

Metodi di Progettazione - 2

FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CIVILE E INDUSTRIALE

Costanzo Pietrosanti



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE

Definizioni e generalità



Definizione di Processo e Progetto

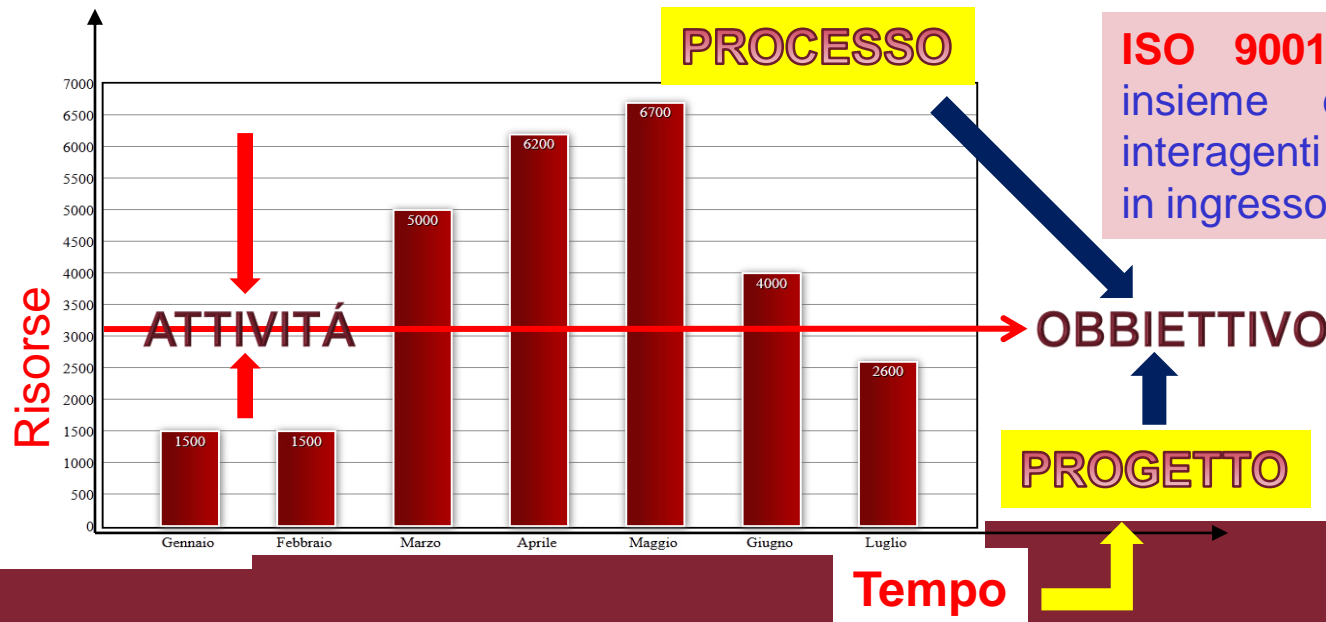
Un **Processo** è «un insieme organizzato di attività e di decisioni, finalizzato alla creazione di un output effettivamente domandato dal cliente, al quale questi attribuisce un valore ben definito»

Processo: dal latino *Processus*, participio passato del verbo *Procedere* = *procedere, andare avanti, serie di atti e fatti*

(E. Bartezzaghi - L'organizzazione dell'impresa. Processi, progetti, conoscenza, persone.)

Un **Progetto** è «un insieme organizzato di attività e di decisioni, finalizzato alla creazione di un output effettivamente domandato dal cliente al quale il Cliente attribuisce un valore definito **entro un tempo definito**».

Progetto: dal latino *Projectus*, participio passato del verbo *Projcere* = *gettare avanti*



ISO 9001:2008: Processo è un insieme di attività correlate e interagenti che trasformano elementi in ingresso in elementi in uscita.



La **PROGETTAZIONE** (in inglese **DESIGN**) nelle scienze applicate, indica l'insieme delle attività che sono alla base della costruzione/realizzazione di qualsiasi oggetto complesso, sia esso materiale, immateriale o soltanto concettuale; tali attività sono eseguite dai progettisti che stendono il **progetto**.

La progettazione è quindi un processo.

Esso parte da una serie di **requisiti** univocamente espressi e, per mezzo di dettami e regole derivanti da eventuali norme tecniche, da calcoli, esperienze disponibili e dall'abilità delle persone coinvolte, arriva alla definizione di un **prodotto** o di un **servizio**.

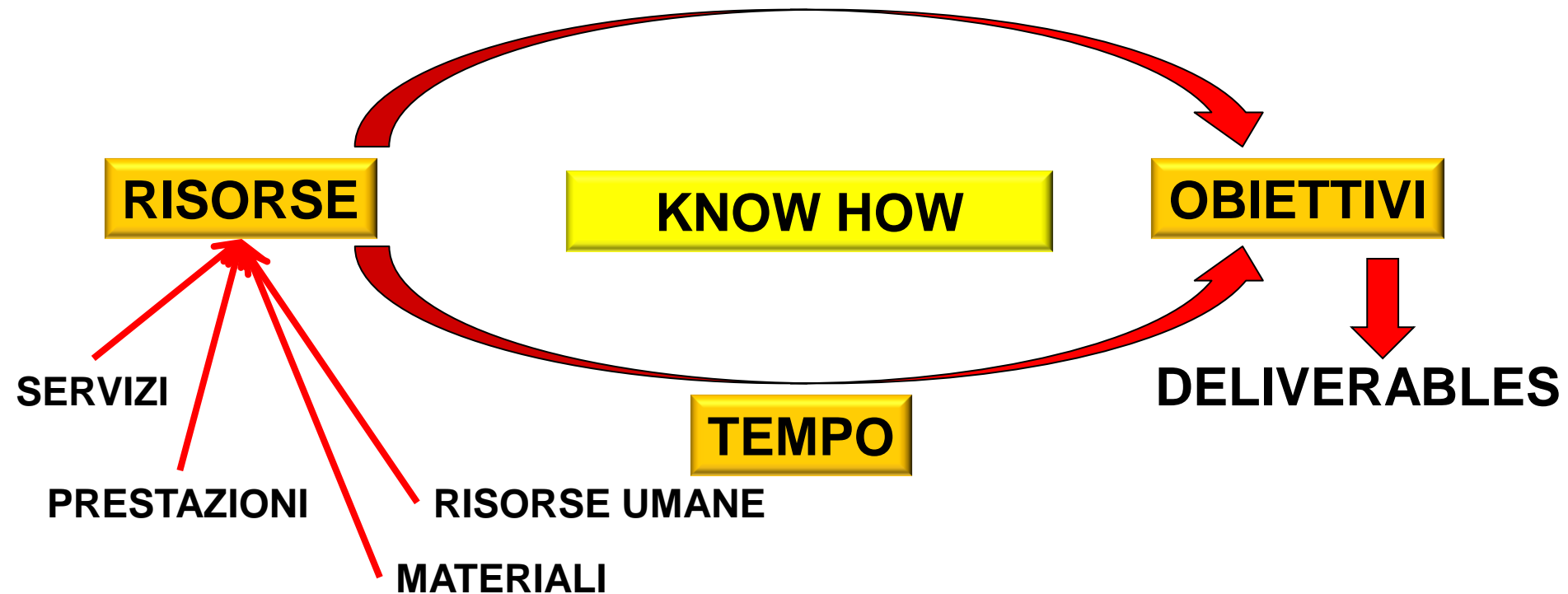
In pratica, per progettazione si intende:

