

ENGINEERING

Engineering - *introduzione* - *definizione* (1)

Nell'ambito dello sviluppo di un prodotto, il termine **"engineering"** richiama

l'insieme delle attività che, sulla base degli output dei processi di progettazione, sono intese a :

- **verificare la fattibilità del prodotto o servizio oggetto della progettazione stessa,**
- **comunque disporre, a fronte delle tecnologie disponibili e nei limiti di costo definiti, quanto necessario ai processi generalmente attinenti l'ambito produttivo e logistico,**
- **riscontrare la coerenza fra le attese delle "parti interessate" e:**
 - **le prestazioni del prodotto come tale,**
 - **... e quanto in termini di caratteristiche dei processi attinenti il ciclo di vita del prodotto stesso**

Parti interessate: persona o gruppo di persone aventi un interesse nelle prestazioni o nel successo di un'organizzazione [UNI EN ISO 9000]

Engineering - introduzione - definizione (2)



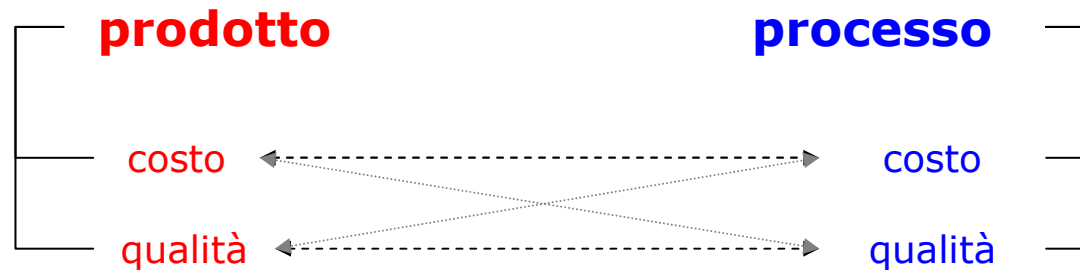
la definizione proposta di per sé configura due differenti oggetti dell'*engineering*

- prodotto → engineering di prodotto
- processo → engineering di processo

... comunque oggetti **di fatto comunque interagenti**

Engineering - *introduzione* - *definizione* (3)

... di fatto comunque interagenti



sintetizzando le peculiarità di un prodotto e di un processo nel costo e nella qualità - nel significato che le è proprio di "soddisfazione di tutte le parti interessate" - è percepibile la necessità di individuare opportune soluzioni di equilibrio fra le peculiarità stesse

... in altri termini: riportando le caratteristiche/peculiarità di un prodotto al rapporto fra qualità e costo non esiste prodotto che "non debba fare i conti" con il/i processo/i, ovvero le risorse disponibili per la fabbricazione e successiva distribuzione e assistenza, così come non esiste processo le cui performance (ancora rapporto qualità/costo) non possano che essere validate a fronte di quelle del prodotto al quale esso è dedicato.

Engineering - introduzione - il contesto (1) - ... esterno

Aldilà dell'applicazione di specifiche tecniche, **quale il contesto che le attività di *engineering* devono attualmente considerare / fronteggiare ?**

Tale contesto riporta sostanzialmente alle necessità di *market orientation*, e quindi alle capacità di sviluppare prodotti caratterizzati da minori *time to market*, con maggior contenuto di differenziazione ecc.

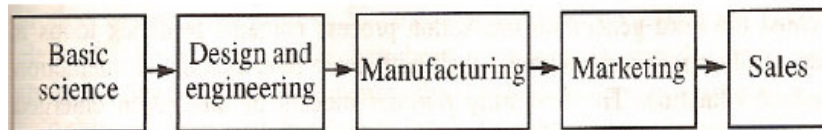


Figure 4.3 *Technology push (first generation) (1950s - mid 1960s)*

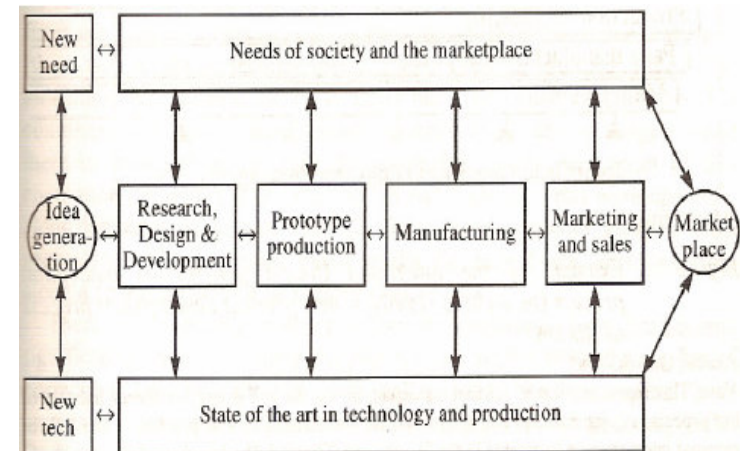


Figure 4.5 *'Coupling' model (third generation) (mid 1970s - early 1980s)*

[M. Dodgson, R. Rothwell - The handbook of technology innovation]

... e siamo ancora a inizi anni 80 !!

... si tratta di governare il passaggio da situazioni più stabili nel tempo ad altre che, per necessità di continuo riscontro ed aggiornamento dell'offerta con le variazioni della richiesta del mercato e della tecnologia, di fatto annullano le suddette condizioni di stabilità.

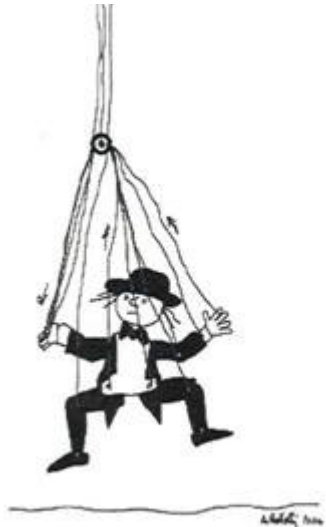
Engineering - introduzione - il contesto (2) - ... esterno

... con altri termini ancora, si tratta quindi di orientare il proprio comportamento da modi di operare

a priori vissuti in termini di maggior complessità e quindi di vincolo

... ad altri ...

capaci di comprendere e gestire la complessità e nel contempo utili al derivarne spunti per ulteriori progressi



[matematica.uni-bocconi.it/.../complessita.htm]

... Su un dizionario, la definizione di *complesso* è analoga in italiano (Vocabolario della Lingua italiana, *Istituto della Enciclopedia Treccani*: "Che risulta dall'unione di più parti o elementi") e in inglese (*Chambers Dictionary*: "Ciò che è composto da più di una cosa, ovvero di molte parti"), mentre il termine contrario *semplice* è definito come "ciò che è costituito da un solo elemento" ovvero, rispettivamente, "ciò che consiste di una cosa o un elemento".

[F. Pastrone - Complessità e semplicità]

ad indirizzamento dell'interpretazione della dimensione semplicità-complessità:

" ... la dimensione semplicità-complessità riguarda la complessità ambientale, riflette l'eterogeneità, ovvero il numero e la diversità degli elementi esterni che sono rilevanti per le attività di un'organizzazione. In un ambiente complesso molti elementi esterni differenti interagiscono con l'organizzazione e la influenzano. ..."

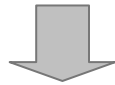
[R.L. Daft - Organizzazione aziendale]

Engineering

- *introduzione* - *il contesto* (3) - ... esterno

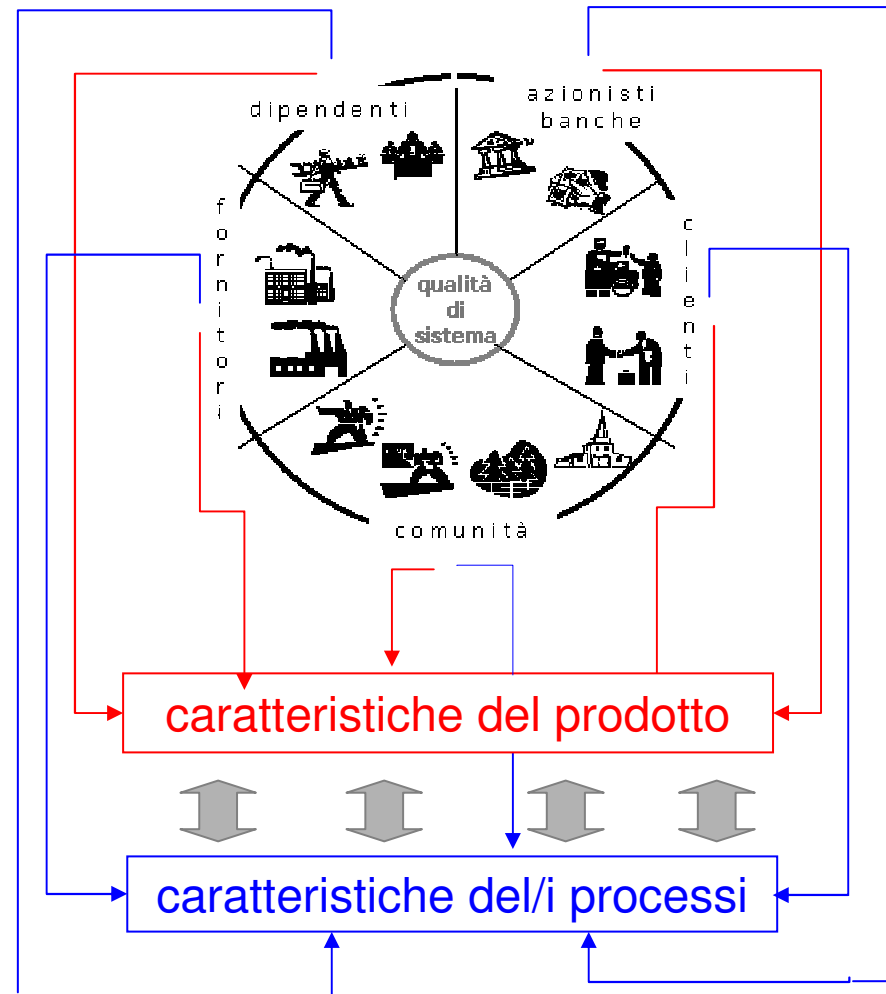
“ ... la complessità ambientale, riflette l’eterogeneità, ovvero il numero e la diversità degli elementi esterni ... ”

[complesso è ciò] ... che risulta dall'unione di più parti o elementi ... che è composto da più di una cosa, ovvero di molte parti”



il numero e la diversità di elementi esterni ... le “molte parti” appunto configurano le parti (richiamate a pag. 2) interessate al prodotto ed **anche ai processi** funzionali al prodotto stesso.

