

ANALISI, RICERCA E PREVENZIONE GUASTI

Analisi del guasto

Processo di raccolta e analisi dei dati finalizzato a determinare le cause di un guasto.

Nel caso in cui si vuole eliminare un guasto o un difetto è opportuno raccogliere i componenti difettosi e scegliere il metodo di esame della causa del guasto avvalendosi di tutti i sistemi che la scienza e la tecnica mettono a disposizione.

Identificato il tipo di guasto è opportuno procedere con uno studio che consenta di esaminare guasti o fallimenti analoghi.

Nei test di laboratorio sono da preferire i controlli non distruttivi in quanto non modificano il campione in esame.

METODI UTILI A ESAMINARE E PREVENIRE I GUASTI

Tra i diversi metodi utili a esaminare e prevenire i guasti, in questa trattazione si riportano:

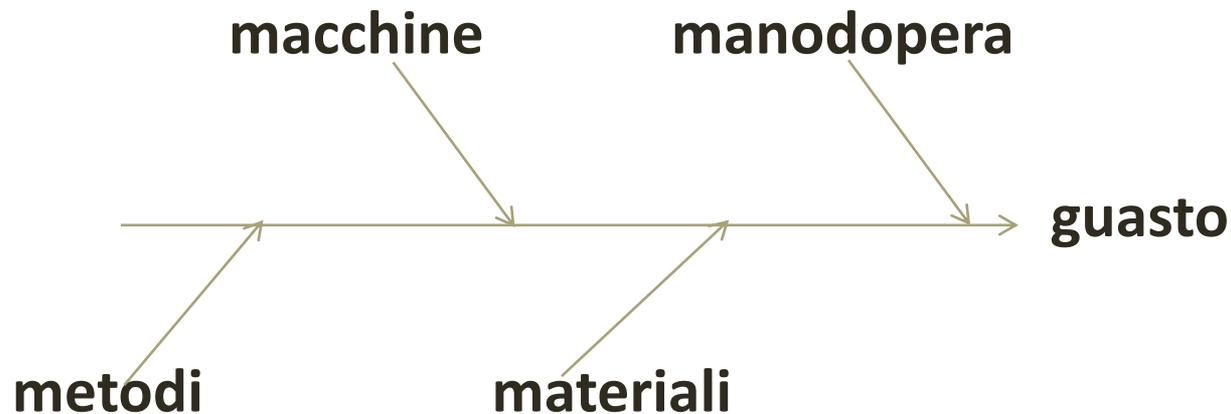
- l'**analisi causa-effetto**, metodo grafico che consente di individuare l'insieme dei guasti che hanno causato un effetto e di distinguerli per famiglie;
- la **FMEA** (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), che consente di prevenire i guasti, le relative modalità e l'analisi degli effetti;
- l'**albero dei guasti** (*Fault Tree Analysis*), metodo grafico che con un'analisi booleana consente di individuare le connessioni tra un effetto e i guasti dei singoli componenti.

Le teorie di un guasto possono essere costruite solo su dati di ricerca, ma a guasto avvenuto sono necessari un intervento correttivo tempestivo e le relative misure precauzionali per evitare danni peggiori.

Nel caso di incidente aereo, nell'attesa di individuare ed eliminare il difetto, tutti gli aerei dello stesso tipo in via precauzionale dovrebbero restare a terra.

DIAGRAMMA CAUSA-EFFETTO A LISCA DI PESCE (Ishikawa)

Rappresenta in modo ordinato e completo tutte le possibili cause che hanno originato un certo problema (guasto)



Le cause del guasto possono dipendere da: manodopera, macchine, materiali o metodi.

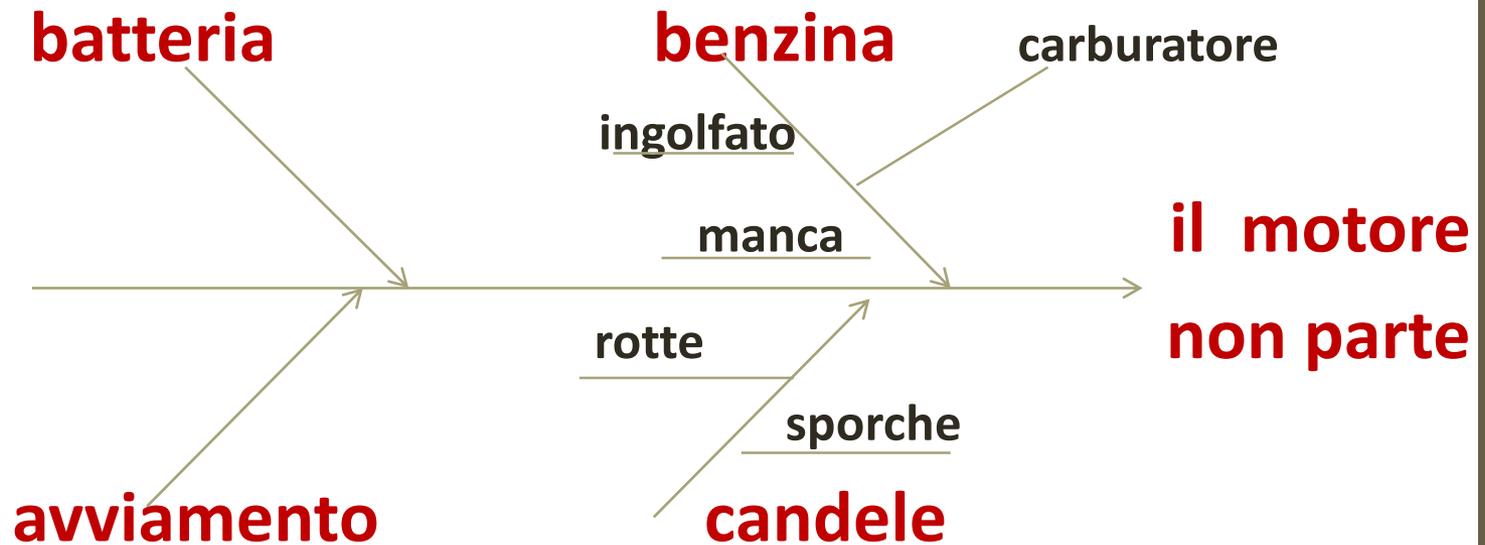
Il diagramma causa-effetto

I diagrammi causa-effetto [fig. O1.1], detti anche diagrammi di Ishikawa, evidenziano che un effetto non dipende solo da una causa, ma che è la risultante di svariate cause, diverse per genere e livello.