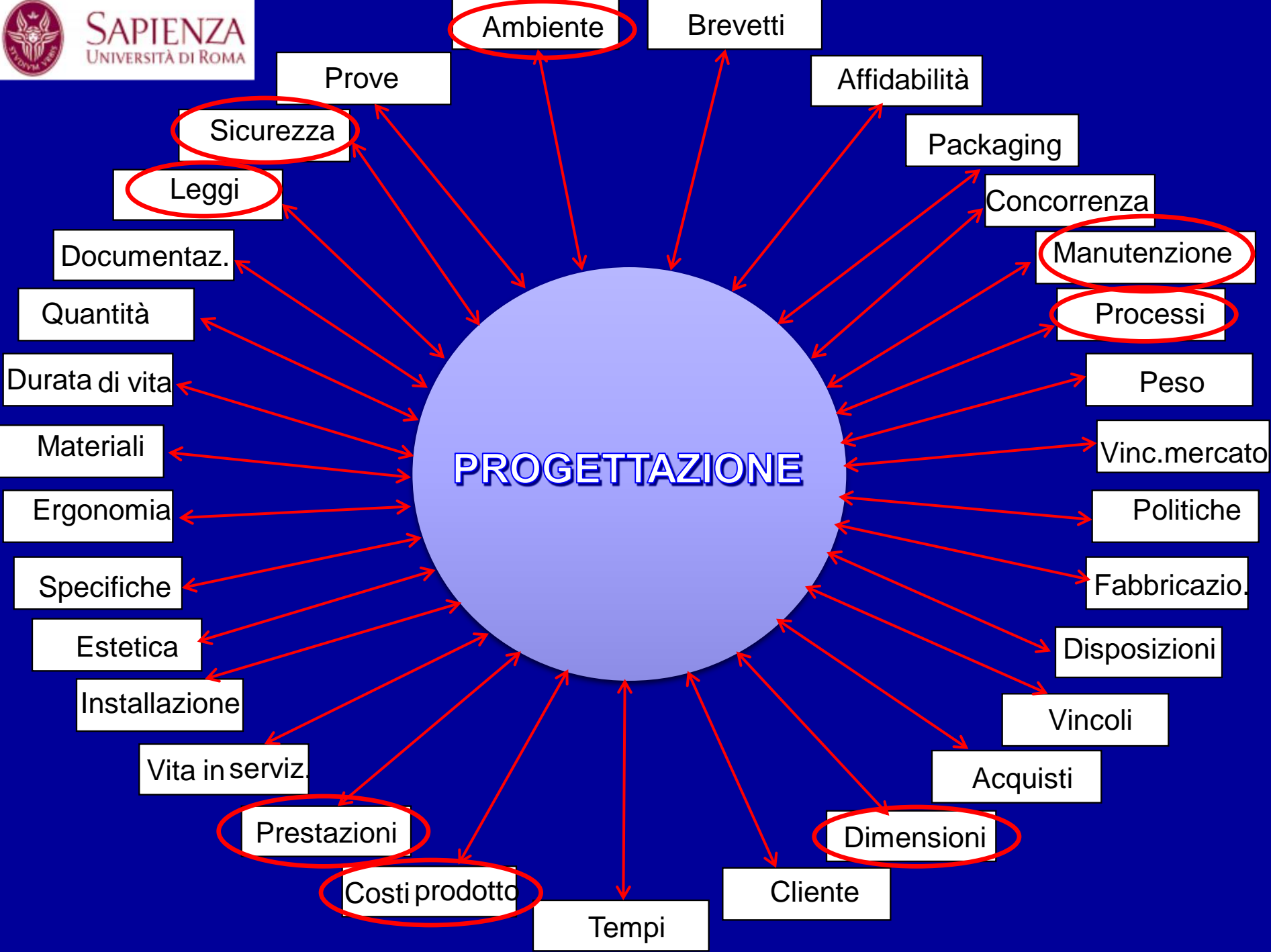
L'individuazione, la pianificazione e l'esecuzione di un insieme di attività che portano ad un risultato atteso

ed in particolare riguarda

tutte le attività necessarie a concepire, realizzare e distribuire/consegnare un prodotto o servizio

La Progettazione può essere il *deliverable* o parte di un Progetto







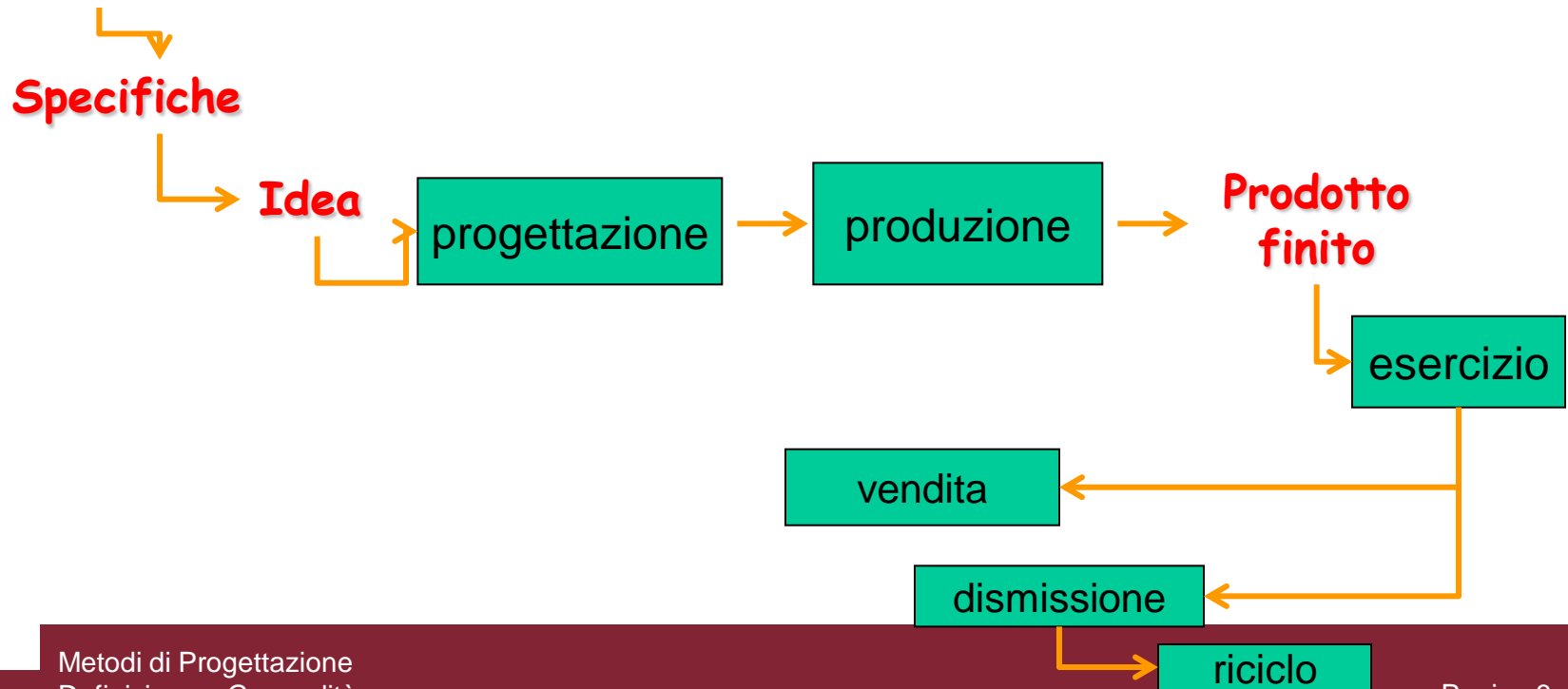
Progettazione e ciclo di vita del prodotto

L'output del **Processo di Progettazione** consiste nella redazione di documenti, disegni, modelli ecc. comprensibili per coloro cui sono destinati (realizzati quindi rispettando **norme di riferimento**).