... alcune attese delle parti interessate sono rivolte ai processi (basti pensare ad aspetti ambientali od altri di ergonomia), ne conseguono restrizioni sulle caratteristiche dei processi, che nella definizione delle prestazioni del prodotto devono essere tenute in conto.



Engineering - *introduzione* - *il contesto* (4) - ... esterno

a titolo di esempio, in All. 1 sono riportate alcune check-list (anche) relative alle attività di *engineering*. Aldilà della varietà e numero degli elementi considerati sono da rilevare:

- ✓ la specializzazione per settore,
- ✓ la considerazione di elementi funzionali/prestazionali
- ✓ ... insieme ad altri di natura estetica (*appearance, styling, color ecc.*)
- ✓ ... ed ancora alcuni attinenti la gestione da parte dell'utente finale (il *cost of ownership* per l'automotive, *indirect or overhead costs* per l'aerospaziale ecc.)
- ✓ parametri attinenti al manutenzione ed in generale il ciclo di vita del prodotto
- ✓ ... ed ovviamente altri relativi alla producibilità



... è evidente che il livello complessità indotto (quantità e diversità degli elementi).

Engineering - *introduzione* - *il contesto* (5) - ... esterno

... è evidente che il livello complessità indotto ...

Aldilà del livello di complessità (nel senso di mercato numero di elementi/variabili), è inoltre importante considerare la:

- ✓ **diversa dislocazione temporale degli elementi indicati nel ciclo di vita del prodotto,**
- ✓ **... ed anche la possibilità di non poter disporre in termini esaustivi di tutte le informazioni necessarie,**

entrambe aspetti che, da un punto di vista gestionale, aumentano ulteriormente la complessità.

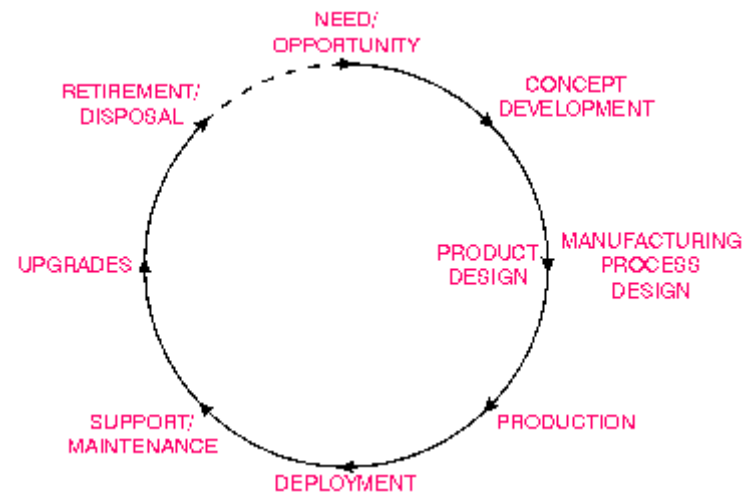


Figure 1. The phases of a product life cycle.
[P. Koopman - Life Cycle considerations]

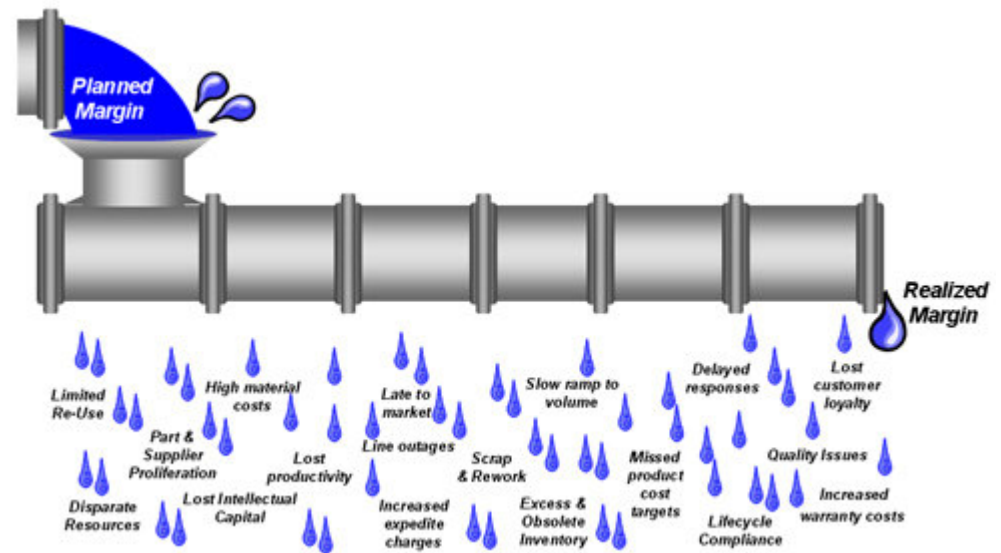
Engineering - introduzione - il contesto (6) - ... interno

- ✓ diversa dislocazione temporale ...
- ✓ ... non poter disporre in termini esauritivi ...

... ciò nondimeno

la mancata o non approfondita considerazione già al "momento 0" (fase di sviluppo) dei differenti ruoli ed esigenze propri del ciclo di vita comporta inefficienze (maggiori costi o comunque complicazioni gestionali)

ne consegue quindi la necessità di "saper ascoltare e considerare per tempo" le suddette esigenze e comunque del saper gestire con flessibilità ...



[www.minerva.dk]

... ovvero, dal punto di vista dello sviluppo, la necessità di ...

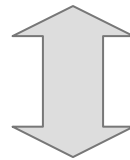
passare da logica di serializzazione ad una di parallelamento.

Engineering - *introduzione* - *il contesto* (7) - ... interno

... passare da logica di serializzazione ad una di parallelamento.

... "efficace ed efficiente svolgimento" nel senso di "parallelamento" delle attività descritto alla pagina precedente

le **cause di potenziale ostacolo** ad un efficace ed efficiente svolgimento delle attività di engineering riportano alla cultura (comportamento implicito) aziendale ... *più o meno inconsciamente la tendenza è nell'operare con logiche di impronta tayloristica*, ovvero nella sussistenza di organizzazioni di preminente impronta meccanica tendenzialmente basate su serializzazione delle attività e marcata codificazione dei relativi modi di realizzazione



... tali logiche sono intrinsecamente in contraddizione con gli obiettivi e l'esigenza di "anticipazione" delle problematiche attinenti le fasi a valle della progettazione.

Engineering - *introduzione* - *il contesto* (8) - ... interno

... le caratteristiche degli ambiti di progetto

... product design is yet another bastion of Taylorism: inputs from Manufacturing and Quality are perceived as distracting; those from Sales are considered downright irrelevant. Design quality is measured strictly in terms of technical specifications whose connections to customers requirements may be tenuous at best. ...

[J. B. ReVelle – Manufacturing handbook of best practices]

Engineering - introduzione - il contesto (9) - ... interno

... product design is
yet another bastion
of **Taylorism** ...

rif. "condizioni di contesto": la definizione dei metodi e dei relativi tempi aveva come presupposto il consolidamento del prodotto (così come configurato a valle delle correzioni potenzialmente indotte a seguito della stessa attività di tempi e metodi), il sostanziale mantenimento delle condizioni (volumi) produttive e comunque relativamente non contenuti tempi di risposta al mercato, ovvero una serie di condizioni attualmente non più proponibili.

... le logiche di Taylor, che nella sostanza corrispondono all'applicazione di prassi di "tempi e metodi", non sono più attuali per le mutate condizioni di contesto (esterno) ...

ciò premesso ed a prescindere dai settori di applicazione, **è comunque da rilevare che, per quanto non siano più condizione sufficiente, le "prassi di tempi e metodi" continuano ad essere condizione necessaria.**

Non fosse che per altri motivi, tale importanza è da riportare al conseguimento di mappe di processo alla cui base di fatto c'è l'applicazione delle prassi suddette e che, aldilà di quanto relativo a questioni di controllo di efficienza e di assicurazione qualità, sono premessa all'implementazione di applicativi di programmazione della produzione.

Engineering - introduzione - il contesto (10) - ... interno

serializzazione → parallelamento ↔ Taylorismo

... la problematica che quindi si pone è evitare di irreggimentare il processo, ovvero di inquadrare l'attività entro schemi o sistemi rigidi, comunque garantendone l'efficacia e l'efficienza.

un riferimento concettuale a tal proposito è proposto dal modello riportato.

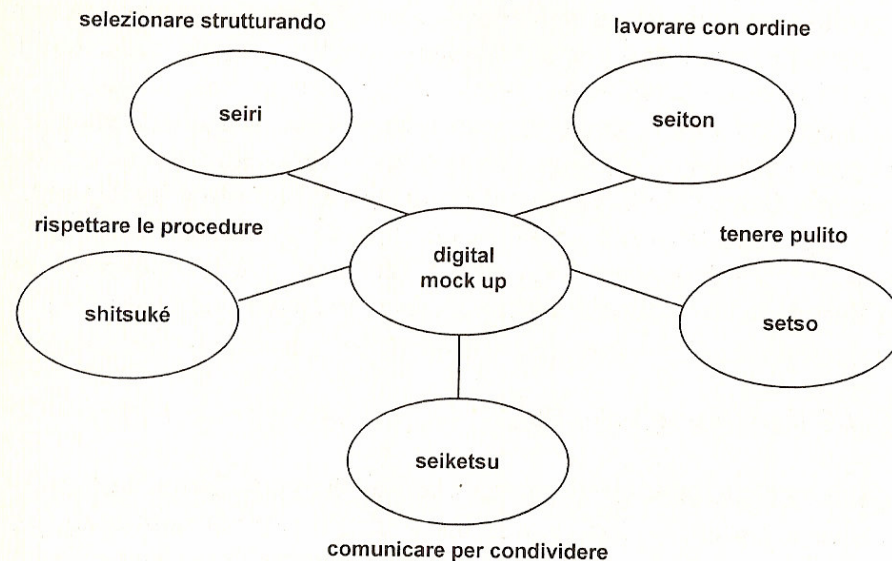


Fig. 1 – Il modello digitale di prodotto nel cuore dell'impresa

[M. Langfelder – Engineering]

mock-up: modello fisico del prodotto fatto in grandezza naturale per studi ed esperienze.

Engineering - *introduzione* - *la strumentazione gestionale* (1)

... in termini di massima, le necessità descritte hanno portato allo sviluppo di più soluzioni:

- ✓ **concurrent (simultaneous) engineering**
- ✓ **DFMA, DFS**
- ✓ ...

ai quali comunque *non è da dimenticare l'utilità di associare le logiche di tempi e metodi.*

Engineering - introduzione - la strumentazione gestionale (2)

impostazioni di concurrenti engineering richiamano hanno una diretta (ed ovvia) corrispondenza con il modello di pag. XX. E' facilmente percepibile che il concorso di più funzioni (ruoli, interessi ecc.) richieda un'adeguata procedurizzazione (rif. shitsukè), una consistente comunicazione (rif. seiketsu), un'attività di filtro di dati ed informazioni non utili (rif. setso) ecc.