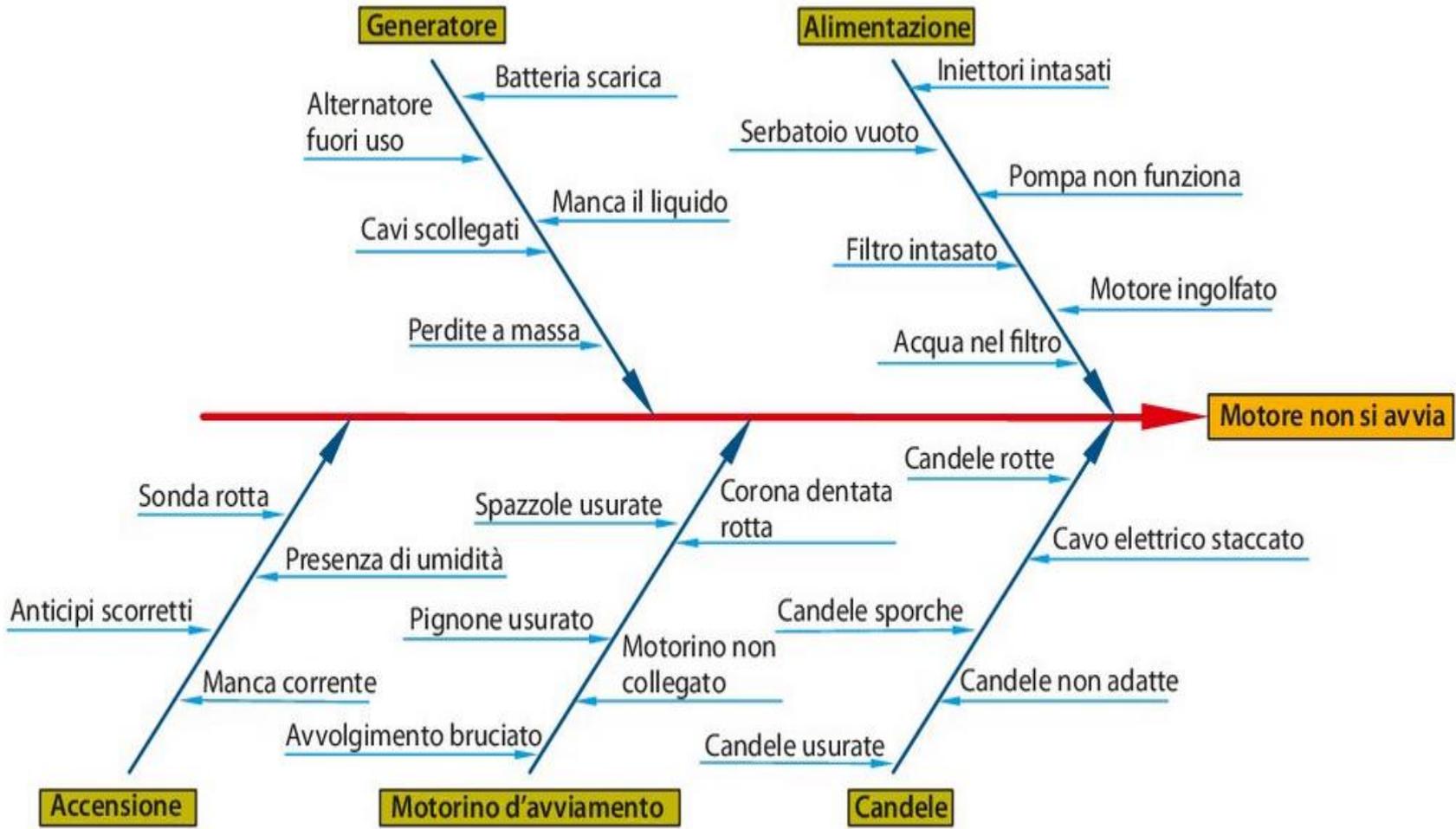
I diagrammi causa-effetto normalmente si costruiscono **in gruppo** con l'ausilio di un **foglio**, un **tabellone** o una **lavagna**, secondo la procedura di seguito riportata:

- si scrive e si riquadra l'effetto sulla parte destra di un foglio;
- sul lato sinistro dell'effetto si traccia una linea trasversale;
- con un brainstorming il gruppo individua le cause;
- si scrivono le cause, raggruppate per gruppi, sopra e sotto la linea orizzontale e si collegano a quest'ultima con linee inclinate, ottenendo un diagramma a spina di pesce (*Fishbone Diagram*);
- si assegna una priorità alle varie cause;
- si formulano ipotesi risolutive che possano individuare le cause e quindi eliminare l'effetto.

DIAGRAMMA CAUSA-EFFETTO A LISCA DI PESCE (Ishikawa)



Vediamo un esempio: il motore non si avvia quindi analizziamone le cause.



01.2 Diagramma causa-effetto per l'analisi del mancato avviamento di un motore.

TIPI DI GUASTI

La **condizione di guasto** di un sistema può essere definita in funzione del **tipo** o della sua **pericolosità**.



Quelli **infantili** si verificano nella prima parte della vita di un componente o di un impianto, sono dovuti a imprecisioni o errori di progetto, o a messa in opera imprecisa. Si possono eliminare spesso con un periodo di rodaggio.

