

# Principi e Metodologie della Progettazione Meccanica

Corso del II anno della laurea magistrale  
in ingegneria meccanica

ing. F. Campana  
a.a. 11-12

## Lezione 2:

- Principi di Design for Quality
- Iter di progettazione

# Principi di Design for Quality

La ricerca del massimo valore per il rapporto Q/C ha portato all'affermazione della progettazione orientata alla qualità (Design for Quality) i cui obiettivi sono:

- Il soddisfacimento del cliente attraverso l'ottimizzazione delle sue aspettative attese e non (= proprietà esterne, vedi lez. precedente)
- la riduzione del time to market attraverso l'adozione di:
  - principi del concurrent engineering,
  - di strumenti informatici (quali il virtual prototyping e i software CAx)
  - di metodi specifici di progettazione orientata

Questi obiettivi strategici sono integrati con l'intera organizzazione aziendale, che il più delle volte può essere ascritta al Total Quality Management (TQM).

Per avere una visione di come la gestione delle imprese si sia evoluta verso l'unificazione dei vari approcci nel total quality management si può leggere:

A. B. (Rami) Shani, Yoram Mitki, *Reengineering, total quality management and sociotechnical systems approaches to organizational change: Towards an eclectic approach?* *Journal of Quality Management*, Volume 1, Issue 1, 1996, Pages 131-145, ISSN 1084-8568, [DOI: 10.1016/S1084-8568\(96\)90009-7](https://doi.org/10.1016/S1084-8568(96)90009-7)

In particolare in questo articolo si presentano i metodi di Re-Engineering, Total Quality Management e il SocioTechnical System Approach.

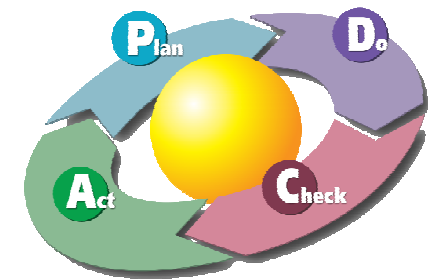
Per tutti è tre si rende necessario: chiarire gli obiettivi strategici per lo sviluppo dell'azienda; ancorarli alle esigenze del cliente; definire quantitativamente i requisiti di sviluppo prodotto (anche attraverso il *benchmarking*); organizzare l'azienda in gruppi responsabili non di attività "generiche" ma specifiche del prodotto sempre tesi alla qualità ed al continuo aggiornamento/miglioramento.

La sinergia di intenti tra dirigenza e gruppi di lavoro conduce al concetto di ingegneria concomitante, o simultanea, o integrata (*simultaneous engineering* o *concurrent engineering*), che come già detto si rende necessaria per ridurre il time to market e prevenire possibili errori di progetto (sia del prodotto che del processo).

Lo sviluppo dei sistemi informatici avutosi in questi ultimi decenni ha reso possibile l'attuarsi di questi schemi di lavoro supportando la decentralizzazione delle attività senza perdere però la loro connessione (si vedano nelle lezioni successive i sistemi CAx).

Per inciso, visto che viene citato nell'articolo in questione, sembra utile ricordare uno schema di lavoro promosso da Deming che può essere utile per il miglioramento di ogni tipo di attività (sia manageriale che di progettazione): la ruota PDCA P=PLAN D=Do C=Check A=Act ovvero:

*pianifica, esegui, verifica* la conformità dei risultati con la pianificazione e, se necessario, *intraprendi le correzioni*.