- **concurrent engineering** : a design process in which any functional area with an interest in the product have an opportunity to have input into the design up front before the detail product data are developed. The objective is to make the bulk of the product changes up front to eliminate surprises later in the life cycle when they are more expensive to fix.
- **DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)**: an engineering approach whereby ease of manufacturing is considered at the point of the design. Objective includes reducing parts count and making distinct but similar parts clearly different.

[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

viene spesso richiamato l'acronimo DFX. Design For X, dove X è riferito al riferimento per il quale l'attività è condotta. In questo quindi X può riportare a miglioramenti di affidabilità, robustezza, *serviceability*, riduzione dell'impatto ambientale ecc.

Engineering

- *introduzione* - *la strumentazione gestionale* (3)

... rappresentazione simbolica delle competenze interessate da un progetto di concurrent engineering.

Phase Function	Conceptual Definition	Preliminary Definition	Detailed Definition	Production Build
Marketing				
Design Engineering				
Manufacturing Engineering				
Manufacturing				
Materials Management				
Business Management				
Finance				
Customer Support				

- Full Involvement
 - Partial Involvement
 - Inadequate Involvement

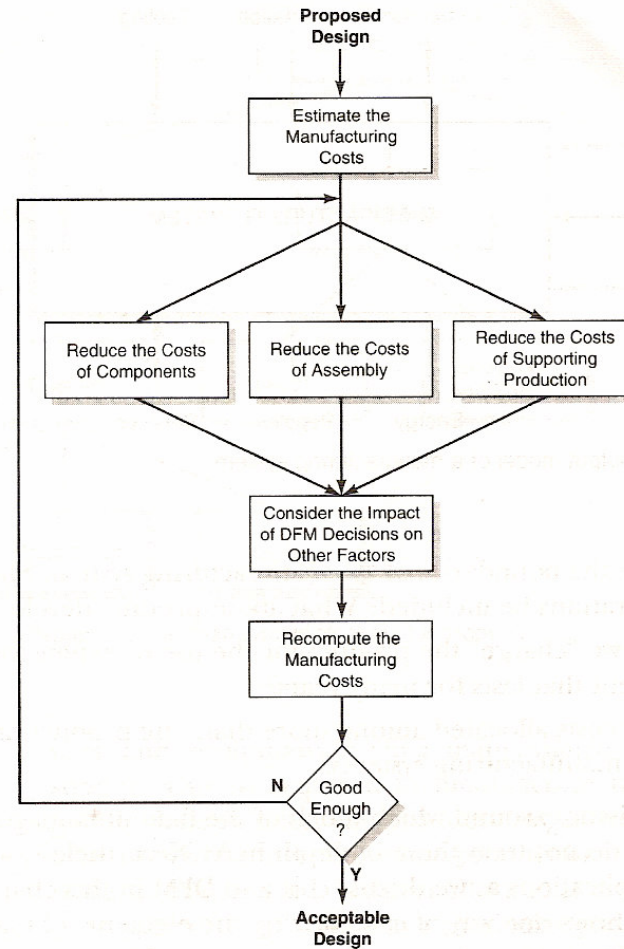
Figure 4-8: Concurrency matrix

[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

Engineering

- *introduzione* - *la strumentazione gestionale* (4)

... il flusso del processo di Design For Manufacturing..



XHIBIT 3 The design for manufacturing (DFM) methodology.

Engineering - *introduzione* - *la strumentazione gestionale* (5)

... un ulteriore passo

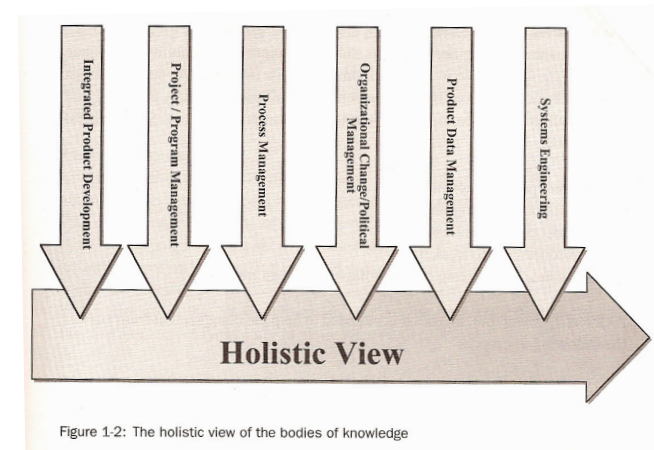
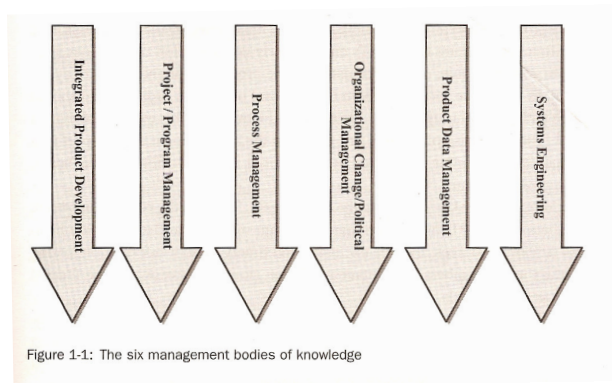
... quanto alle pagine precedenti riporta alla necessità di sviluppare una visione di sistema o ancor meglio una **visione olistica** ...

*Definizioni di **olismo***

- 1** teoria biologica secondo la quale l'organismo deve essere studiato in quanto totalità organizzata e non in quanto semplice somma di parti.
- 2** ogni concezione filosofica e sociologica secondo cui la società è una totalità non riducibile alla somma degli individui e delle loro azioni | in epistemologia, teoria che considera il sapere scientifico come un insieme di proposizioni altamente interconnesse, tale da non consentire la verifica empirica di una singola ipotesi, ma solo di porzioni più o meno estese dell'insieme.

[www.garzantilinguistica.it]

Engineering - introduzione - la strumentazione gestionale (6)



[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

aldilà della conoscenza ed applicazione di singole tecnologie, più in generale comunque, si tratta di **passare da un approccio per singoli "componenti di conoscenza" (*bodies of knowledge*) ad uno appunto caratterizzato da una visione olistica ... che, in questo senso, si configura ad un livello superiore di quello relativo alle singole componenti** (delle quali il concurrent engineering, il DFM ecc. sono esempi).

Engineering - *introduzione* - *la strumentazione gestionale* (7)

- **integrated product development:** a management process that integrates all activities from product concept through production/field support. using a multifunctional team, to simultaneously optimize the product and its manufacturing and sustainment processes to meet cost and performance objectives.

[Guide to integrated product and process development – U.S. Department of Defense]

- **project/program management:** a temporary endeavor undertaken to create an unique product or service. Temporary means that every projects have a definite beginning and definite end. Unique means that the product or service is different in some distinguishing way from all other similar product or services.

[Guide to Project Management Body of knowledge – Project Management Institute]

- **process management:** an approach that involves thinking of the enterprise as a collection of processes rather than functions. Economic values is created vy completing business process. Process management involves studying, organizing and improving the business processes of an enterprise, often thought as a process reengineering.

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

- **organizational change/political management:** the body of knowledge that contains the tools and techniques that allow us to identify and systematically overcome resistance to change. Overcome resistance to change from all levels within an organization.

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

- **product data management (PDM):** a tool that helps engineers and the rest of the enterprise manage both the product data and the product development process. It provides a central repository for design data and documentation to ensure that all authorized personnel have access to the most current version.

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

- **systems engineering:** an interdisciplinary approach and means to enable the realization of successful systems.

[International Council on System Engineering]

Engineering - *il processo di engineering* - introduzione (1)

l'implementazione di un processo di engineering orientato alle logiche di cui alle pagine precedenti il passaggio attraverso le seguenti fasi:

- engineering process framework
- work breakdown structure
- customer deliverables
- milestones and maturity gates
- process maturity

l'assieme e ordinamento delle fasi indicate ha quindi il significato di "**progetto del processo di engineering**".

Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework" (1)

l'espressione "**engineering process framework**" richiama il contesto di sviluppo del prodotto, ovvero l'intero processo di sviluppo (dal *concept* all'avviamento in produzione e dei servizi di assistenza).

E' evidente che **la conoscenza del contesto suddetto è condizione necessaria all'appropriatamente collocare il processo di engineering.**

In altri termini: la definizione dell'engineering process framework ha il significato di master plan, ovvero di "piano regolatore" funzionale al disciplinare l'intero processo.

Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework (2)

... un esempio di processo framework (i)

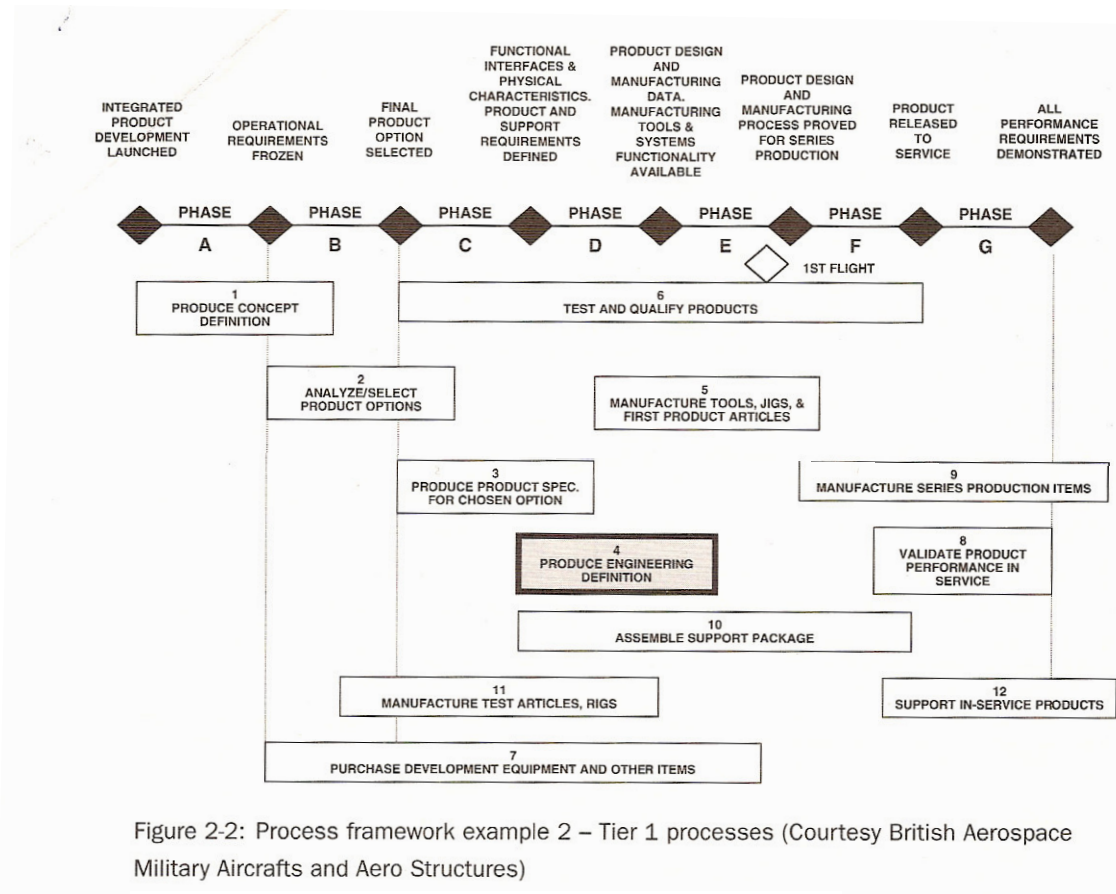


Figure 2-2: Process framework example 2 – Tier 1 processes (Courtesy British Aerospace Military Aircrafts and Aero Structures)