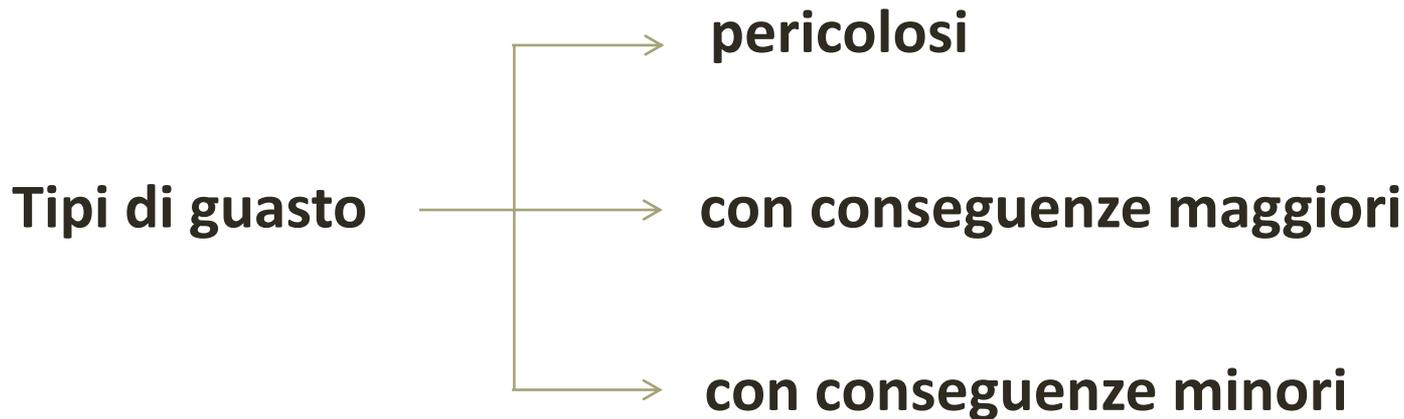
TIPI DI GUASTI

I guasti dovuti all'**usura** avvengono dopo un determinato tempo di esercizio e sono causati dal progressivo invecchiamento che determina la perdita di funzionalità dei componenti. Questi guasti possono essere contrastati ma non eliminati con tecniche di progetto opportune, con l'utilizzo di materiali adatti e, dove possibile, con la lubrificazione.

I guasti **casuali** sono imprevedibili e quindi non ovviabili con tecniche di manutenzione preventiva. Per ridurli occorre usare componenti di elevata qualità e nella progettazione bisogna tener conto delle sollecitazioni più severe che possono verificarsi durante il funzionamento dell'impianto.

TIPI DI GUASTI

Se si valuta il grado di pericolosità:



Guasti pericolosi: oltre a compromettere il funzionamento dell'impianto, possono arrecare danni alle persone e alle cose.

TIPI DI GUASTI

Esempi: non funzionamento del pulsante di arresto di emergenza; rottura dei freni di una autovettura ecc.

I guasti con **conseguenze maggiori** sono quelli che pregiudicano la funzionalità di un sistema senza creare situazioni di pericolo per le persone e per le cose.

Esempi: il non funzionamento del pulsante che mette in moto un impianto; impossibilità di avviare il motore di un' autovettura ecc.

I guasti con **conseguenze minori** pregiudicano la qualità di prestazione di un dispositivo che però funziona.

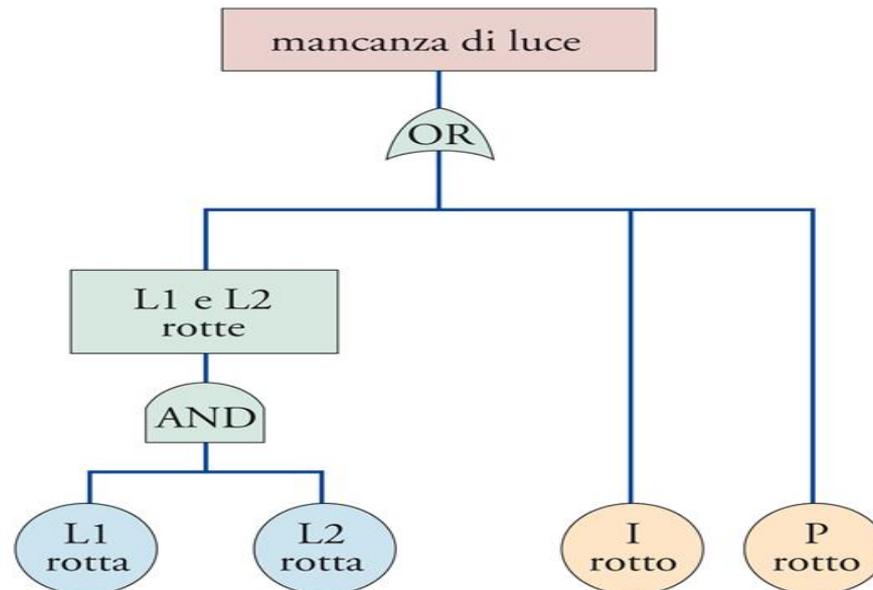
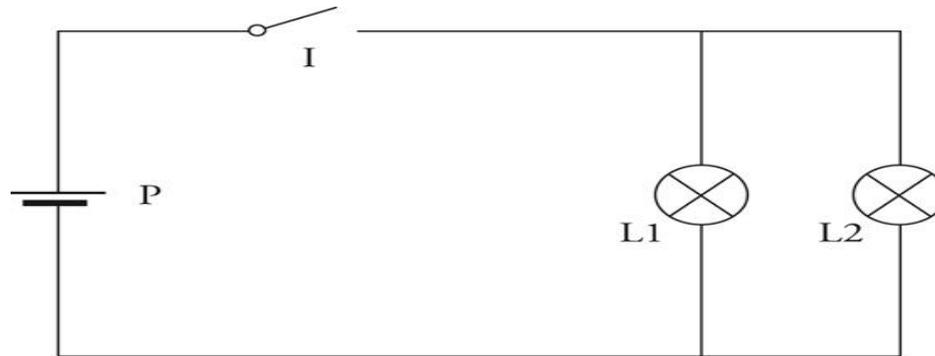
Esempi: la rottura degli alzacristalli di una macchina, la rottura di un telecomando d'apertura ecc.

METODI FTA, FMEA E FMECA

Il metodo **FTA** permette, in modo grafico e logico, di collegare fra loro i guasti dei componenti di un sistema. E' di tipo **deduttivo** in quanto, partendo da un'analisi generale e complessiva del tipo di guasto sul sistema, arriva ad individuare i guasti sui suoi componenti.

