizio culturale, può essere ricco di contenuti per l'evoluzione tecnica di oggi e per lo sviluppo di domani. In questa direzione, è stata messa a punto una metodologia di catalogazione e di restauro informatico di disegni storici e di individuazione sistematica dell'evoluzione storica di una soluzione costruttiva. Gli obiet-



7. Elaborato di allievi.

tivi di tali elaborazioni sono riconducibili ai due seguenti.

a) "fonte" di idee innovative

La considerazione delle soluzioni del passato e il loro esame critico può essere ricca di interesse per oggi e per domani. Principi e soluzioni costruttive intuite in passato potrebbero essere riprese oggi con materiali e tecnologie moderne. In ogni caso, sarebbe interessante se un progettista, di fronte a un nuovo problema, avesse accesso ad archivi informatici con soluzioni costruttive realizzate o anche solo pensate in passato;

b) soluzioni ai problemi di rappresentazione

I disegni tecnici del passato possono

BIBLIOGRAFIA

[1] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *The formalization of the mechanical design process*, ICED 81 Roma 1981

[2] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Contributo alla normalizzazione dei metodi di progettazione dei motori*, IX Convegno AIAS Grado 1981

[3] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Sul progetto degli alberi a gomiti*, ATA 2(1983)

[4] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Proposta di un criterio di scelta delle soluzioni costruttive nella progettazione meccanica*, Il Progettista Industriale 4(1983)

[5] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Vorschlaege fuer den Entwurf von Federn*, ICED 83 Kobenhavn 1983

[6] G.F. Biggioggero, G. Paolini, E. Rovida, *Proposte sulla progettazione metodica dei perni di articolazione cilindrica*, XII Convegno AIAS Sorrento 1984

[7] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Darstellung der Maschinensysteme in einer Prinzipskizze*, Schweizermaschinenmarkt 4(1985)

[8] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Vorschlaege fuer den methodischen Konstruieren von Nockengetrieben*, ICED 85 Hamburg 1985

[9] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *I livelli di rappresentazione degli organi di macchine*, Progettare 1(1986)

[10] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Esigenze di informazione sui materiali scaturite dalla progettazione metodica*, la Metallurgia Italiana 6(1987)

[11] G.F. Biggioggero, E. Rovida et al., *Betrachtungen und Vorschlaege zur Re-Mo Gruppe*, ICED 90 Dubrovnik 1990

[12] E. Rovida, *Re-Mo Gruppe und die symbolische Darstellung beim Konstruieren*, ICED 91 Zuerich 1991

[13] E. Rovida, *La semplificazione nella rappresentazione*, Progettare 4(1992)

[14] E. Rovida, *Per rispondere ad una necessita*, Progettare 1(1993)

[15] G.F. Biggioggero, P. Galli, E. Rovida, *Proposal of an approach to computer assisted methodical design*, ICED 93 The Hague 1993

[16] E. Rovida, R. Viganò, *Scelta automatizzata della rappresentazione*, Progettare 3 (1994)

[17] G.F. Biggioggero, P. Galli, E. Rovida, *Methodic design: an applicative software*, ICED 95 Prag 1995

[19] Pighini U., *Design Methodology for increasing product Quality*, Proceedings of ICED 95, Praha, 1995.

[20] Pighini U., *Design for X: Recent Developments, 12 th Workshop on Design Science*, Rigi Kaltbad, 1995.

[21] Pighini U., *Introducing Methodology in Design Tactics, Workshop IDM*, Pilsen, 1996.

[22] S. Calabrò, G. Menzio, E. Rovida, *The role of historical technical drawings to the modern design*, ICED 97 Tampere 1997

[23] E. Rovida, *Customer involvement*, as contribution to the Design for Costs, ICED 97 Tampere 1997

[24] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Il profilo professionale del progettista*, Progettare 2(1997)

[25] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *La progettazione orientata alle proprietà del prodotto: il DfX*, Cittastudi Edizioni 1998

[26] G.F. Biggioggero, E. Rovida, *Methodic design as way to improve students creativity*, International Design Conference Dubrovnik 1998

[27] E. Rovida, *Dallo scalpello al mouse. Evoluzione e storia del disegno tecnico*, Paravia Scriptorium 1999

[28] Pighini U., Fagnoli M., Geraci D., *A Design-for-Safety procedure*, ISPESL, Italy (in Italian), 1999.