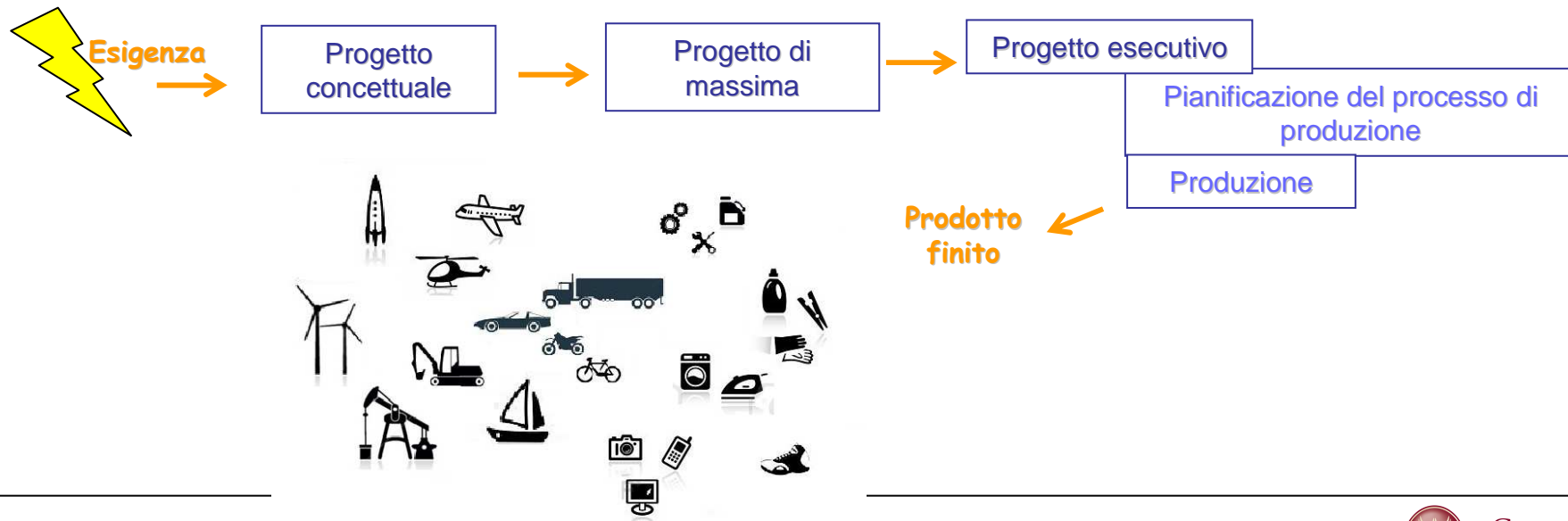


# Iter di progettazione

Progettare un prodotto significa definire la struttura e la modalità di realizzazione di un sistema in modo tale che esso possa assolvere a delle richieste specifiche.

Questo avviene attraverso un iter che, nel caso più generale (ovvero definizione di prodotti innovativi), è composto dalle seguenti fasi:

1. Indagini di mercato per definire le specifiche del cliente e valutare la concorrenza
2. Progettazione concettuale (avamprogetto e definizione dei concept)
3. Progettazione di massima
3. Progettazione esecutiva



1. La progettazione concettuale: in cui si definisce il principio di funzionamento ed un primo schema di massima (arrangiamento) del sistema
2. La progettazione di massima: in cui si procede al dimensionamento ed all'ottimizzazione dell'arrangiamento dei componenti
3. La progettazione esecutiva: in cui si indicano e risolvono tutte le problematiche di assemblabilità e funzionalità del sistema
4. La progettazione della fabbricazione del sistema: in cui si risolvono tutti i problemi legati a come produrre il sistema

La progettazione concettuale ha il compito di definire i principi di funzionamento del sistema dando un prototipo di avamprogetto che successivamente verrà dimensionato ed ottimizzato nella fase di progettazione di massima e poi esecutiva.

Il livello di dettaglio nella definizione delle singole parti cresce esponenzialmente man mano che si procede dalla fase concettuale a quella esecutiva.

Il prodotto finale della fase esecutiva è il progetto della fabbricazione del sistema in cui, oltre alla sua forma e dimensione, si fissano i requisiti di fabbricazione, le tolleranze e le rugosità

*Il concurrent engineering interviene tutte le volte che gruppi diversi sovrintendono al progetto funzionale ed esecutivo di sottoinsiemi in modo tale da avere un costante scambio dei necessari input/output.*

## Iter di progettazione e Design for quality

Conformemente al ciclo di Deming PDCA il primo passo del design for quality è pianificare l'obiettivo della progettazione attraverso l'analisi dei prodotti concorrenti, la definizione dello stato dell'arte (tecnico e di mercato) e la valutazione delle richieste del cliente. Questa fase di pianificazione termina con la stesura della lista dei requisiti.

In questa fase si discute con il marketing per focalizzare la cosiddetta “voce del cliente” e si può ricorrere al *benchmarking* per valutare pro e contro dei prodotti concorrenti

Il benchmarking è una tecnica con cui si misurano le performance di un prodotto nei confronti di altri.

Spesso si esaminano i prodotti leader del settore su cui fissare poi i valori di targa dei propri.

# La lista dei requisiti

Il capitolato o lista dei requisiti è il primo documento ufficiale di sviluppo prodotto e rappresenta il punto di partenza per l'impostazione del design for quality.

La soddisfazione del cliente si traduce in requisiti di qualità (o proprietà) da formalizzare in opportuni elenchi in grado di qualificare e quantificare la richiesta.

Poiché il progetto oltre ai requisiti di qualità dovrà avere dei requisiti tecnici di funzionalità e performance distinguiamo due classi di proprietà: le proprietà interne e le proprietà esterne.

Le **p. interne** sono tutte le prerogative fisiche del sistema, ovvero tutti gli aspetti di pertinenza specifica dell'ingegnere:

resistenza (statica, a fatica, a frattura, ...), rigidità, rivestimento, resistenza alla corrosione, durezza, formabilità, resilienza, ... (*comportamento dei materiali*)

controllo delle traiettorie, comportamento dinamico, rapporti di trasmissione, scelta degli elementi e degli organi funzionali, ... (*meccanica e dinamica delle strutture, costruzione di macchine, turbomacchine, elettrotecnica, oleodinamica, ...*)

tolleranze di forma e costruttive, modalità di fabbricazione ed assemblaggio (*tecnologia*)

Le **p. esterne** sono gli aspetti del sistema percepiti dal cliente o da operatori diversi dal progettista che vengono a contatto con il sistema durante il suo ciclo di vita. La qualità è quindi la realizzazione come da specifica delle proprietà esterne interessanti per il cliente.