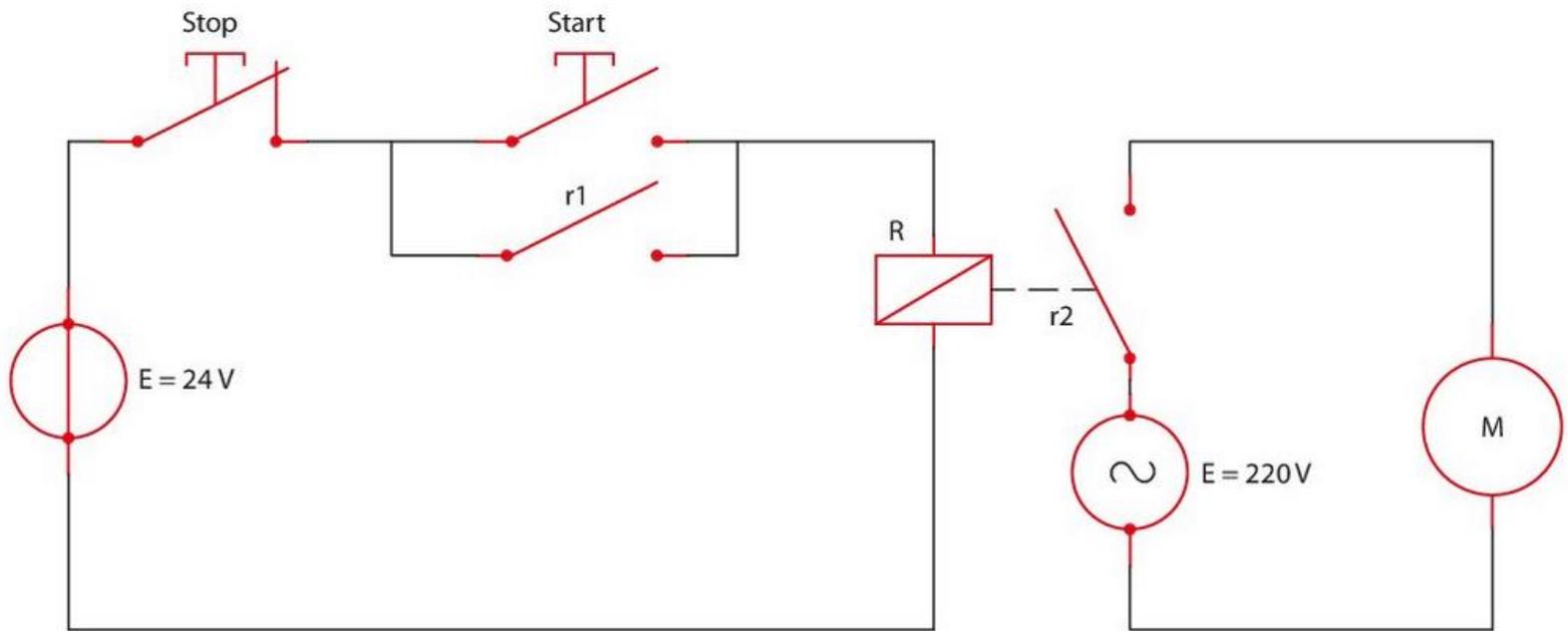
Esempio: un sistema di illuminazione le cui lampade non si accendono (guasto del sistema). I componenti presi in considerazione sono: l'interruttore e le lampadine.

METODI FTA: albero dei guasti

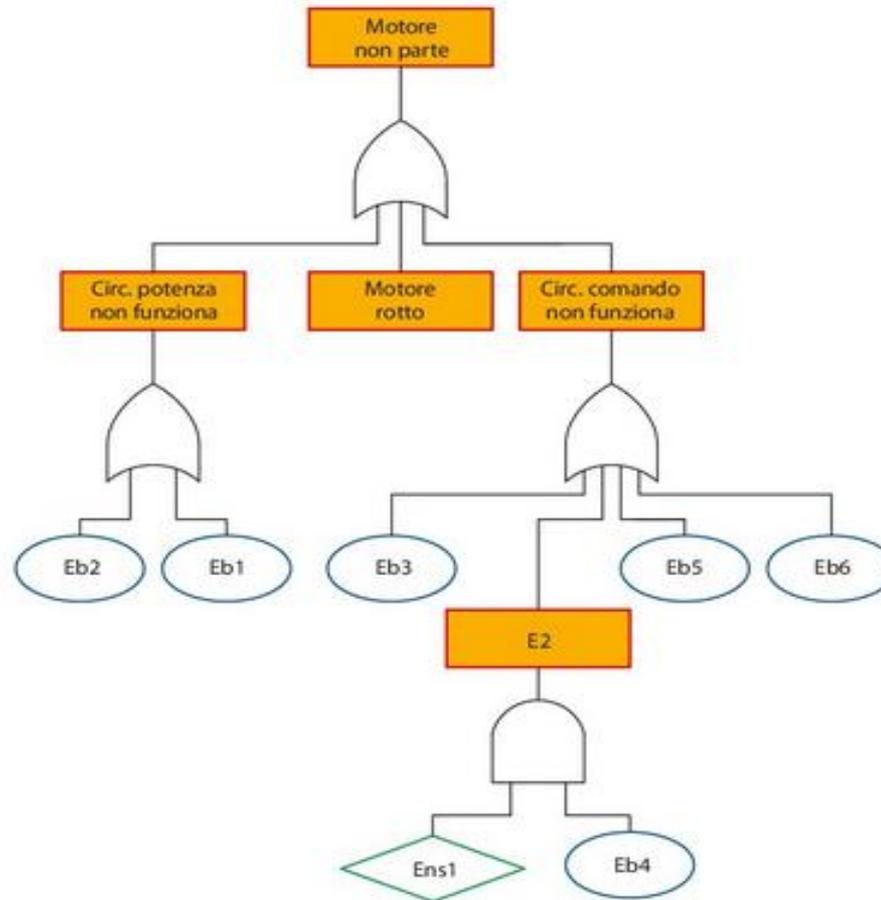


Esempio

Si consideri il circuito di alimentazione di un motore elettrico. Il sistema è composta da due circuiti uno di comando e uno di potenza. Si espliciti lo stesso, con la tecnica FTA



Svolgimento



- Eb1 = Generatore non funziona
- Eb2 = Contatto r2 non funziona
- Eb3 = Relè R non funziona
- Eb4 = Contatto Start non funziona
- Eb5 = Contatto Stop non funziona
- Eb6 = Generatore non funziona
- Ens1 = Autocontenimento r1 non considerato

METODI FMEA E FMECA

Il metodo **FMEA** (analisi dei modi di guasto e dei relativi effetti)

Consiste nel redigere un documento, per ogni componente, che riporti:

- le possibili modalità di guasto del componente
- gli effetti che il guasto produce prima sul componente, poi sul dispositivo nel quale il componente è utilizzato, infine sull'impianto in cui il dispositivo è inserito
- le indicazioni che permettono l'identificazione del guasto
- le cause che danno origine al guasto
- il tasso di guasto e la probabilità che il guasto si verifichi

METODI FMEA E FMECA

L'adattamento del metodo FMEA alle esigenze della manutenzione è detto **FMECA**.

FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis,) è un'estensione dell'analisi FMEA allo studio della gravità delle conseguenze che si possono avere per la presenza di un guasto (*manifestarsi di una non conformità*), cioè l'**analisi delle criticità di un guasto**.