[29] S. Baragetti, E. Rovida, *Il concetto di DfX applicato alle guide lineari*, Progettare 3(2000)

[30] S. Baragetti, E. Rovida, *Use of DfX concept in methodic design*, International Design Conference Dubrovnik 2000

[31] Pighini U., *A Design Procedure for Safety of Mechanical Systems*, International Design Conference, Design 2000, Dubrovnik, May 23-26, 2000.

[32] Pighini U., Fagnoli M., *A Design-for-Quality Procedure*, ISPESL, Italy (in Italian), 2000.

[33] Fagnoli M.; Pighini U., *Integrating Design Methodology*, 11. Symposium DfX - 12-13 October 2000, Schnaittach (DE), 2000.

[34] S. Baragetti, E. Rovida, *An automated expert procedure for the choice of mechanical systems*, ICED 01 Glasgow 2001

[35] C. Gorla, E. Rovida, *Come realizzare il manuale di istruzioni*, Progettare 12(3001)

[36] Pighini U.; Fagnoli M., *Engineering Design in the Development of Sustainable Products*, proceedings of ICED 01, Glasgow, 2001.

[37] Pighini U., Fagnoli M., Geraci D., *A Design Procedure for the Safety of Mechanical Systems*, 13th International Conference on Engineering Design, ICED 01, Glasgow, Scotland, UK - 21-23 August 2001.

[38] Pighini U., Fagnoli M., Accinni S., *An integrated procedure for the design of sustainable products*, International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14 - 17, 2002.

[39] Fagnoli M., Pighini U., *Design for Environment: a question of Costs and Benefits*, 13. Symposium, Design for X, Neukirchen, 10. und 11. October 2002

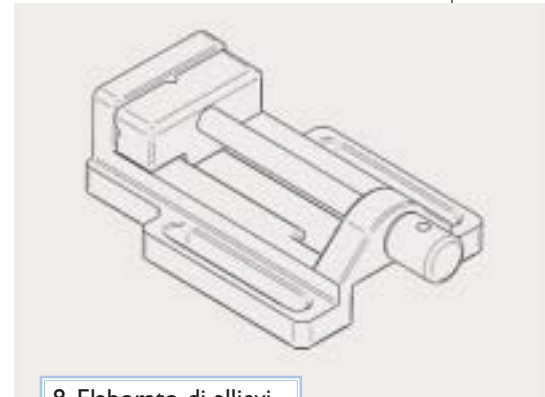
[40] Fagnoli M., Pighini U., *Quality improvement in the design of mechanical systems*, International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14 - 17, 2002.

[41] Fagnoli M., Pighini U., *The Evaluation of Costs Related to Safety of Mechanical Systems in Design Stages*, International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14 - 17, 2002.

[42] Pighini U., Fagnoli M., *La sostenibilità ambientale e la sua valutazione*, Giornata di studio sul tema: La sostenibilità ambientale del prodotto industriale, 11 Ottobre Milano, 2002.

essere considerati anche come “collezioni” di soluzioni a problemi di rappresentazione.

Per questo motivo, dall’esame critico dei disegni del passato possono scaturire idee di interesse per i formatori di oggi.



8. Elaborato di allievi.

IL FUTURO

Il programma di lavoro futuro dei ricercatori italiani è diretto a uno sviluppo e a un approfondimento delle tematiche qui richiamate.

Ci si occupa dello sviluppo di soluzioni costruttive sempre più ampie e complete, che tengano conto anche, in modo sistematico e critico, del patrimonio storico.

A ciò si lega l’approfondimento dei “metodi euristici”, volti a sviluppare soluzioni innovative e basate su criteri, ad esempio, di considerazione del fenomeno fisico, delle forme, dei movimenti, della generazione di forze.

Il catalogo informatico costituisce pure un tema in cui gli autori sono impegnati. Sono allo studio nuove applicazioni, basate sulla considerazione del ciclo di vita del prodotto. Da ciò scaturiscono da un lato gli “aspetti” di comportamento di cui tenere conto nello sviluppo dei sistemi esperti di scelta, dall’altro di “regole di progettazione” volte a essere utilizzate durante lo sviluppo o la modifica del prodotto.

G. F. Biggioggero, E. Rovida, Politecnico di Milano
 M. Fagnoli, U. Pighini, Università “La Sapienza” di Roma
 V. Hubka, ETH Zuerich.