In particolare in essi sono contenute una serie di informazioni tra cui:

Il concetto di **Circular Economy** descrive un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo

Compito, Missione, Task



Funzione (Missione, Task) = Cosa deve fare un sistema o componente e con quali prestazioni

Idea = il *disegno della mente*, cioè un'astrazione generale senza vincoli addizionali basata sulla comprensione del compito da adempiere

Specifiche = insieme delle **Prestazioni Attese** (dette *Requisiti* o *Requirement*) descritte qualitativamente e quantitativamente (Es. realizzare un sistema in grado di compiere un *lavoro* esplicitando una data *Potenza* [$P = \text{Lavoro nell'unità di tempo} = F \cdot v$ oppure $M \cdot \omega$]).

Es.:

- *un sistema atto a sollevare un carico da H0 ad H1 (ad es. gru o paranco) ed uno per sollevare N persone da H0 ad H1 (ascensore).*
- *un sistema per il lavaggio automatico di un'auto ed una lavatrice per indumenti.*

Le **Specifiche Tecniche** racchiudono parte fondamentale degli obblighi contrattuali e dei fattori oggettivi di colloquio tra Cliente e Fornitore.

Possono essere emesse due tipi di specifiche :

1. Le **Specifiche Funzionali** dove vengono quantitativamente e qualitativamente fissate le prestazioni che l'output deve fornire e che devono essere verificate in sede di collaudo. Nessuna o pochissime considerazioni vengono espresse sul come l'output è ottenuto.
2. Le **Specifiche di Dettaglio** dove, oltre alla descrizione quantitativa e qualitativa, vengono indicate a vario livello di dettaglio informazioni e vincoli sulle tecnologie da utilizzare e sulle modalità di lavorazione.

1. **Specifica Funzionale:**

manicotto scorrevole per applicazioni in ambiente industriale con:

- ingombro longitudinale max = 800 mm, altezza max 400 mm, larghezza max 400 mm.
- Prevedere un piattello di collegamento di adeguato diametro collegabile ad utenza esterna mediante collegamenti imbullonati.
- Corsa utile stelo 100 mm, carico assiale max sullo stelo ± 30.000 N
- Prevedere piastra di collegamento tra manicotto e piano di montaggio piana tramite adeguato numero di prigionieri

2. **Specifica di Dettaglio:**

manicotto scorrevole per funzionamento per applicazioni in ambiente industriale **a bassa velocità** con:

- ingombro longitudinale = 800 mm, altezza 400 mm, larghezza 400 mm, diametro resistente dello stelo Φ 20 mm.
- Prevedere un piattello di collegamento di diametro Φ 200 mm collegabile ad utenza esterna mediante 6 bulloni M12 X 50 DIN 931 - 8.8 M12
- Φ stelo pari a 20 mm
- Corsa utile stelo 100 mm, carico assiale max sullo stelo ± 30.000 N
- Lo stelo deve essere realizzato in acciaio 34CrMo4 UNI EN 10083-1 con finitura superficiale $R_a = 0,8 \mu\text{m}$.
- la guida del manicotto è in acciaio da costruzione C50
- Prevedere piastra di collegamento tra manicotto e piano di montaggio piana tramite 6 prigionieri, diametro foro pari a 40 mm

ATTENZIONE ALLE SPECIFICHE TECNICHE.....