Quando la tecnica è applicata alla fase di progettazione del prodotto è detta **DFMEA**, quando è applicata alla fase di progettazione del processo è detta **PFMEA**.

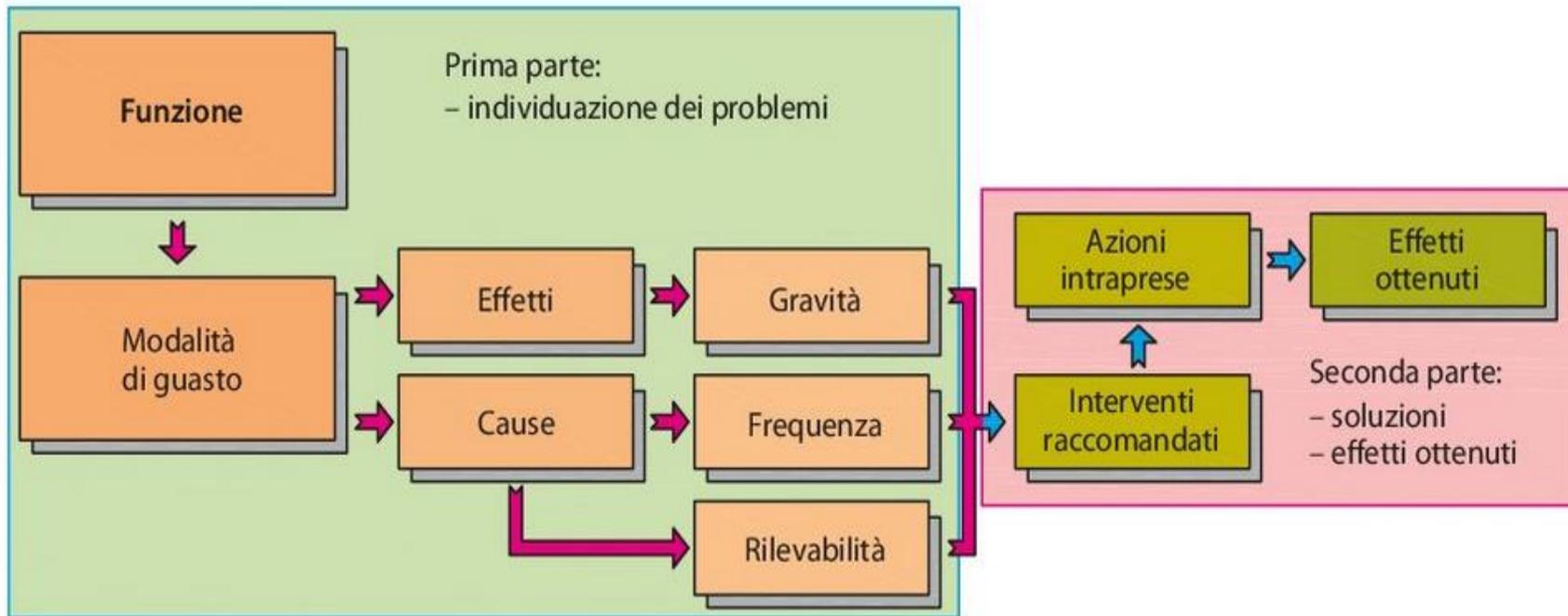
METODI FMEA E FMECA

Fasi per la progettazione di un piano di manutenzione

1. *Scomporre l'impianto nei vari sottosistemi (componenti)*
2. *Individuare modi e cause dei meccanismi di guasto*
3. *Individuare gli effetti del guasto su ciascun componente*
4. *Individuare i segnali di guasto imminente o già avvenuto*
5. *individuare i metodi e i modi di rilevazione o di previsione del guasto*
6. *Analizzare le criticità attribuendo un indice di rischio a ciascun tipo di guasto*
7. *Individuare gli interventi e pianificare la manutenzione*

FMECA

partendo dal diagramma causa-effetto, si cerca di dare un peso e una chiave di lettura al guasto o ai guasti individuando delle **soluzioni**



Questa tecnica si avvale della seguente tabella scheda per analisi FMEA

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Design Controls	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
												Action Taken	Sev.	Occ.	Det.	RPN		

scheda per analisi FMEA

La parte in **verde** è dedicata all'**individuazione dei problemi**, cioè alle modalità, agli effetti e alle cause di guasto.

Nella parte in **rosa** sono riportate le **azioni raccomandate**, quelle intraprese e gli effetti che queste producono.

Le variabili nella parte verde assumono il seguente significato:

Occurrence: è la probabilità che si verifichi un guasto

Detection: facilità con cui si può verificare un guasto

Severity: gravità e pericolosità di un guasto

RPN: indice di priorità di rischio, si ottiene dal prodotto dei tre precedenti valori $RPN = Occurrence \times detection \times severity$

Tab. n.1 Rilevabilità di un guasto

Rilevabilità del guasto (<i>Detection</i>)	Descrizione	Valutazione
Quasi impossibile	Gli strumenti correnti non rilevano il guasto o la causa	10
Molto remota	Probabilità molto remota di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	9
Remota	Probabilità remota di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	8
Molto bassa	Probabilità molto bassa di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	7
Bassa	Probabilità bassa di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	6
Moderata	Moderata probabilità di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	5
Abbastanza alta	Probabilità abbastanza alta di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	4
Alta	Alta probabilità di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	3
Molto alta	Probabilità molto alta di rilevare il guasto o la causa con gli strumenti correnti	2
Quasi certa	Il guasto e/o la causa sono quasi sicuramente rilevati con gli strumenti correnti	1

Tab. n.2 Probabilità del guasto

TABELLA O1.2 – Valori della variabile *Occurrence*

Probabilità di guasto (<i>Occurrence</i>)	Tipo di guasto	Frequenza	Valutazione
Molto alta	Inevitabile	50%	10
	Quasi inevitabile	30%	9
Alta	Ripetuto	12,5%	8
		5%	7
Moderata	Frequenza non elevata	1,25%	6
		0,25%	5
		0,05%	4
Bassa	Sporadico	0,007%	3
Molto bassa	Occasionale	0,0007%	2
Remota	Improbabile	0,00007%	1