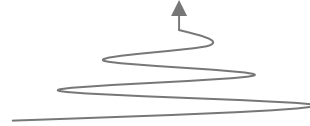
[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

Engineering

- *il processo di engineering* -
"engineering process framework (3)

... un esempio di processo framework (ii)

in generale comunque **come individuare e/o disegnare l'intero processo di sviluppo ?**



la domanda si pone a seguito de:

- la sussistenza di **differenti culture aziendali**, ovvero dei differenti livelli di sensibilità ed attenzione al considerare e valutare il processo di sviluppo del prodotto con sistematicità e al necessario livello di approfondimento.
- le **peculiarità degli specifici prodotti**.

Engineering

- *il processo di engineering* -
"engineering process framework" (4)

... differenti culture aziendali ...

quale determinante delle "differenti culture aziendali" può essere considerato l'assetto istituzionale, ovvero il carattere delle regole che improntano la vita dell'azienda.

E' percepibile che l'assetto istituzionale di un'impresa padronale sia differente a quello di una public company e, presumibilmente, meno orientato a meccanismi procedurali e alla condivisione.



... sulla base delle ipotesi suddette, in un' "impresa padronale" un disegno di dettaglio dell' engineering process framework potrebbe essere inutile se non controproducente, viceversa nel caso di public company.

è da evidenziare che si tratta comunque di ipotesi, da verificare nel caso specifico (la distinzione fra caratteristiche dell'impresa padronale" e della "public company" è puramente strumentale all'esplicitazione didattica.

Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework" (5)

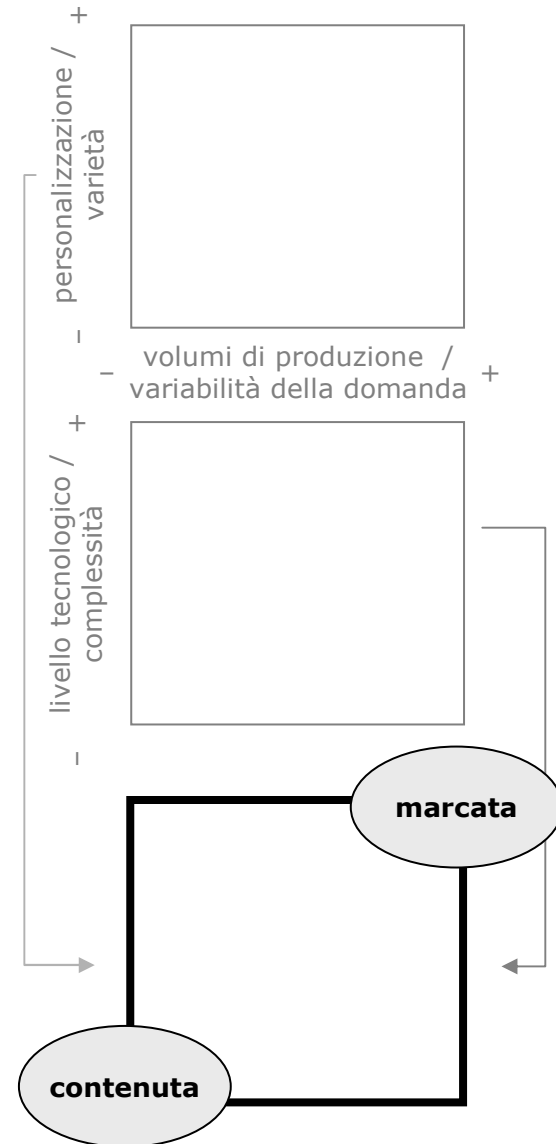
... peculiarità degli specifici prodotti ... (i)

... possibili spunti per dimensionamento delle attività di engineering



... nell'interpretazione dei suddetti spunti è comunque da rilevare che il livello di "alto" o "basso" (+/-) delle variabili riportate è relativo alle caratteristiche (dimensione, storia, settore, comportamento implicito ecc.) dell'azienda.

.... : ... intensità delle attività di engineering



Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework (6)

... peculiarità degli specifici prodotti ... (ii)

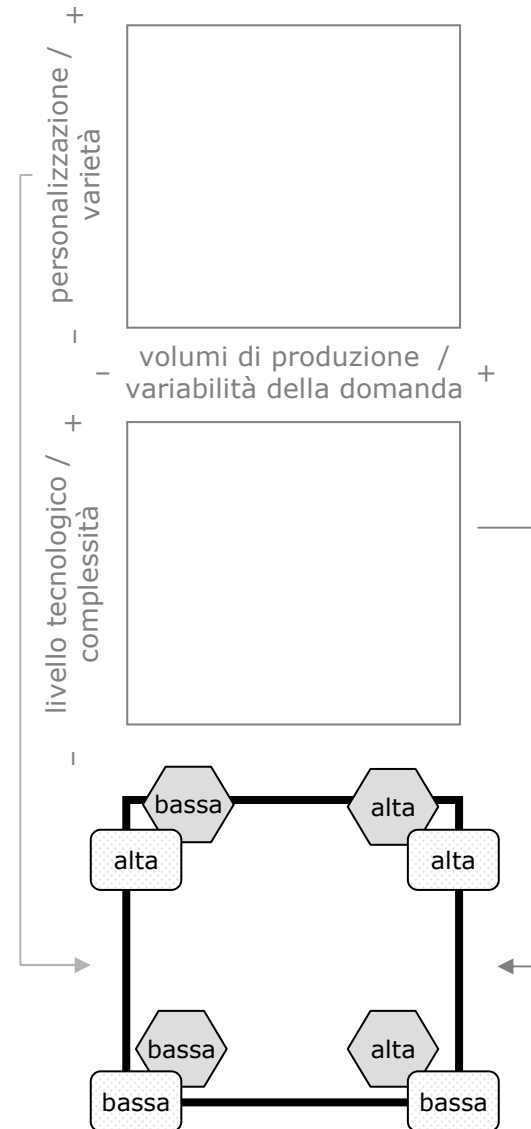
... sulla base degli "oggetti" delle attività di engineering - che a priori non sono limitate al prodotto ma estese ai processi di interesse del prodotto stesso - è anche da considerare la differente importanza delle attività di prodotto o di processo. del



... si ricorda ancora che quanto riportato ha funzione di spunti di analisi e comunque la necessità di confronto di tali spunti con le caratteristiche dell'azienda.

⬡ : ... intensità engineering di processo

▤ : ... intensità engineering di prodotto



Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework (7)

validi riferimenti per l'individuazione ed il disegno del framework sono proposti dalla norma ISO 9001.

Riferimenti

- UNI EN ISO 9001
Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti
La norma specifica i requisiti di un modello di sistema di gestione per la qualità di tutte le organizzazioni, indipendentemente dal tipo e dalla dimensione delle stesse e dai prodotti forniti. Essa può essere utilizzata per uso interno, per scopi contrattuali e per certificazione. le peculiarità degli specifici prodotti.
- norme ISO 9000
 - ✓ UNI EN ISO 9000: Fondamenti e terminologia
 - ✓ UNI EN ISO 9001: Requisiti (dei Sistemi di gestione per la qualità)
 - ✓ UNI EN ISO 9004: Linea guida per il miglioramento delle prestazioni
 - ✓ UNI EN ISO 19011: Linea guida per gli audit dei sistemi di gestione per la qualità e/o di gestione ambientale

Engineering - il processo di engineering - "engineering process framework" (8)

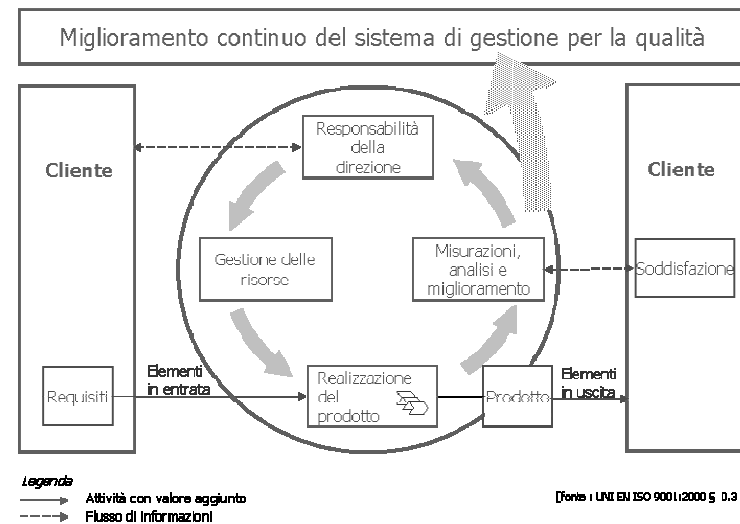
... un esempio di processo framework (iii)

nel modello di gestione per la qualità, una delle macro-fasi richiamate è quella di realizzazione del prodotto.

Tale macrofase considera le tre fasi di progettazione, approvvigionamento e produzione.

Nella fattispecie, la parte di progettazione comprende i processi di:

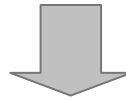
- ✓ pianificazione della progettazione e sviluppo
- ✓ elementi in ingresso alla progettazione e sviluppo
- ✓ elementi in uscita dalla progettazione e sviluppo
- ✓ riesame della progettazione e sviluppo
- ✓ verifica della progettazione e sviluppo
- ✓ validazione della progettazione e sviluppo
- ✓ tenuta sotto controllo delle modifiche della progettazione e sviluppo



Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework" (9)

...