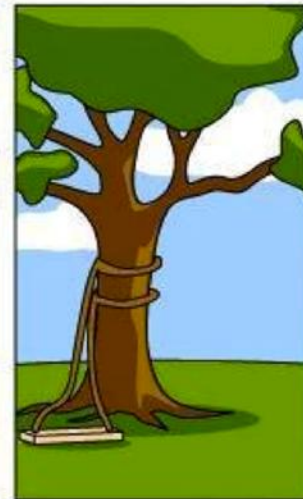
How the customer explained it



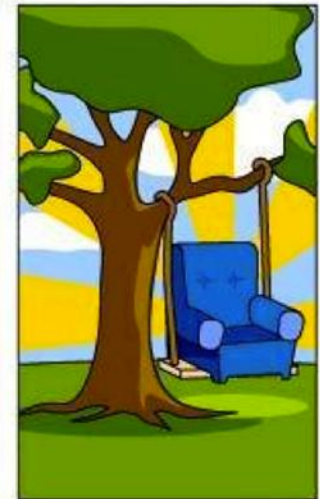
How the Project Leader understood it



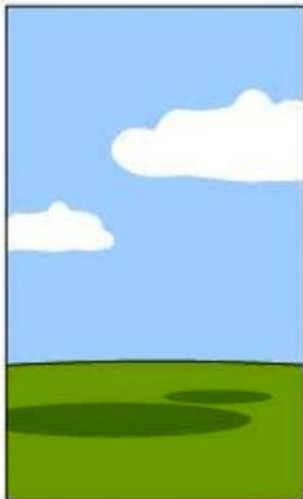
How the Analyst designed it



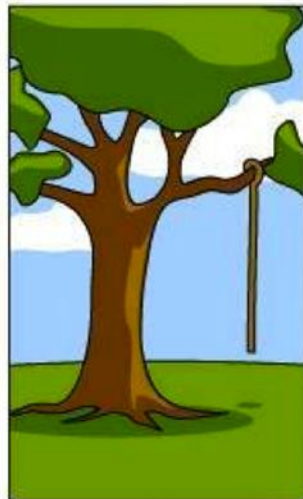
How the Programmer wrote it



How the Business Consultant described it



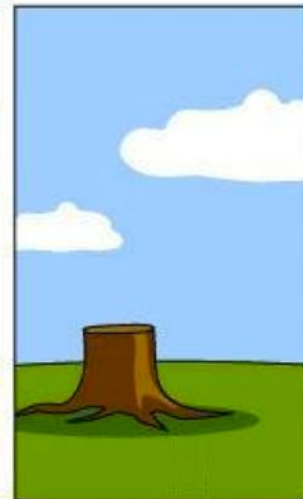
How the project was documented



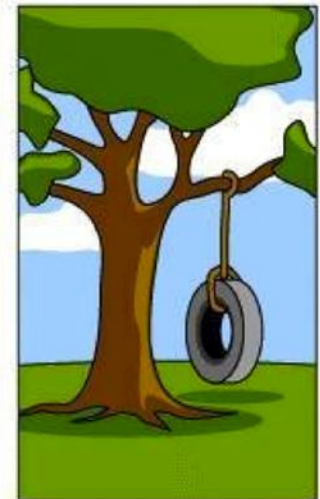
What operations installed



How the customer was billed



How it was supported



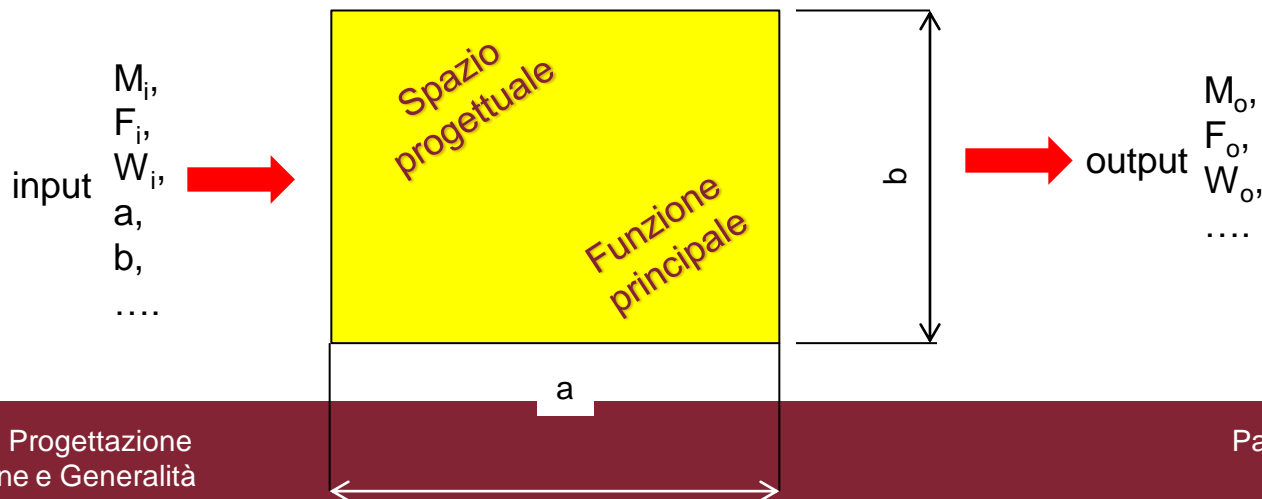
What the customer really needed

La progettazione concettuale - 1



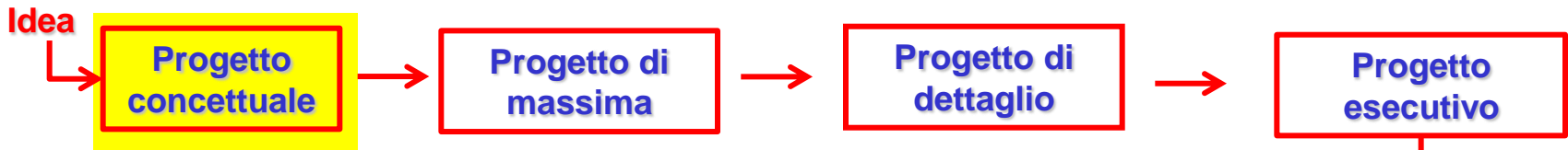
La progettazione concettuale: a partire da colloqui con il Cliente e dalle Specifiche Funzionali o di Dettaglio, la **funzione** del prodotto/servizio viene descritta (**funzione principale di trasformazione di un input nell'output desiderato**) analizzando l'input e l'output forniti dalle Specifiche Tecniche.

Vengono definite le interfacce esistenti, le tipologie di carico e vincolo e viene definito un primo schema di massima del sistema (*conceptual design*), eventualmente con l'identificazione di alcune suddivisioni funzionali (**sotto-funzioni**) ed dei relativi componenti che le devono svolgere



La progettazione concettuale – 2 un altro punto di vista

Progettazione per obiettivi e funzioni



Prodotto finito

Produzione

Pianificazione del processo di produzione

5+4

OBIETTIVO

PROCESSO TOP DOWN

MISSIONE

FUNZIONE PRINCIPALE

SOTTO-FUNZIONI

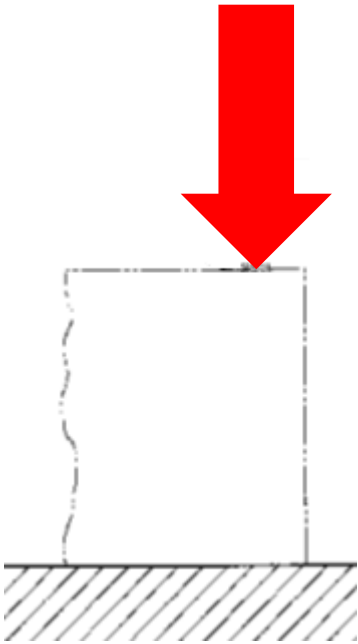
INPUT OUTPUT

FUNZIONE		DESCRIZIONE DELLA MISSIONE/FUNZIONE	
B.:			
Trasmissione e del moto alternativo di quattro pistoni a due a due in opposizione di fase in moto rotatorio trasmettendo una data potenza in uscita			
INPUT	VINCOLI	OUTPUT	
Potenza in entrata 85 kW		Numero di cicli: tra 0 e 3000 cicli/min	
	Spazio disponibile: l = 475 mm a = 380 mm h = 380 mm	Coppia max in uscita: 150 Nm	
SOTTO-FUNZIONI		trattasi dell'albero motore principale di un motore ad accensione comandata che quindi deve ospitare una serie di servizi tra cui il riduttore principale collegato all'estremità	
5+4 sedi per cuscinetti a strisciamento, 1 sede per ruota dentata di trasmissione della potenza pari a 85 kW (si tratta di sotto-funzioni di zone dell'albero che non individuano componenti specifici se non come interfacce)		Lunghezza albero = 475 mm, min 3 sedi di applicazione di forze/momenti	

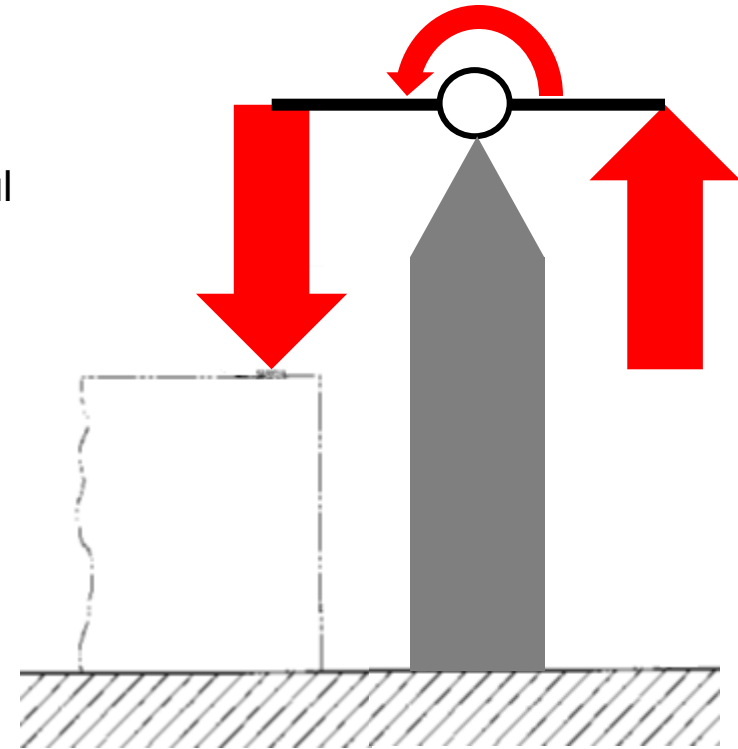
Il compito della progettazione



2. La **progettazione di massima**: in cui, data la missione (funzione principale), i carichi, i vincoli, gli ingombri e le sotto-funzioni, si procede alla definizione degli eventuali componenti tenendo conto della sequenza di montaggio e di smontaggio, al dimensionamento preliminare ed all'ottimizzazione funzionale dell'arrangiamento dei componenti (*assembly/system design*)
3. La **progettazione di dettaglio**: in cui si procede al dimensionamento definitivo e all'ottimizzazione geometrica del sistema (*detailed design*)
4. La **progettazione esecutiva**: in cui si indicano e risolvono tutte le problematiche di assemblabilità e funzionalità del sistema (*execution design*)
5. La **progettazione della fabbricazione del sistema**: in cui si risolvono tutti i problemi legati a come produrre il sistema (*manufacturing design*)



1. **Funzione:** Bloccare il pezzo posto sul piano di riscontro per consentire una serie di lavorazioni di media precisione. (*)
2. **Idea:** Applicare una forza sulla faccia superiore del pezzo verticale rispetto al piano di riscontro.
3. **Concetto:** Utilizzare un leveraggio a bilanciere solidale con il piano di riscontro per trasmettere la forza.