# Le proprietà esterne: definizioni attraverso il loro scopo

Proprietà esterna	Scopo della progettazione orientata	direttamente percepita da		
		cliente	azienda	ambiente
Proprietà funzionali	<i>N.B. Realizzare le funzioni richieste è l'obiettivo minimo della progettazione!</i>			
Prestazioni del S.M.	Ottimizzare i valori di targa del sistema garantendone la robustezza (Robust Design)	x		
Affidabilità	Definire e garantire la probabilità che il sistema compia la sua missione con successo per la durata di tempo prestabilita	x		
Sicurezza	Ridurre/eliminare il rischio di danno per l'operatore e/o l'ambiente circostante	x		
Ergonomia	Ottimizzare l'interfaccia uomo-macchina nel rispetto della fisiologia umana	x		
Estetica	Ottimizzare l'aspetto e la percezione del sistema	x		
Rispetto degli standard/norme	Applicare quanto previsto dalle norme legislative/tecniche	x		x
Attitudine alla manutenzione	Semplificare/ridurre le operazioni di manutenzione	x		
Attitudine al trasporto	Semplificare le operazioni di trasporto del sistema	x		
Attitudine all'assemblaggio	Ottimizzare le procedure di assemblaggio in produzione e/o esercizio		x	
Attitudine alla fabbricazione	Ottimizzare la scelta del processo produttivo e la sua sequenza		x	
Riciclabilità	Rendere possibile in maniera agevole la riciclabilità del sistema			x
Sostenibilità ambientale	Eliminare/minimizzare le conseguenze dannose per l'ambiente (uomo, natura, società) a seguito della realizzazione, dell'uso e dello smaltimento del sistema			x
Costo	Minimizzazione dei costi del sistema (costi di sviluppo, produzione, gestione)		x	

- Le modalità di realizzazione di queste proprietà e quindi il loro grado di eccellenza sono funzione delle proprietà interne del sistema

- le tecniche di progettazione orientata sono finalizzate ad ottimizzare proprietà specifiche

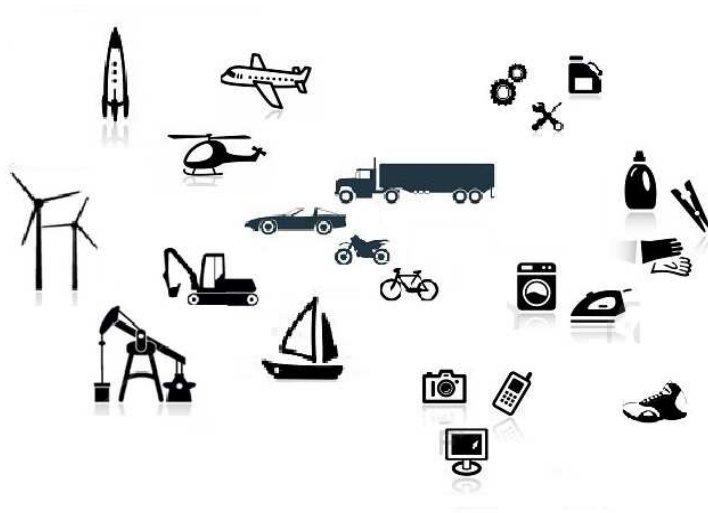


# Le proprietà esterne

- Alcune proprietà sono tra loro interconnesse. Ad es. la fabbricazione e l'assemblaggio influenzano fortemente il costo del sistema. La sicurezza implica affidabilità ma non il viceversa. Le prestazioni risentono dell'affidabilità e del rispetto degli standard.
- Alcuni legami sono più o meno forti a seconda del Sistema da progettare. Il progettista è libero di scegliere le priorità sulla base delle considerazioni fatte nella fase di chiarimento del compito.

		Prop. Funzionali	Prestazioni del S.M.	Affidabilità	Sicurezza	Ergonomia	Estetica	Rispetto degli standard	Att. alla manutenzione	Attitudine al trasporto	Att. all'assemblaggio	Att. alla fabbricazione	Riciclabilità	Sostenibilità ambientale	Costo
	Proprietà esterna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Proprietà funzionali		x	x	x	x									x
2	Prestazioni del S.M.			x				x	x			x		x	x
3	Affidabilità		x					x	x		x	x			x
4	Sicurezza		x	x		x				x				x	x
5	Ergonomia						x		x	x					x
6	Estetica					x						x	x		x
7	Rispetto degli standard		x		x	x			x		x			x	
8	Attitudine alla manutenzione		x	x							x			x	x
9	Attitudine al trasporto					x					x	x			x
10	Attitudine all'assemblaggio								x			x	x		x
11	Attitudine alla fabbricazione										x		x		x
12	Riciclabilità										x	x		x	x
13	Sostenibilità ambientale		x		x								x		x
14	Costo											x			

# Esercizio



Questa così vasta serie di prodotti (raggruppabile in sottoinsiemi di diversa definizione sia tecnica che merceologica) come si colloca rispetto alle proprietà esterne discusse nella lezione 01?

Possiamo dire che nei loro confronti le proprietà attese dal cliente hanno ordine di priorità diverse?

Se sì sai esplicitarlo?