- ✓ pianificazione della progettazione e sviluppo
- ✓ elementi in ingresso alla progettazione e sviluppo
- ✓ elementi in uscita dalla progettazione e sviluppo
- ✓ riesame della progettazione e sviluppo
- ✓ verifica della progettazione e sviluppo
- ✓ validazione della progettazione e sviluppo
- ✓ tenuta sotto controllo delle modifiche della
progettazione e sviluppo



la lettura delle fasi e attività previste dalla normativa ISO 9001 disegna l'intero processo di sviluppo e, in questo senso può essere assunto come modello dell'engineering process framework.

Engineering

- *il processo di engineering* -
"engineering process framework (10)

... nella fattispecie le problematiche di engineering sono in particolare individuabili nei due momenti di definizione degli:

- elementi in ingresso,
- elementi in uscita.

Aldilà del considerare gli elementi in ingresso e in uscita rispettivamente quali input attinenti le attese del cliente e output necessari al verificare che i risultati della progettazione siano coerenti con gli input stessi, tali elementi comprendono anche condizioni necessarie alla produzione e assistenza.

Tale impostazione richiama fra l'altro le logiche di parallelamento delle attività.

Engineering - *il processo di engineering* - "engineering process framework (11)

A completamento è inoltre utile considerare che la struttura documentale voluta da ISO 9000 può essere oltremodo utile per assicurazione di ordinato svolgimento delle attività di verifica delle caratteristiche proprie e di quelle di fattibilità del prodotto.

La marcata dispersione degli aspetti da verificare, i differenti momenti di effettuazione delle verifiche e le decisioni di modifica del prodotto che ne possono derivare, configurano un numero molto alto di attività e di interazioni. La predisposizione di meccanismi procedurali o comunque di indirizzamento può quindi assumere una funzione decisiva.



tale considerazione sulla numerosità delle attività da considerare apre all'individuazione delle attività stesse, per le quali lo strumento proposto è la *Work Breakdown Structure* (WBS).

Engineering

- *il processo di engineering* -
"engineering process framework" (12)

... prima dello sviluppo della WBS

sintesi operativa della fase di "engineering process framework"

- 1. dimensionamento della fase di engineering in funzione de:**
 - a) **la cultura aziendale**
 - b) **peculiarità dello specifico prodotto.**

- 2. normativa ISO 9000 a supporto della configurazione della fase di engineering**
 - a) **caratterizzazione della progettazione nel macro-processo di "realizzazione del prodotto"**
 - b) **procedurizzazione (documentazione del processo di progettazione)**

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (1)

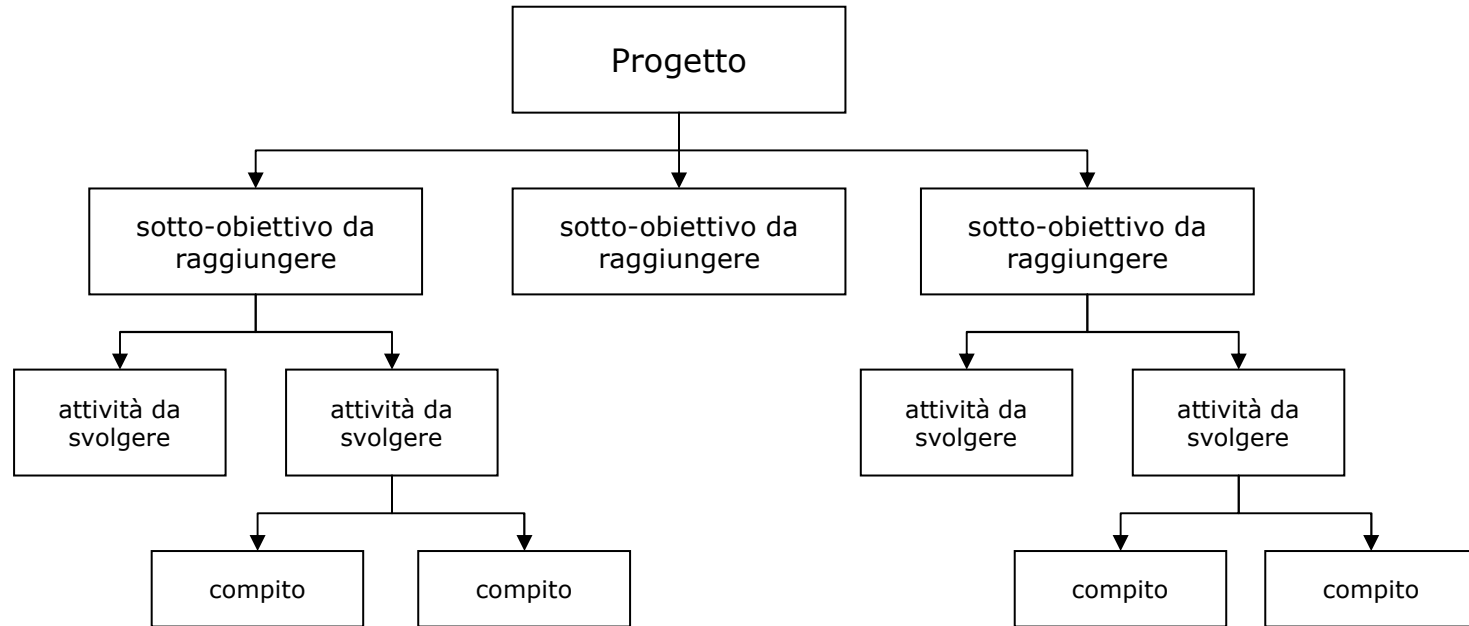
➤ ... in generale

la *Work Breakdown Structure (WBS)* è uno strumento di supporto alla scomposizione analitica di un progetto in tutte le sue fasi.

- ✓ la scomposizione di un progetto nelle sue fasi consente di comprenderne meglio il suo sviluppo e, di conseguenza, di poterlo meglio gestire.
- ✓ ... viene facilitata, per esempio, la tempificazione, l'attribuzione di responsabilità a persone e di *budget* a sottoprogetti, la valutazione delle *performance* di progetto.

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (2)"



“ ... La WBS è una rappresentazione del progetto, in forma grafica o in forma descrittiva, che suddivide le attività livello per livello spingendosi al grado di dettaglio necessario per una pianificazione e un controllo adeguati ... ”

[R. D. Archibald - Project management]

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (3)

l'insieme delle attività intese al verificare gli output dei processi di progettazione in termini di:

- fattibilità del prodotto o servizio oggetto della progettazione stessa.
- coerenza con le attese delle "parti interessate" a le prestazioni del prodotto ..

➤ ... **nello specifico di un processo di engineering**, la WBS può essere intesa come **processo di scomposizione - finalizzato alle successive verifiche con quanto atteso dal prodotto e necessario alla realizzazione dello stesso** - de:

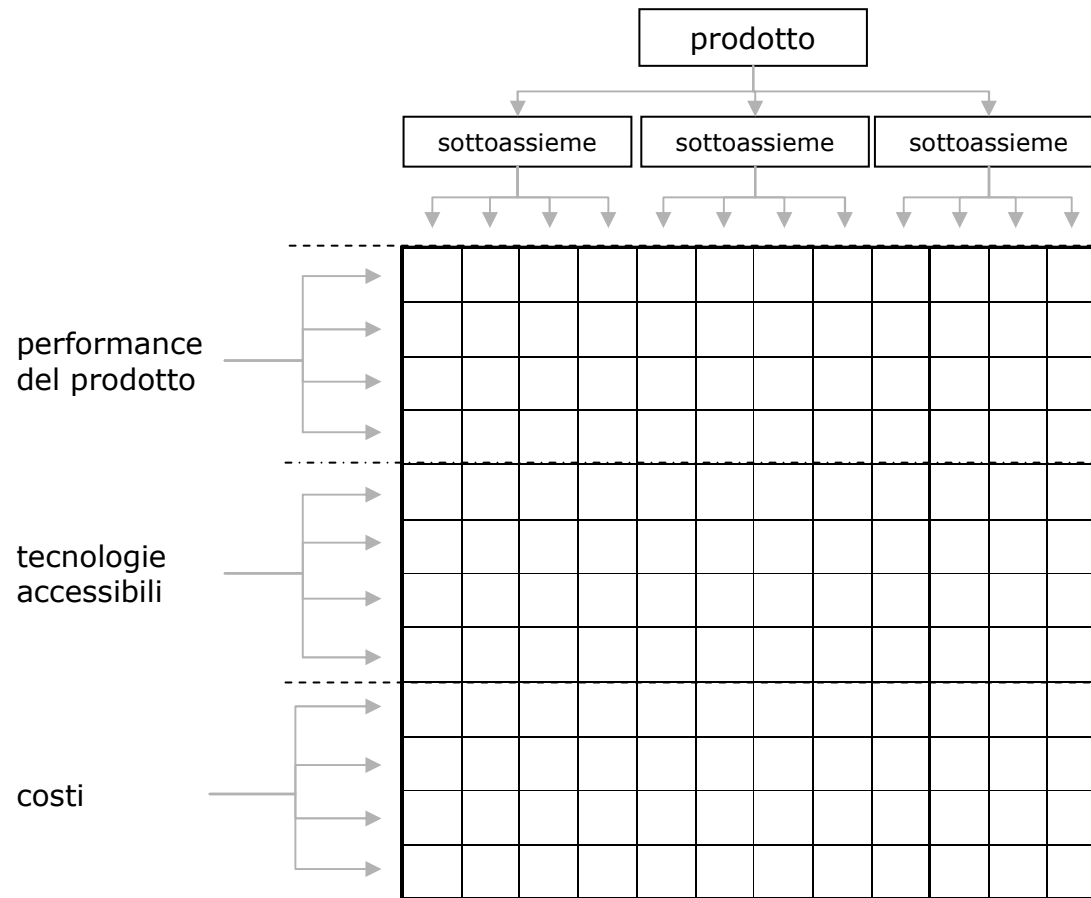
- ✓ le performance di prodotto
- ✓ le prestazioni delle tecnologie accessibili
- ✓ i livelli di costo

è importante approfondire il significato operativo delle verifiche citate, che concettualmente comportano la necessità di **disaggregazione del prodotto**.

a tal proposito è fra l'altro immediata la corrispondenza con il DFMA.

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (4)



la matrice è presentata al solo fine di esposizione dell'iter logico. Tal iter è riassumibile nei termini di quanto le performance (le attese in generale) sono soddisfatte e quali sono gli specifici elementi (sotto-assieme relativi alle singole performance), quali le tecnologie disponibili (o le fonti di fornitura) e quale la coerenza con i livelli di costo.

in termini concettuali, ognuno delle celle può rappresentare una verifica da effettuare

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (5)

... l'applicazione di logiche WBS possono inoltre avere funzione di collegamento fra gli obiettivi aziendali e quelli della singola unità organizzativa.