(*) Per lavorazioni di alta precisione il bloccaggio deve mantenere la posizione con tolleranze minime per cui occorre una dima

ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE PRINCIPALE

1. Bloccare il pezzo

SOTTO-FUNZIONI:

2. Trasmettere una forza F modulabile dal basso verso l'alto
3. Trasformare la Forza in un Momento tramite un braccio di lunghezza $2L$
4. Trasmettere la stessa intensità della forza, stavolta diretta verso il basso, garantendone la verticalità
5. Garantire la solidarietà tra il piano di riscontro ed il sistema di bloccaggio (attuatore)

COMPONENTE



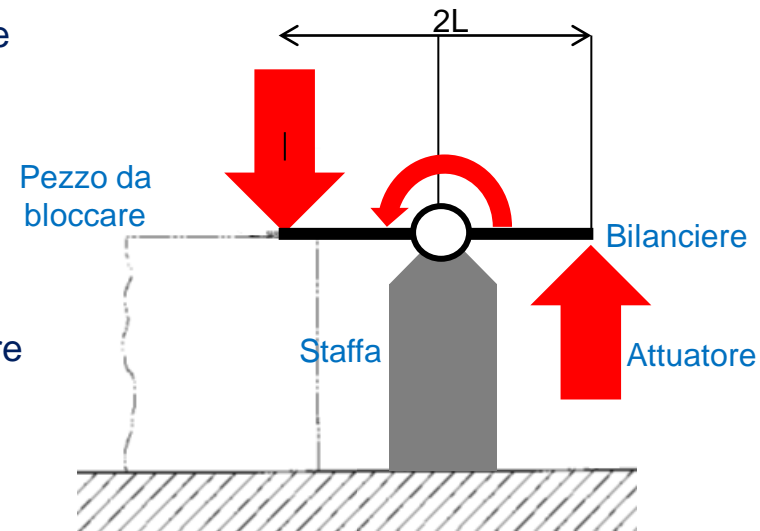
Attuatore



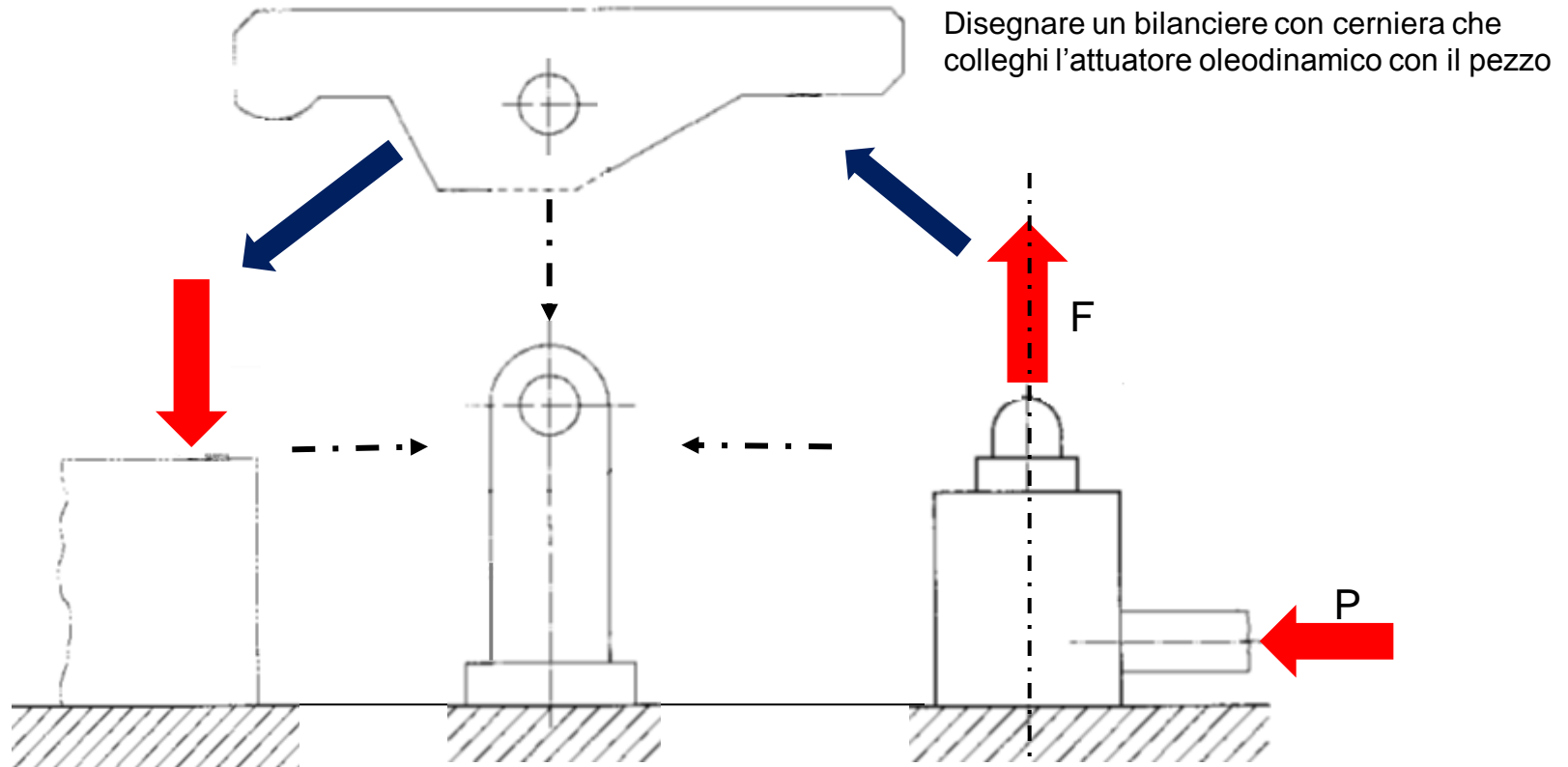
Bilanciere



Staffa

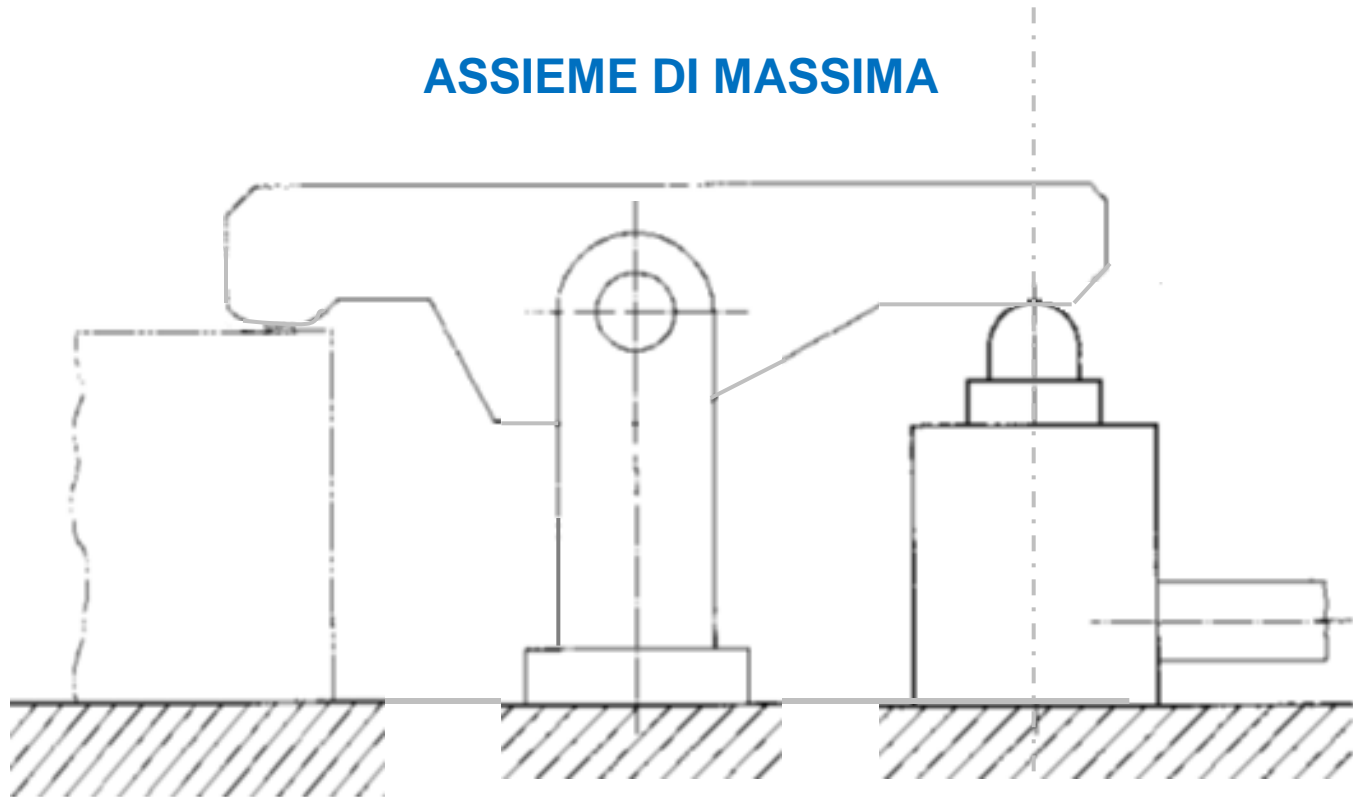


Dall'idea al progetto costruttivo - Esempio

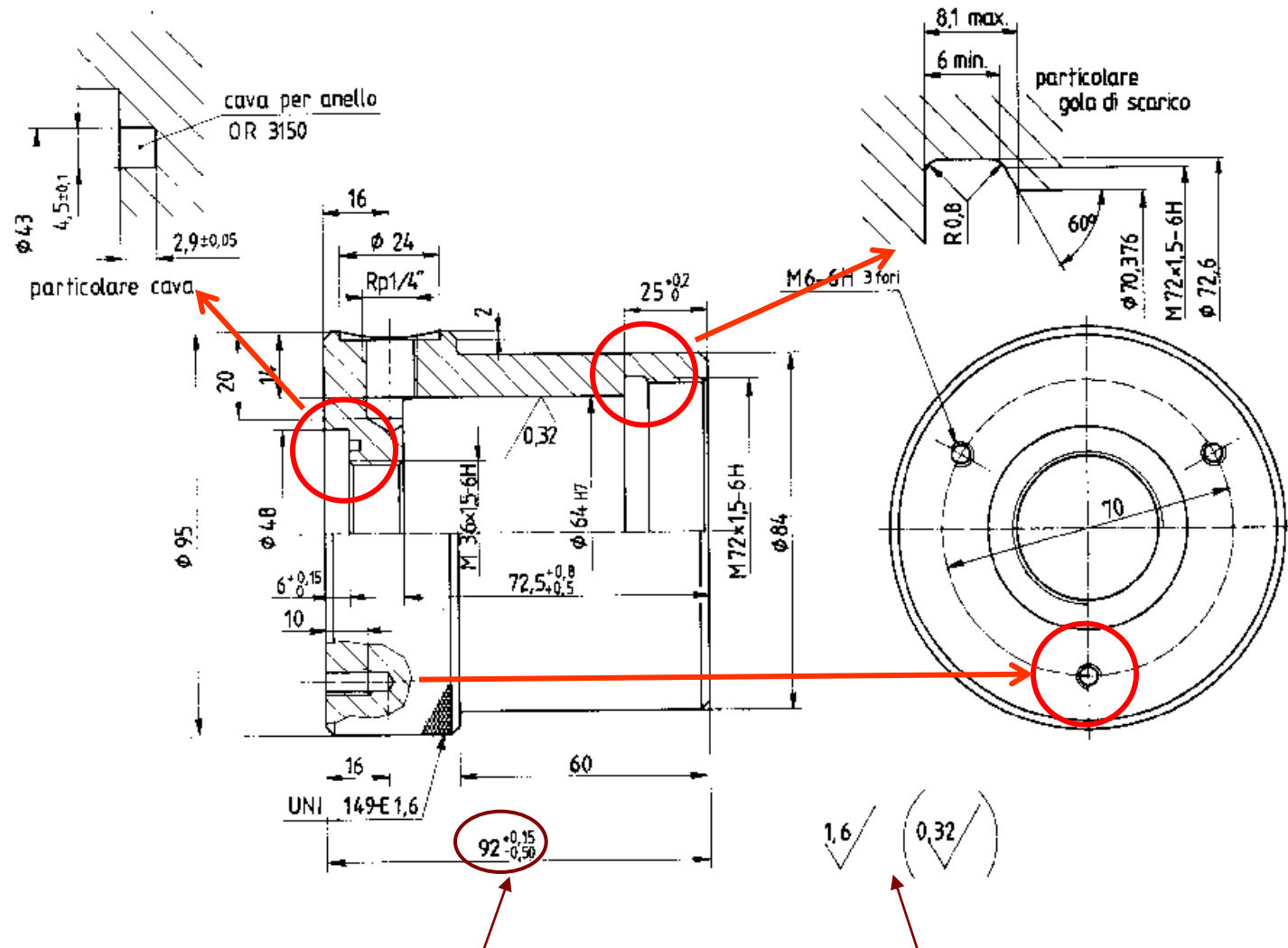


Utilizzare il piano di appoggio per posizionare l'attuatore

ASSIEME DI MASSIMA



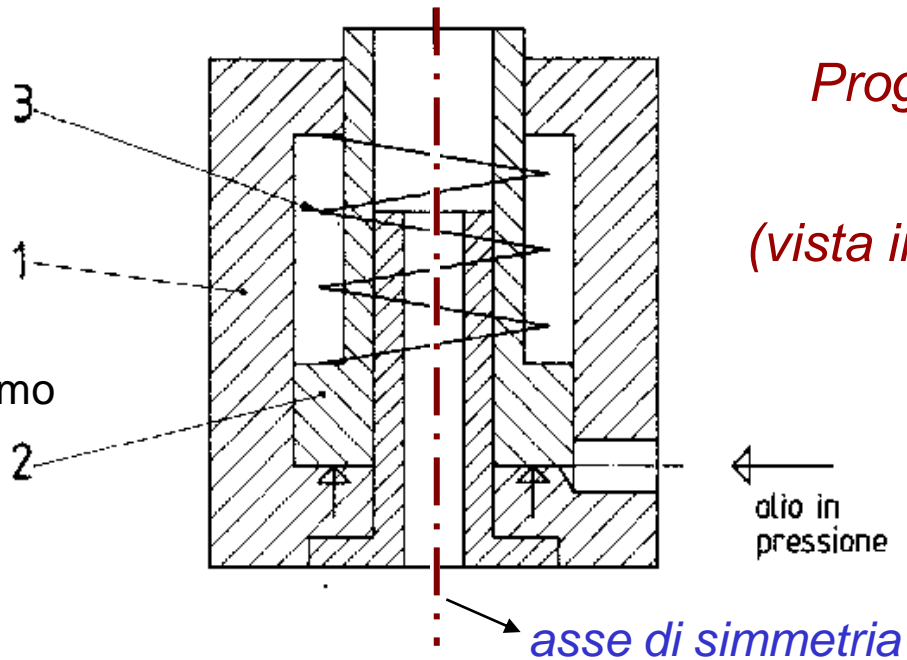
Progetto esecutivo del cilindro



Notare le quotature, le tolleranze dimensionali e di lavorazione superficiale

Dall'idea al progetto costruttivo - Esempio

1. Cilindro
2. Pistone