Tab. n.3 Gravità del Guasto

Gravità del guasto (Severity)	Effetto	Valutazione
Molto elevata	Pericolo per gli operatori. Il guasto si presenta <i>senza avvertimento</i>	10
	Pericolo per gli operatori. Il guasto si presenta <i>con avvertimento</i>	9
Alta	Interruzione della produzione con perdita totale del prodotto	8
	Probabile perdita di gran parte del prodotto; rimanente prodotto con prestazioni ridotte	7
Moderata	Probabile perdita di parte del prodotto	6
Bassa	Il prodotto può essere utilizzato, magari con prestazioni ridotte	5
Molto bassa	Il prodotto può essere utilizzato, anche se si nota il difetto di produzione	4
Secondaria	Il prodotto può essere utilizzato, difficilmente si nota il difetto di produzione	3
Trascurabile	Il prodotto può essere utilizzato, non si nota alcun difetto	2
	Nessun effetto sulla produzione	1

Tab. n.4 Indice RPN

Indice RPN (IPR)	Valutazione
1 ÷ 50	Basso
51 ÷ 100	Medio
101 ÷ 200	Alto
201 ÷ 1000	Altissimo

FMECA di prodotto																	
Componente/ Funzione	Modo/ Difetto	Effetto del difetto	Gravità	Valutazione	Cause, modi di difetto	Probabilità	Attuali misure di controllo	Rilevabilità	Indice RPN	Provvedimenti raccomandati	Responsabilità & obiettivi e tempi previsti	Azioni prese	Risultati delle azioni				
													Gravità	Probabilità	Rilevabilità	RPN	

Gravità del guasto (Severity)	Punteggio
Molto elevata	10-9
Alta	8-7
Moderata	6
Bassa	5
Molto bassa	4
Secondaria	3
Trascurabile	2-1

Probabilità del guasto (Occurrence)	Punteggio
Molto alta	10-9
Alta	8-7
Moderata	6-4
Bassa	3
Molto bassa	2
Poco probabile	
Remota	1

Rilevabilità del guasto (Detection)	Punteggio
Quasi impossibile	10
Molto remota	9
Remota	8
Molto bassa	7
Bassa	6
Moderata	5
Abbastanza alta	4
Alta	3
Molto alta	2
Quasi certa	1

Vediamo un esempio

applicazione della FMECA al caso dello scoppio di uno pneumatico

Componente/ Funzione	Modo/ Difetto	Effetto del difetto	Cause, modi di difetto	Attuali misure di controllo	Gravità	Probabilità	Rilevabilità	Indice RPN	Provvedimenti raccomandati	Azioni prese	Risultati delle azioni			
											Gravità	Probabilità	Rilevabilità	RPN
Pneumatico	Scoppio	Vettura fuori strada	Pressione bassa Battistrada usurato Difetto di fabbricazione	Controllo periodico pressione Controllo spessore battistrada Controllo periodico mescola	10	3	5	150	Intensificare i controlli di pressione Controllare il battistrada Non ridurre la pressione a caldo Non salire su cordoli o marciapiedi con angolatura stretta dello pneumatico rispetto all'ostacolo Ricontrollare la mescola	Intensificati i controlli di pressione Controllato battistrada Non sollecitati pneumatici su cordoli o marciapiedi Ricontrollata la mescola	5	2	5	50

Conclusioni

Applicando la FMEA a prodotti o processi si può:

- riconoscere i possibili guasti e valutare i loro effetti;
- identificare gli interventi che possono eliminare o ridurre le possibilità del verificarsi di guasti;
- scegliere e pianificare gli interventi da effettuare;
- documentare i processi.

La Distinta Base

Una **distinta base** (abbreviata **Diba**, in italiano, o **BOM** – *Bill of Materials* – in inglese) è l'elenco dei materiali, dei componenti e dei sottoinsiemi necessari per produrre uno specifico prodotto finito, un bene o per erogare un servizio, al fine di ottenere la formalizzazione del processo produttivo.

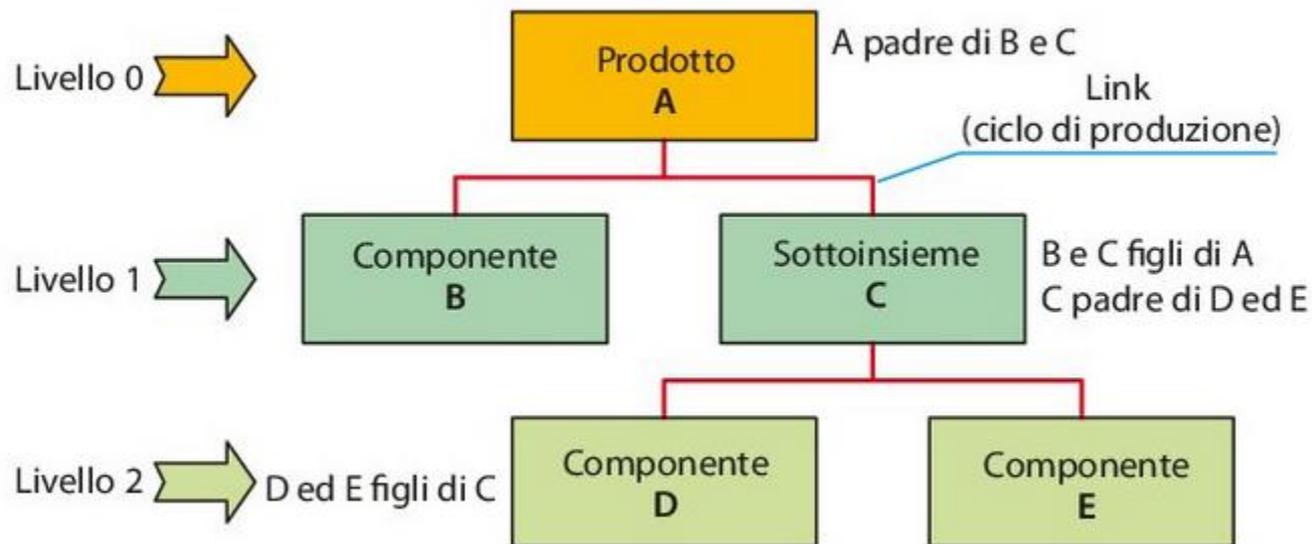
La Distinta Base

- ❑ E' il più dinamico dei documenti aziendali perché è in continuo aggiornamento a causa delle variazioni di progetto, di prezzo e delle condizioni interne della fabbrica.
- ❑ Fornisce un valido aiuto alla gestione del magazzino e all'organizzazione degli approvvigionamenti, perché rappresenta l'elenco completo delle materie prime necessarie per la produzione di un bene.