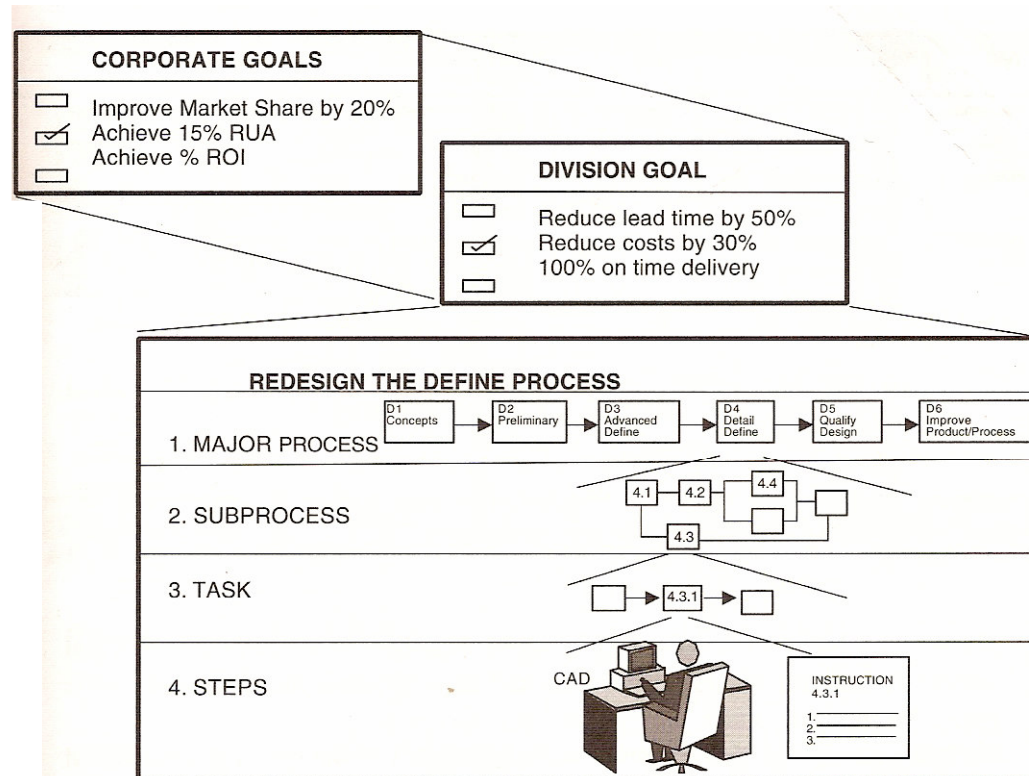


Figure 2-5: Management uses a process framework to link corporate goals to individual objectives

[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (6)

riprendendo la matrice proposta a pag. 38, è da evidenziare che operativamente si tratterà comunque di **procedere per priorità evidenziando quindi gli "incroci" critici.**

Nella pratica dello sviluppo dei prodotti, la situazione operativa può essere meno complessa di quanto a priori indicato; di fatto è come se prima della costruzione della matrice venisse fatto uno screening degli aspetti rilevanti (... screening da fare comunque con prudenza per evitare superficialità).

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (7)

... operativamente si tratterà comunque di andare per **priorità** evidenziando quindi gli "incroci" critici ...

a prescindere dall'influenza che sul livello di priorità può essere esercitata dalle due variabili "importanza" (di specifiche prestazioni del prodotto) e "fattibilità" (concreto conseguimento delle prestazioni), a supporto della definizione delle priorità possono essere utilizzati:

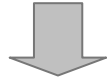
- il diagramma di Ishikawa (causa-effetto)
 - il QFD
-
- ✓ il diagramma di Ishikawa → individuazione delle possibili cause di non conformità e/o di leve per il miglioramento originanti dalle 4M ("MdO", "materiali", "metodi", "macchine") o da altre più appropriate determinanti.
 - ✓ QFD → individuazione dei parametri di processo e/o delle componenti di prodotto (i "come") necessari alla soddisfazione delle attese sul prodotto (i "cosa").

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (8)

... Organizational Breakdown Structure ...

aldilà dell'applicazione per prodotti fisici, le logiche di breakdown sono a priori applicabili anche per il conseguimento di conoscenza di dettaglio di altri ambiti. Tipica è l'applicazione in ambito di organizzazione (Organizational Breakdown Structure - OBS).

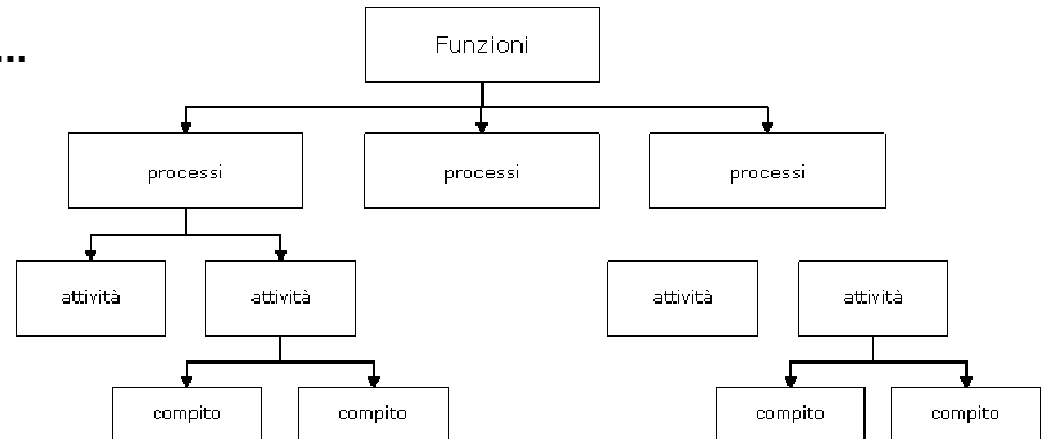


il richiamo a tale applicazione nel contesto delle valutazioni di engineering è funzionale per il concurrent engineering o comunque per la formazione di gruppi di lavoro integrati.

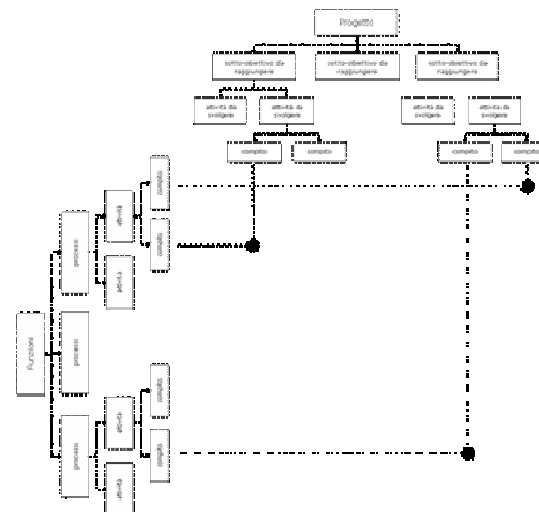


IPT – Integrated Product Team: a cross-functional team used in the design process to allow all affected areas to provide their input to a design up front.

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]



l'incrocio fra le due strutture consente quindi di identificare le funzioni e le competenze necessarie per lo svolgimento dei singoli compiti.



Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (9)

la matrice delle responsabilità, la cui funzione è di codificare le responsabilità dei singoli compiti, è in sostanza uno strumento complementare al WBS.

Per progetti di contenuta complessità e sul cui svolgimento sussistono esperienze di sufficiente spessore, la matrice delle responsabilità si qualifica come strumento alternativo al WBS (e alle tecniche di *breakdown* in generale).

	funzioni o individui					
task	a	b	c	d	e	f
x	○		●		❖	
y	⊗	○	●		❖	
z		○		●		❖
...						
...						
w	○		⊗	●	❖	

- ❖ coordinamento
- assunzione di decisioni
- ⊗ consultazione
- operativa
- ... "altro"

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (10)

le analisi e in generale le attività che saranno state assegnate di fatto configurano un processo (nella fattispecie quelli di engineering) e/o più processi fra loro convergenti. Lo stesso concetto di processo richiama le fasi componenti, a fronte del cui output si procederà verso le successive o a correzione delle stesse.

L'output delle fasi componenti il processo di engineering è richiamato dall'espressione *customer deliverables*

Engineering - *il processo di engineering*

"Work Breakdown Structure (11)"

... prima dei customer deliverables

sintesi operativa della fase di "work breakdown structure"

- 1. disaggregazione delle attese per "parte interessata"**
- 2. creazione del team** (assegnazione ruoli e incarichi per competenza)
- 3. disaggregazione del prodotto:**
 - a) **individuazione del livello di correlazione fra sotto-assieme e attese** (specifiche performance / qualità percepita)
 - b) **individuazione delle tecnologie disponibili/accessibili e valutazioni di coerenza con il costo atteso.**
 - c) **valutazioni potenziali criticità delle tecnologie / assegnazione priorità di analisi.**

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables (1)*

- **customer deliverable** : the final work product at the highest level that results in a tangible item given to the final customer for approval.

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

✓ al di là del significato tradizionale di cliente (cliente esterno), il termine "customer" è anche da riportare al cliente interno, ovvero alle funzioni delegate alla realizzazione del prodotto.

✓ la tangibilità richiamata dall'espressione "tangible item" può riportare sia a prodotti fisici da sottoporre al cliente per verifiche congiunte in generale sia a riferimenti - quali disegni, liste parti ecc. - necessarie alle funzioni di produzione, distribuzione ecc.



nel complesso la definizione di customer deliverable ha il significato di precisazione dei momenti di riscontro e di convalida del valore apportato dalle singole attività individuate dal WBS.