3. Molla di richiamo



*Progetto di massima dei componenti
(vista in sezione dell'assieme)*

Fig. 3.4 - SCHEMA del cilindro a semplice effetto.

Il disegno di massima rappresenta l'attuatore per mezzo di una vista d'insieme in sezione.



Il pistone si inserisce dall'alto prima della ghiera. Il problema del montaggio viene quindi in questo esempio affrontato nella fase di progetto esecutivo.



Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998

La “**NORMA**” è una specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza sia obbligatoria [«**de jure**» o «**de facto**» (*)] e che appartenga ad una delle seguenti categorie:

- norma internazionale ISO
- europea EN
- nazionale (Italia UNI)

(*) l'adozione della ISO 9001 non è obbligatoria ma è altamente consigliabile per organizzare e sistematizzare l'adozione efficace di tutte le misure necessarie per adeguare i prodotti alla legislazione vigente **«applicando al meglio le prescrizioni progettuali degli Standard e le regole della Buona Ingegneria»** (il marchio CE non basta)

Come tutte le prescrizioni ISO, la 9001 non formalizza come attuare il processo di progettazione, ma descrive tutti i passi concettuali e le motivazioni (**REQUIREMENT**) della sua implementazione.

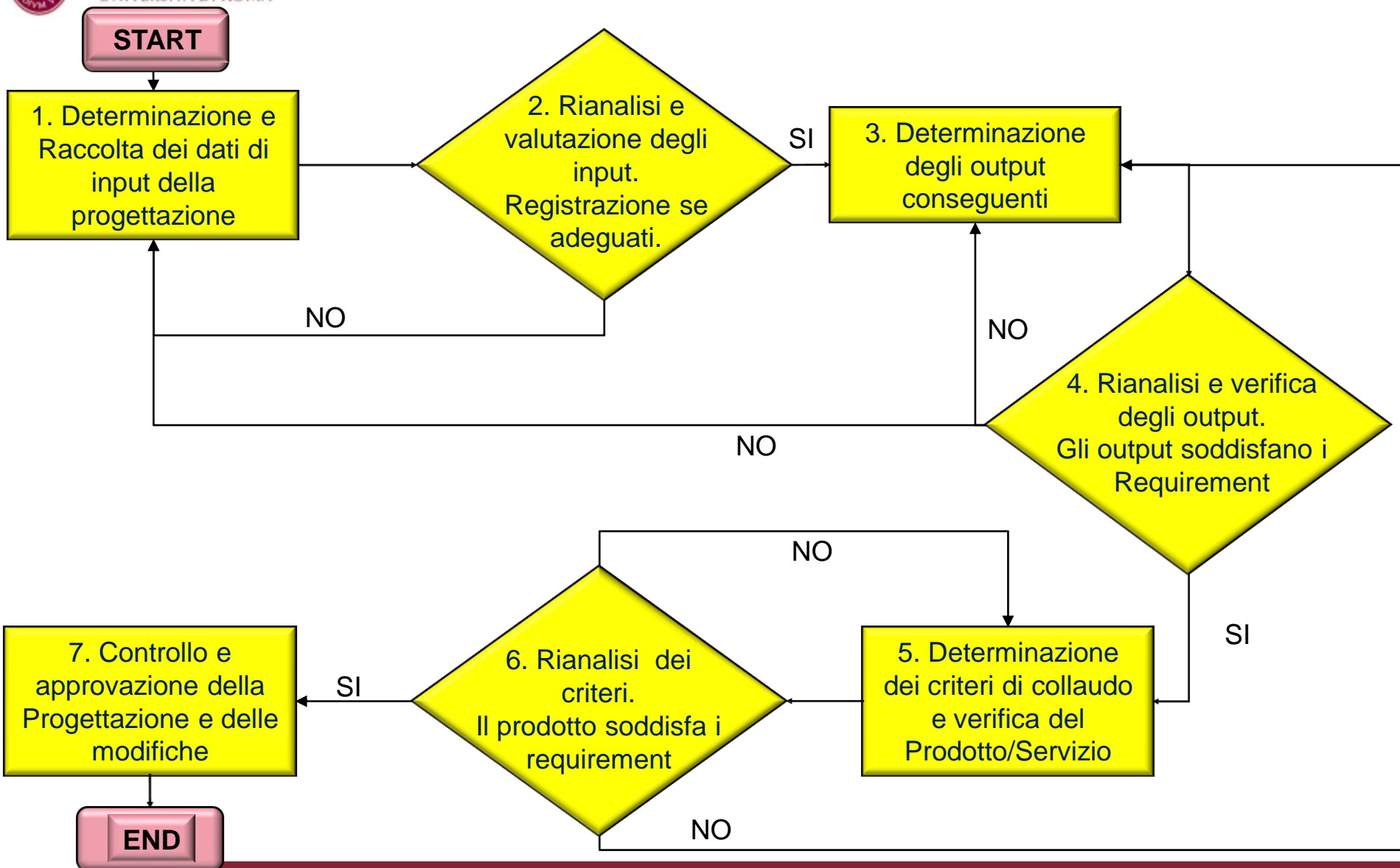


I requirement della Norma ISO 9001 sono riassumibili in **sette parti** che specificano i passi principali che devono essere inclusi nel processo per assicurare una corretta progettazione.

L'aspetto che formalizza i sette passaggi sono i **DOCUMENTI** da produrre adottando standard interni, concordati con il Cliente o in accordo alle Norme vigenti

Questa parte presuppone che la pianificazione del Progetto esista e sia disponibile, eventualmente è accompagnata dalla *Pianificazione di Dettaglio* che deve acquisire dalla *Pianificazione di Progetto* le date di inizio e fine, dei *Project Milestones* e *Deliverable*

I 7 passaggi principali della Norma ISO 9001



1 - Definizione delle Responsabilità

Definizione delle **RESPONSABILITÀ**. Ciò garantisce il rispetto dei limiti di batteria interni (*hand-off*) ed il passaggio delle consegne (*hand-over*) tra chi esegue i diversi compiti, cioè in base alle responsabilità dei diversi gruppi di *sub-design*, nei casi di progetti di particolare complessità.