Concetto di Distinta Base di un Prodotto

- ❑ È il documento che descrive il Prodotto in termini di **insiemi, sottoinsiemi** (a diversi livelli gerarchici), fino ai suoi componenti elementari (**particolari**), non ulteriormente scomponibili
- ❑ È organizzata gerarchicamente secondo una **struttura ad albero**, che parte da una **radice** (codice padre della DB) da cui si originano rami, per rappresentarne i componenti ad un sempre maggior livello di dettaglio

La rappresentazione della distinta base mediante il diagramma ad albero facilita il riconoscimento dei diversi livelli. Per convenzione il **prodotto finito**, che si trova in cima dell'albero, occupa il **livello zero**, mentre i suoi componenti occupano rispettivamente il **livello uno**, poi il **livello due** e così via.



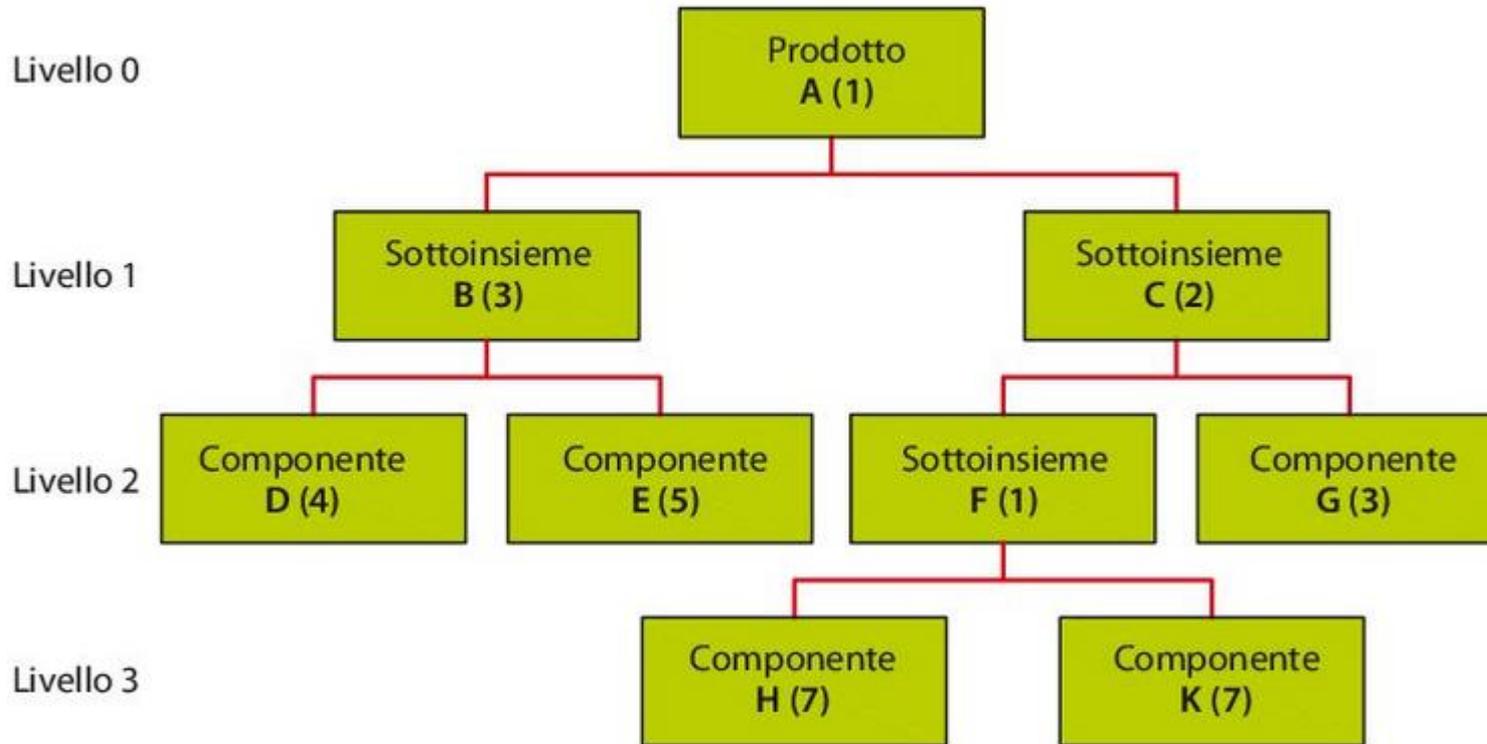
Concetto di Distinta Base di un Prodotto

I prodotti finiti non hanno mai padri, i componenti di acquisto non hanno mai figli, e gli oggetti prodotti o assemblati dall'azienda hanno sempre figli.

Il legame padre-figlio è rappresentato dal **ciclo di produzione**, un documento che contiene l'elenco di tutte le operazioni necessarie per trasformare un figlio nel padre.

Una distinta base che contiene, oltre ai legami tra padre e figli, anche i coefficienti di impiego (quantità degli elementi necessari) è detta **foglio del processo operativo** e rappresenta l'esplosione del prodotto A nei vari livelli, come si può osservare dallo schema seguente:

Foglio del processo operativo con l'esplosione del prodotto A nei vari livelli



Distinta base del prodotto A con coefficienti di impiego

Lista dei materiali				Quantità
Prodotto A				1
	Sottoinsieme B			3
		Componente D		12
		Componente E		15
	Sottoinsieme C			2
		Sottoinsieme F		2
			Componente H	14
			Componente K	14
		Componente G		6

Livello 0 Livello 1 Livello 2 Livello 3

Sviluppo della Distinta Base

Esempio di distinta base per una bicicletta

La BICICLETTA è il padre di Ruota, Manubrio, Sella, Corpo, Varie che vengono definiti figli.

A sua volta la RUOTA è padre di Cerchioni, Raggi ecc.

Anche CORPO è padre di Telaio, Pedali che sono i suoi figli

TELAIO a sua volta è padre di Tubi, Giunti ecc.