Engineering - *il processo di engineering i customer deliverables (2)*

il disegno, che di massima rappresenta il parallelamento fra le attività di sviluppo del prodotto ed altre di progetto del processo di produzione, evidenzia la convergenza di più processi verso una specifica customer deliverable

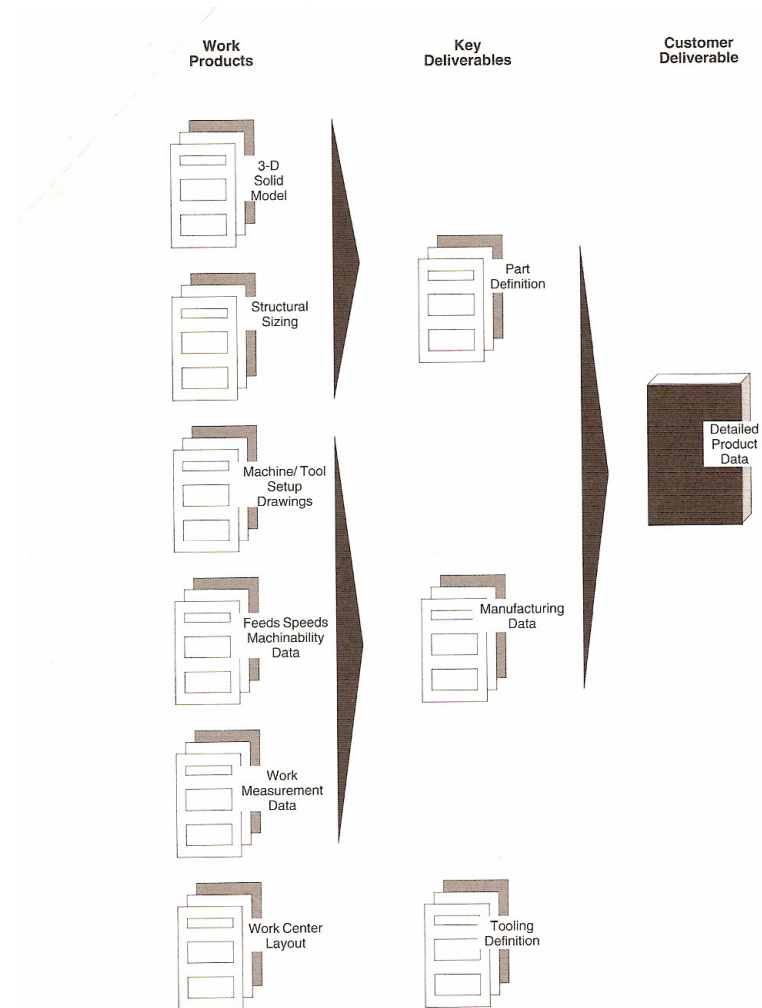


Figure 2-9: Deliverables architecture

[S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

Engineering - *il processo di engineering i customer deliverables (3)*

... altro esempio, nel quale la customer deliverable è rappresentata da un'analisi preliminare (... in sostanza di fattibilità)

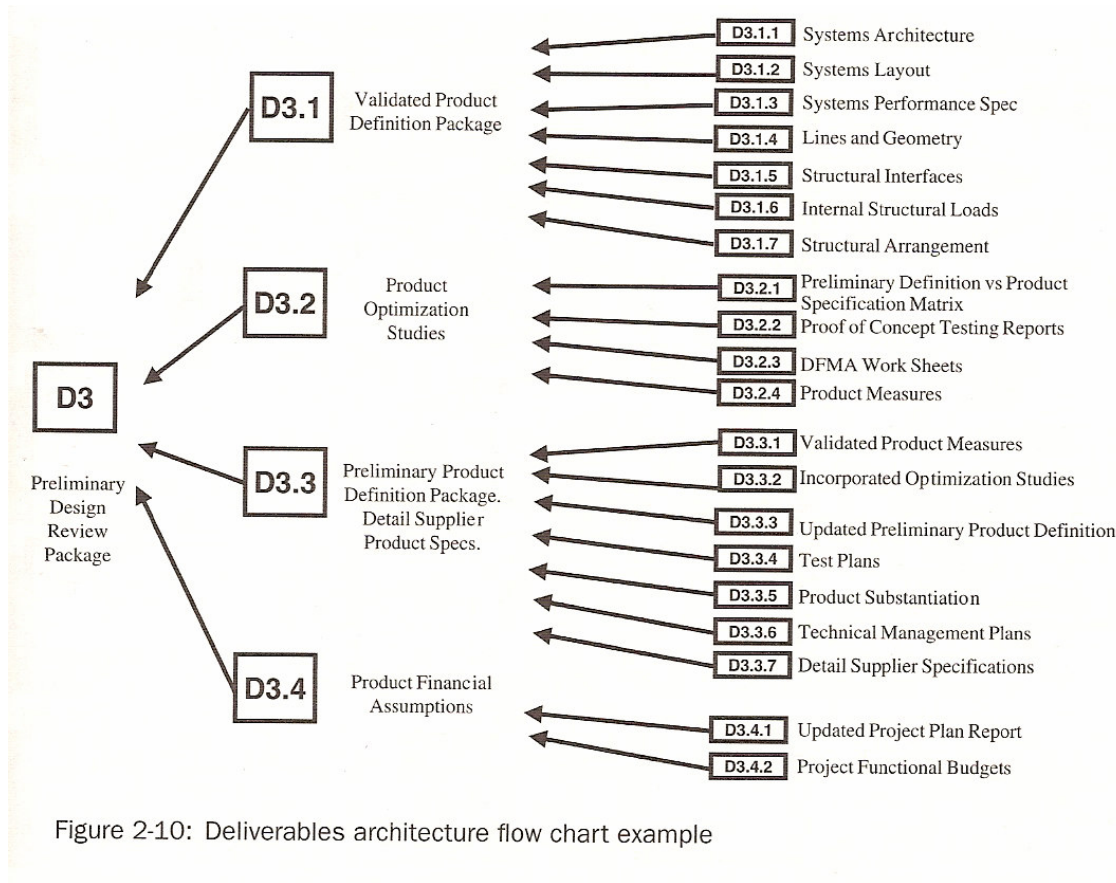


Figure 2-10: Deliverables architecture flow chart example

[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

Engineering - *il processo di engineering i customer deliverables* (4)

in questa pagine e nelle seguenti sono riportate, per ognuna delle fasi del processo di engineering, le customer deliverables proposte da S. C, Armstring – Engineering and Product Development Management (al quale si rimanda per approfondimenti).

Le indicazioni riportate sono al fine di indirizzamento verso le voci/argomenti da considerare. Nella lettura è comunque importante tener presente il contesto di applicazione (in particolare le caratteristiche aziendali in senso lato) e il prodotto (l'esempio riportato è riferito ad un aeromobile).

- conceptual definition package
 - ✓ advanced design study report
 - ✓ marketing requirements and objectives report
 - ✓ benchmark report
 - ✓ strategic technology reports
 - ✓ five-year strategic technology plan
 - ✓ product/process design requirements and objectives
 - ✓ design standards manual
 - ✓ design manual
 - ✓ product specification document

[elaborato da S.C. Armstrong – Engineering and product development management]

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables* (5)

- ✓ product requirement and capability plan
- ✓ regulatory compliance plan
- ✓ technical requirements documents
- launch review package
 - ✓ integrated master schedule
 - ✓ human resource plan
 - ✓ financial plan
 - ✓ manufacturing plan
 - ✓ program partnership plan
 - ✓ marketing requirements and objectives product specification matrix
 - ✓ business philosophy
 - ✓ product information management structure
 - ✓ work breakdown structure
 - ✓ preliminary product structure
 - ✓ computing requirements plan
 - ✓ project software standards
 - ✓ facilities plan
 - ✓ progeam-specific business process architecture
 - ✓ configuration management plan
- preliminary package definition
 - ✓ system architecture
 - ✓ systems layout
 - ✓ systems performance spec

[elaborato da S.C. Armstrong - Engineering and product development management]

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables* (6)

- ✓ vehicle lines and geometry
- ✓ structural interfaces
- ✓ internal structural loads
- ✓ matrix pf preliminary definition vs. product spec
- ✓ test reportrs
- ✓ DFMA worksheet
- ✓ process measures
- ✓ trade study documentation
- ✓ updated program plan report

- critical design packag review / design critical confirmation
 - ✓ matrix of detailed definition vs. prodcut specification
 - ✓ test reports
 - ✓ draft compliance plan

- product definition package / product data sheet / product spec records
 - ✓ preliminary release package
 - ✓ bill of material
 - ✓ process sheets

- regulatory approval / product documentation
 - ✓ certification test report
 - ✓ vendor qualification report
 - ✓ statement of compliance
 - ✓ maintenance and repairs manuals

Engineering - *il processo di engineering i customer deliverables* (7)

... **considerazioni operative** (i)

- la definizione dei deliverables a priori equivarrebbe al risalire dai compiti elementari individuati dal WBS ad un livello superiore, e da questo ad uno ancora successivo. A posteriori comunque è possibile che le specifiche esperienze condotte configurano il livello superiore in termini differenti da quelli inizialmente previsti.
- la predisposizione di **meccanismi procedurali** (già richiamati) è condizione necessaria alla confluenza e sincronizzazione delle singole attività verso i deliverables specificati.

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables* (8)

➤ ... **confluenza e sincronizzazione**
delle singole attività ...

... **considerazioni operative** (ii)

l'obiettivo di confluenza e sincronizzazione di fatto si traduce nello sviluppo di un programma di attività.

La strumentazione caratteristica a tal proposito da considerare comprende:

- il **diagramma di Gantt**
- il **PERT** o **CPM**

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables* (9)

i customer deliverable rappresentano comunque un output di processi a fronte dei quali andranno condotte opportune valutazioni e prese decisioni: *i maturity gates*.

Engineering - *il processo di engineering* *i customer deliverables* (10)

... prima dei maturity gates

sintesi operativa della fase di "customer deliverable"

- 1. rivedere i livelli di gerarchia superiore della WBS per individuare i customer deliverable**
- 2. predisporre un programma di lavoro** (rif. PERT, Gantt ecc.)
- 3. assicurare le componenti procedurali** (fino a possibilmente formulare i termini di presentazione dei singoli customer deliverable).

Engineering - *il processo di engineering* *i maturity gates* (1)