2 - *Design Input*

Questo è il primo passo del processo di progettazione, e fondamentalemente provvede alla raccolta e all'esame di tutti i *requirement* per la progettazione. Ciò viene attuato sulla base:

- a) delle specifiche e delle risultanze degli incontri con il Cliente,
- b) delle normative relative vigenti,
- c) del Know How utile pregresso da analizzare e predisporre,
- d) Dell'analisi della concorrenza e dello Stato dell'Arte.

Il processo deve analizzare e determinare i fattori utili adattandoli e registrandoli come parte del processo.

3 - *Design Output*

Questa parte riguarda la Documentazione che la Progettazione deve produrre per procedere ai passi successivi (disegni, calcoli, istruzioni di montaggio e manutenzione, i file di lavoro e qualsiasi altro mezzo si decida di adottare, criteri e attrezzature di collaudo, bozza delle modalità d'uso del prodotto finale ecc.)

Tale documentazione deve essere chiara ed esauriente affinché non generi errori ed incomprensioni con le fasi e/o gli enti a valle o dipendenti da questa (*concetto di Concurrent Engineering*).



Il processo di progettazione deve includere le fasi di revisione per assicurarsi che il processo stia funzionando correttamente.

Occorre definire:

1. le competenze per le Revisioni della Progettazione (*Design Review*),
2. provvedere alla pianificazione delle riunioni e alle modalità di convocazione in caso di eventi particolari;

la *Design Review* è finalizzata a:

- a) analizzare gli avanzamenti,
- b) decidere e provvedere ad eventuali modifiche,
- b) aggiornare l'Analisi dei Rischi,
- d) aggiornare i documenti di output.

Non tutto deve necessariamente essere documentato (la norma non lo richiede) tuttavia è molto meglio farlo per revisionare successivamente anche le modifiche stesse, per mantenerne traccia (*Know How capitalization*) e per dialogare con il Cliente, che può eseguire opportuni controlli della fornitura (*expediting*) anche in questa fase.

La verifica costituisce un aspetto della Design Review rivolto alla congruenza tra output prodotto e requirement.

Domande classiche a cui rispondere:

- 1) Se in input sono previste 5 prove, la procedura di prova le prevede tutte?
- 2) Se regolamenti governativi prescrivono la verniciatura arancione per motivi di sicurezza, questa è compresa nelle istruzioni di costruzione?

Come sempre, sono necessarie le registrazioni di tali riunioni.



La Validazione è relativa alla costruzione del prototipo e tende a verificare che esso soddisfi tutti i requirement e l'utilizzo a cui è destinato.

Ciò dovrebbe essere verificato «*in house – Factory acceptance Test*».

Come sempre, sono necessarie le registrazioni di tali riunioni.



L'ultima serie di requirement tratta le modifiche all'output del processo di progettazione (modifica dei disegni, istruzioni, ecc.) che indicano come si passa dalla progettazione alla definizione del prodotto.

L'idea è quella di fare in modo che non solo chiunque possa apportare modifiche in modo standardizzato ma anche che queste siano motivate e adatte a superare problemi eventualmente riscontrati (vedi Analisi del Rischio).

Inoltre, a corredo delle modifiche vanno anche regolate le modalità di analisi delle conseguenze su altre parti del prodotto.

Naturalmente, anche di questi cambiamenti deve essere mantenuta traccia.

ISO 9001 AT A GLANCE

The following slides come from the official presentation given by ISO about the general prescriptions contained in ISO 9001 standard:

<http://www.slideshare.net/Kutcharm/ims-alerts-900114001overview>



ISO 9001 is an organizational model helping organizations to implement and carry out **quality management**.

ISO 14001 helps organizations to implement **environmental management**.

ISO 9001 deals with **quality management** according to the definition given before (all those features of a product/service which are explicitly and implicitly required by the customer)

Quality management means what the organization does to:

- ensure that its products or services satisfy the customer's **quality requirements** and
- comply with any **regulations** applicable to those products or services.

Quality management also means what the organization does to:

- enhance **customer satisfaction**, and
- achieve **continual improvement** of its performance.

ISO 14001 is for **environmental management**. This means what the organization does to:

- **minimize harmful effects** on the environment caused by its activities,
- to conform to applicable **regulatory requirements**, and to
- achieve continual improvement of its **environmental performance**.

ISO 9001 is a Generic standards

ISO 9001 and ISO 14001 are **generic** standards.

Generic means that the same standards can be applied:

- to **any organization**, large or small, whatever its product or service,
- in **any sector** of activity, and
- whether it is a business enterprise, a public administration, or a government department.

Generic also signifies that

- no matter what the organization's scope of activity
- if it wants to establish a **quality management system**, ISO 9001 gives the essential features
- or if it wants to establish an **environmental management system**, ISO 14001 gives the essential features.

- **Management system** means what the organization does to manage its processes, or activities in order that
- its products or services meet **the organization's objectives**, such as
- satisfying the **customer's quality requirements**,
- complying to **regulations**, or
- meeting **environmental objectives**

- To be really efficient and effective, the organization can manage its way of doing things by **systemizing** it.
- Nothing important is left out.
- **Everyone is clear about who is RESPONSIBLE** for doing what, when, how, why and where.
- Management system standards provide the organization with an international, state-of-the-art **model** to follow.

E le piccole imprese?

- **Large organizations**, or ones with **complicated processes**, could not function well without management systems.
- Companies in such fields as aerospace, automobiles, defence, or health care devices have been operating management systems for years.
- The **ISO 9001** and **ISO 14001** management system standards now make these successful practices available for **all organizations**.

- Both ISO 9001 and ISO 14001 concern **the way an organization goes about its work.**
- They are not product standards.
- They are not service standards.
- They are **process** standards.
- They can be used by **product manufacturers and service providers.**

- Processes affect final products or services.
- **ISO 9001** gives the requirements for what the organization must do to manage **processes affecting quality** of its products and services.
- **ISO 14001** gives the requirements for what the organization must do to manage **processes affecting the impact of its activities on the environment**.

- **Certification** is known in some countries as **registration**.
- It means that an **independent, external body** has audited an organization's management system and verified that it conforms to the requirements specified in the standard (ISO 9001 or ISO 14001).

- **Accreditation** is like certification of the certification body.
- It means the formal approval by a specialized body - an accreditation body - that a certification body is competent to carry out ISO 9001:2008 or ISO 14001:2004 certification in specified business sectors.
- Certificates issued by accredited certification bodies - and known as **accredited certificates** - may be perceived on the market as having increased credibility.

- **Certification is not a requirement of ISO 9001 or ISO 14001.**
- The organization can implement and benefit from an ISO 9001 or ISO 14001 system without having it certified.
- The organization can implement them for the **internal benefits** without spending money on a certification programme.

- **Certification is a decision to be taken for business reasons:**
- if it is a contractual, regulatory, or market requirement,
- If it meets customer preferences
- it is part of a risk management programme, or
- if it will motivate staff by setting a clear goal.

- International, expert consensus on state-of-the-art practices for quality and environmental management.
- Common language for dealing with customers and suppliers worldwide in B2B.
- Increase efficiency and effectiveness.
- Model for continual improvement.

- Model for satisfying customers and other stakeholders.
- Build quality into products and services from design onwards.
- Address environmental concerns of customers and public, and comply with government regulations.
- Integrate with global economy.

- Sustainable business
- Unifying base for industry sectors
- Qualify suppliers for global supply chains
- Technical support for regulations

END OF PART 2