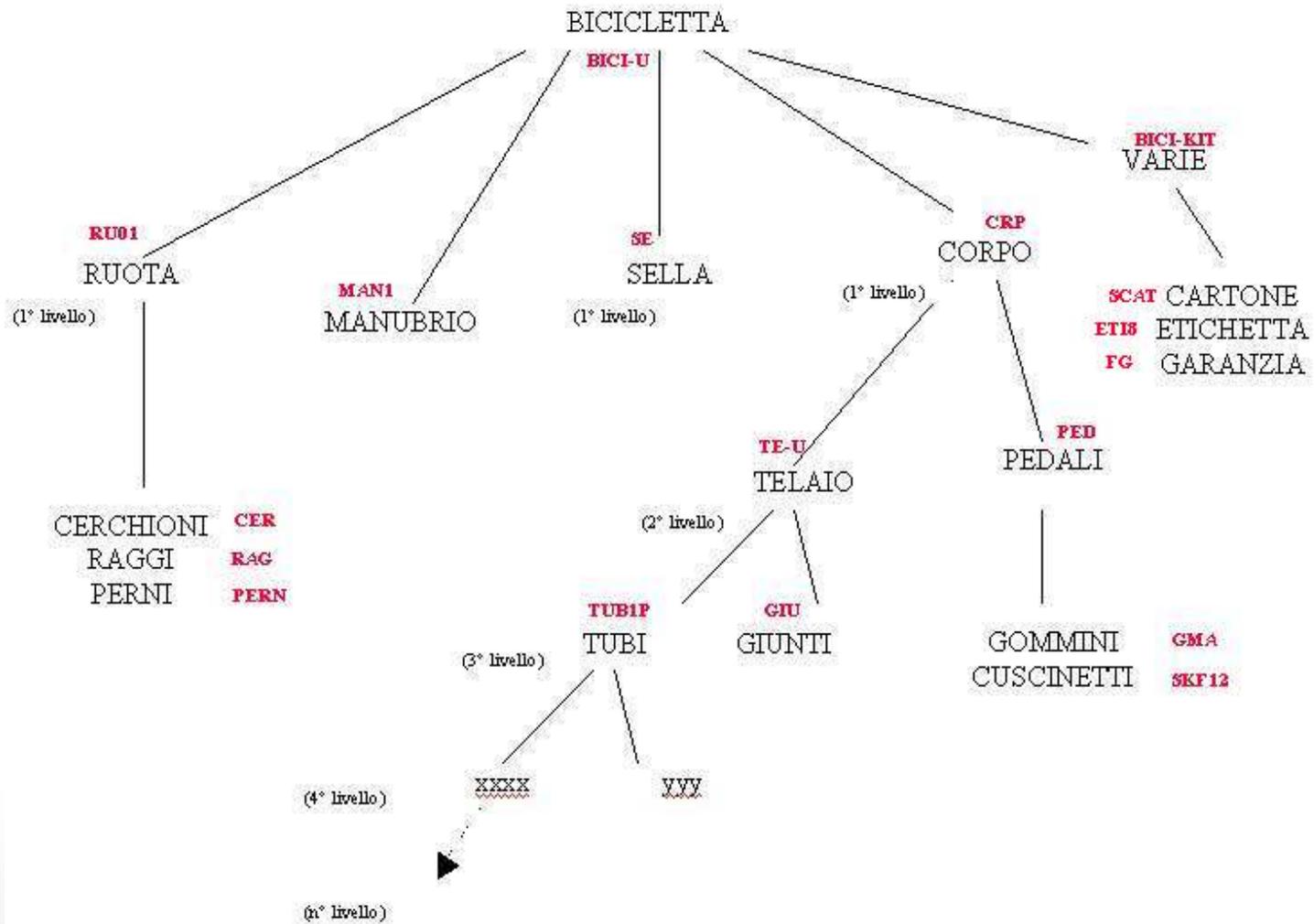
Per **livello** si intende la profondità nell' albero di distinta

Ad esempio:

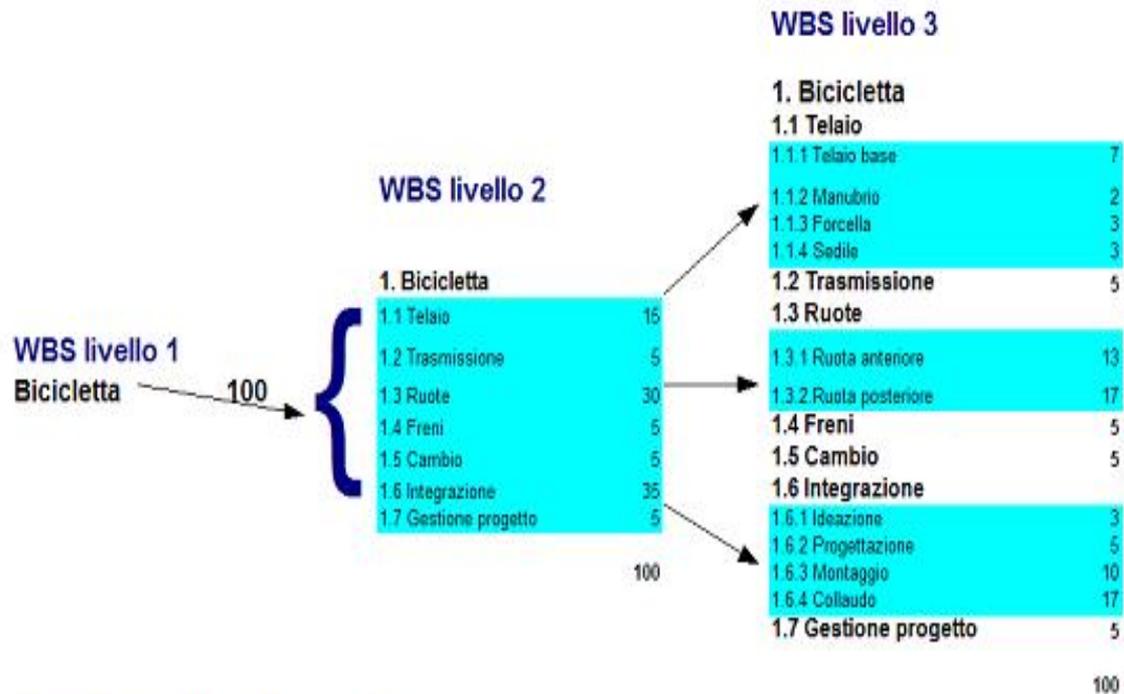
Ruota, Manubrio, Sella, Corpo, Varie sono al Livello 1

Cerchioni, Raggi, Telaio, Pedali sono al Livello 2

Tubi, Giunti sono al Livello 3



Esempio di distinta base



esempio, VISUALIZZAZIONE

Esempio di distinta base

Definizioni

Distinta Base (Bill of Materials)

Esempio di distinta base a più livelli.