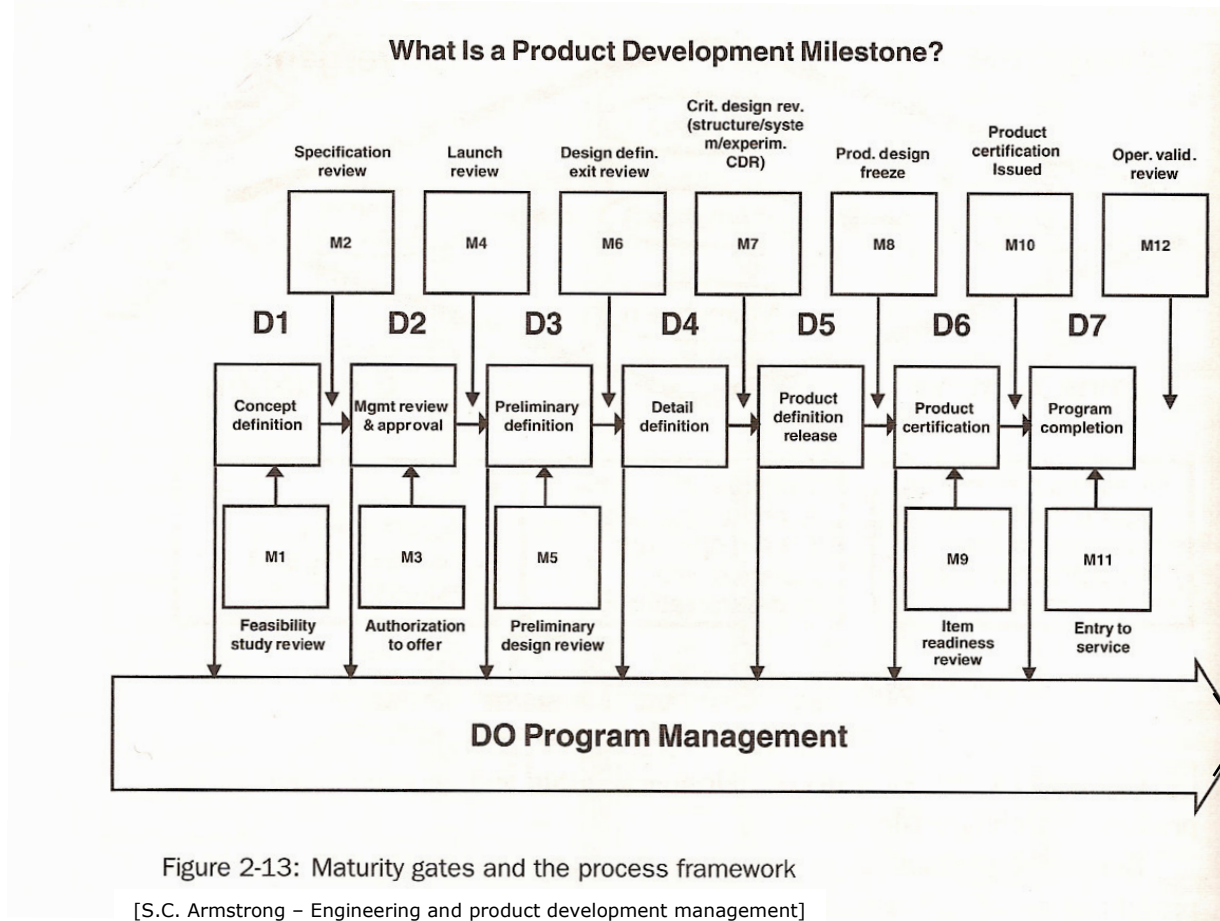
- **maturity gates** : as a product design is promoted through the design process, it requires that certain elements be in place before moving on the next phase. Maturity gates control this process.
- **milestones**: another term for maturity gates ... Milestones are usually high-level events where top management decisions are made.

[S.C. Armstrong - Engineering and product development management]



i "milestones and maturity gates"
operativamente hanno il significato di
momenti decisionali che si attivano avendo
come riferimenti i customer deliverables

Engineering - *il processo di engineering i maturity gates (2)*



a prescindere dalla tipologia di prodotto, dalla dimensione aziendale e dal relativo contesto, i *maturity gates* illustrati in figura possono essere "utilizzati" quali spunto per la generazione dell'*engineering process*

Engineering - *il processo di engineering* *i maturity gates* (3)

... nel seguito sono descritti possibili *maturity gates*. A tal proposito è da rilevare che una loro considerazione sarà in funzione delle tipologie di prodotto, di attese (in particolare nel caso di un coinvolgimento operativo delle parti interessate) e comunque delle prassi aziendali.

➤ **fattibilità**

è una decisione che, nei contenuti, riporta alle problematiche di *engineering* (vedi def. pag. **XX**) e a quanto al momento possibile valutare (rif. ai dati disponibili e alla relativa labilità dei dati stessi) in termini di "interesse al business".

➤ **valutazione specifiche di 1° livello**

a seguito della fase precedente potranno essere condotte modifiche sulla configurazione del prodotto; nella fattispecie la decisione riguarda la capacità del prodotto risultante di soddisfare le attese (rif. app. **XX**).

➤ **"offerta"**

la decisione di "offerta" è conseguente una valutazione di insieme delle caratteristiche del prodotto, in termini generici di tutte le componenti di business ad esso collegabili, del relativo scheduling (di massima associabile al *time to market*).

Engineering - *il processo di engineering* *i maturity gates* (4)

➤ **lancio del progetto**

è la decisione di vero e proprio lancio del progetto ("progetto esecutivo"); tale decisione sarà presa alla luce dei ritorni della fase precedente.

➤ **verifiche intermedie**

l'espressione corretta sarebbe "decisioni conseguenti le verifiche di progetto". Tali verifiche, che appunto possono essere più di una, sono relative alla conferma di coerenza fra gli elaborati di progetto e le attese.

➤ **verifica finale**


è sostanzialmente una decisione di consolidamento del progetto tecnico. A prescindere dal livello di integrazione tra funzioni (rif. pagg. **XX**) che in funzione della tipologia di prodotto e della cultura (prassi, esperienze, comportamenti ecc.) aziendali sarà avvenuto in misura più o meno marcata, di fatto è il momento di passaggio del prodotto dalla progettazione alle ingegneria di produzione, logistica, assistenza ecc.

➤ **lancio in produzione**

la decisione di lancio in produzione è conseguente l'attività delle suddette "ingegneria". Particolare attenzione è data alle criticità rilevate (criticità di produzione con ciò comprendendo la fornitura, logistica ecc.)

Engineering - *il processo di engineering* *i maturity gates* (5)

i "milestones and maturity gates" operativamente hanno il significato di momenti decisionali che si attivano avendo come riferimenti i customer deliverables



anche nel caso di definizione dei milestones e maturity gates è buona norma, analogamente a quanto previsto per i customer deliverables, predisporre adeguati **meccanismi procedurali**.

A fronte di una definizione di procedura quale documento di illustrazione delle modalità di svolgimento di un processo, tali meccanismi potranno considerare le singole *deliverables* come fasi del processo i cui output saranno i *milestones and maturity gates*.

Engineering - *il processo di engineering* *i maturity gates* (6)

... prima del process maturity

sintesi operativa della fase di "process maturity"

- 1. assicurare la finalizzazione fra i singoli customer deliverable ed i maturity gates**
- 2. assicurare le componenti procedurali** (chiara esplicitazione dei singoli maturity gates).

Engineering - *il processo di engineering process maturity* (7)

l'espressione "process maturity" riguarda la rilevazione delle performance di processo ed una loro conseguente valutazione a fronte di specifici riferimenti.

Il processo in oggetto può essere quello stesso di engineering o il processo di produzione.

- nel caso del processo di engineering il livello base sarà la consequenzialità delle fasi e la presenza di meccanismi procedurali (di coordinamento in senso lato).
- in merito al processo di produzione, caratteristica chiave sarà la stabilità, ovvero l'assicurazione di ripetibilità delle specifiche attività. A tal proposito si rimanda alle tecniche di controllo di processo (e nella fattispecie alla definizione della capacità e allo sviluppo di carte di controllo)

Engineering - App. 1 - (1)

DESIGN AND ENGINEERING CHECKLISTS

Product Design Criteria

Is there a list of descriptions and specifications, of the product's functional (what it's supposed to do) and nonfunctional (appearance, styling, color) characteristics?

Is there a list of desirable outcomes, which might include safety, cost, packaging, power requirements, system compatibility, operational parameters, recyclability, etc.?

Automotive

Product Engineering Criteria

Compliance with safety standards.

Compliance with environmental regulations.

Manufacturability.

Warranty/serviceability.

Quality/customer satisfaction index.

Durability/reliability.

Performance/functionality.

Damageability/repairability/insurability.

Recyclability.

Future/unanticipated requirements.

Cost category analyses, within each of the above parameters, including development, opportunity, component, labor, and overhead.

Prioritization of the relationships between the above parameters and their singular and combined effects on the overall product.

Within the assembly process, include accessibility and disassembly for repair and material separation for recyclability, along with consideration for future legally binding regulations or future market opportunities.

Identification of all potential loss functions or hidden losses, quantified for elimination.

Design of experiments utilization to develop the interactions between potential design interactions.

Estimation of all performance parameters, including adequate power for passing acceleration and towing capacity, braking, lateral stability for maneuverability, power-train sizing, option content, and vehicle mass.

Regulatory parameter values (emissions and fuel economy standards), utilizing varying engine parameters such as displacement, valve timing, or fuel delivery to overcome a lack of performance.

Cost-of-ownership parameters such as depreciation, insurance, repair, operating, and maintenance: Damageability and repairability are the primary factors affecting insurance costs. Operating costs are related to fuel costs and availability, and maintainability factors are related to warranty experience and quality issues. Power train reliability is a direct contributor to maintenance costs.

Aerospace

Performance Characteristics to Be Considered for New Designs

Aerodynamics (lift, drag, moments, etc.)

Altitude (maximum ceiling and economic cruising range)

Speed (mach #, maximum, economic cruising, stall, sink, takeoff, and landing)

Range (miles or nautical miles, takeoff and landing distance)

Specific fuel consumption and capacity

Number of passengers and crew

Cargo capacity

Total gross weight (mass of aircraft, fuel, cargo and passengers)

Aircraft empty weight

Airfoil geometry and sizing (aspect ratio, wing sweep, taper ratio, twist, incidence, dihedral, vertical location, wingtips)

Airfoil lift and drag characteristics (design lift coefficient, stall, thickness ratio)

Reynolds number (air pressure and related forces)

Control surface sizing and balance

Tail geometry (arrangement, volume coefficient, spin recovery)

Thrust/weight (power loading, horsepower/weight, thrust matching)

Wing loading (stall speed, takeoff distance, landing distance, cruise, loitering, instantaneous and sustained turns, climb and glide, maximum ceiling)

Configuration layout and loft (wing/tail layout, wing location, wetted area determination)

Engineering - App. 1 - (2)

Structural performance
Crashworthiness and survivability
Durability and reliability
Repairability and maintainability
Serviceability (accessibility)

Civilian Commercial Passenger Aircraft Profitability

Cost per seat-mile

Direct Costs:

Fuel
Crew Salaries
Maintenance
Depreciation (aircraft)
Insurance

Indirect or overhead costs:

Depreciation of ground facilities and equipment
Marketing expenses
Administration and general office overhead

Sales: Estimated on the type or class of seats and the number sold.

Load factor: The number of seats sold divided by the total available.

Revenue: per seat-mile is the average (i.e., coach) fare times the load factor.

Heavy/Military Vehicles

Functional Characteristics

Power plant and conversion
Track/wheel drive system
Payload type and capacity
Operational speed and range (with/without payload/equipment)
Operator safety and ergonomics
Instrumentation (control and display)

Stability requirements (center of gravity, with/without payload/equipment, outriggers, etc.)
Maneuverability (turning radius, approach and retreat angles)
Maintainability (serviceability, repairability)

Markets Segmentation/Applications

Soil, vegetation, and rock extraction and transport
Liquid cargo transport
Cranes and other high-lift operations
Firefighting and rescue
Medical transportation and injury evacuation
Refuse and recycling material removal and recovery
Passenger motor coach and recreational vehicle
Articulated tractor and trailer(s)

Electronic Products

In addition to the general product parameters listed above, the following are specifically related to electronic design:

Size
Geometry
Functional density
Event execution speed
Power dissipation
Parasitic effects