



Progettazione Meccanica CAD/CAE Integrata

A.A. 2024/2025

Assiemi, Struttura di prodotto e codifica della parti

Ph.D. Eng. Domenico Marzullo



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Trieste



- Cenni sulla Struttura di prodotto (Product Breakdown Structure -PBS)
- Distinta Base - Bill of Material
- Codifica degli assiemi e delle parti
- Cenni su Gestione delle revisioni
- Esempi di codifica assiemi



Product Breakdown Structure



- La struttura di prodotto (**Product Breakdown Structure, PBS**) descrive un prodotto in termini dei suoi sottoassiemi e parti
- La creazione della PBS è la prima operazione che si compie quando si comincia ad «**ingegnerizzare**» un prodotto
- Non è necessario disporre del prodotto fisico per definire la sua PBS, anzi tale struttura viene creata prima dello sviluppo del prodotto per gestirne le fasi di vita ed i dati ad esso relativi.
- Operativamente la PBS è **una struttura ad albero di tipo gerarchico**, la cui radice è il prodotto finito. Ogni elemento è chiamato **nodo**.
- La scomposizione dell'albero si arresta ai **nodi foglia** che possono essere singole parti prodotto dell'azienda o sotto-assiemi e parti (es. Elementi unificati) acquistati da fornitore esterno



Product Breakdown Structure



- I nodi dell'albero sono legati da una relazione d'ordine del tipo padre->figlio
- La relazione d'ordine (parziale) è importante perché consente di stabilire un nesso logico tra i componenti del prodotto ed aiuta a definire la giusta tempistica con i quali essi dovranno essere resi disponibili per realizzare il prodotto nei tempi voluti. Ciò costituisce la base per pianificare la produzione e gli approvvigionamenti
- Ad ogni elemento che compone il prodotto (materiale o immateriale) è associato un identificativo univoco che lo accompagnerà dalla sua ideazione fino alla realizzazione finale
- Come chiarito la PBS consiste in una classificazione gerarchica dei componenti che generano un prodotto finito. Essa contiene le informazioni relative ai componenti che compongono il prodotto con i relativi attributi e da informazioni circa le relazioni funzionali tra i componenti stessi.



Product Breakdown Structure



- Nelle fasi iniziali del progetto di un nuovo prodotto i progettisti definiscono una struttura di prodotto identificando i principali componenti, interfacce e relazione tra i componenti che lo costituiranno.
- Successivamente il progettista alla definizione dei componenti che andranno a definire il prodotto, valutando la possibilità di usare parti da catalogo, parti già esistenti o parti da progettare ex-novo.
- In altre parole la struttura di prodotto sarà costituita da una serie di contenitori che il progettista riempirà con le informazioni dei componenti (disegni, attributi, etc.) durante lo sviluppo del nuovo progetto
- La PBS consente la creazione e il riutilizzo di un numero illimitato di parti e assiemi, per fornire diverse varianti di prodotto.
- Quando il progetto del nuovo prodotto è arrivato ad un livello di maturità adeguato per la messa in produzione, la struttura di prodotto viene trasformata in **Distinta Base - DiBa (Bill of Material - BOM)**

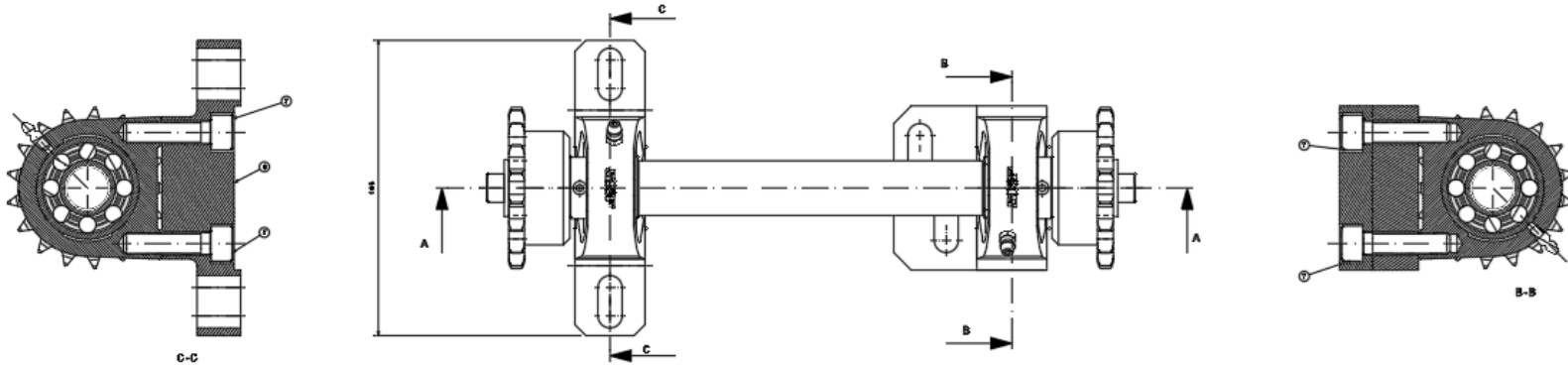
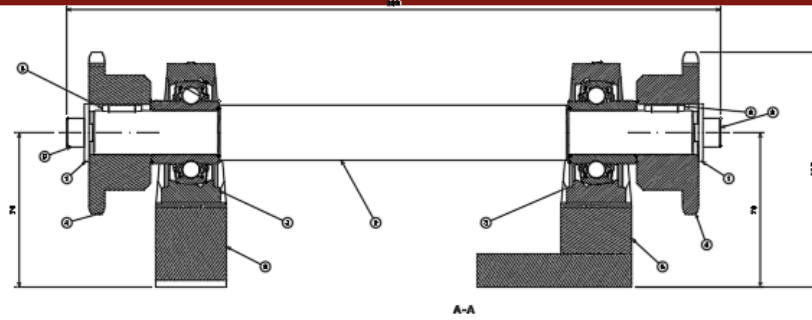


Distinta Base - Bill of Material



- La BOM costituisce l'elenco strutturato dei componenti (parti, sottoassiemi, semilavorati e materie prime) necessari per la costruzione del prodotto finito, essa contiene informazioni circa i **componenti e la loro identificazione**, la loro numerosità, le loro relazioni.

16	18	ISO 4762 SCREW M10x25 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP	ISO 4762 SCREW M10x25 CL 8.8 ZINCATA
15	7	Vite TE IF M10 ISO4017_L80	Vite TE IF M10 ISO4017_L80 CL 8.8 ZINCATA
14	40	Vite TC M10 ISO4762_L50	Vite TC M10 ISO4762_L50 CL 8.8 ZINCATA
13	8	ISO 4762 SCREW M10x35 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP	ISO 4762 SCREW M10x35 CL 8.8 ZINCATA
12	69	Dadi esagonali normali a passo grosso ISO4032_M10	Dadi esagonali normali a passo grosso ISO4032_M10 CL 8.8 ZINCATO
11	48	ROSETTE PER APPOGGIO PROFILATI UPN UNI 6598_M10	ROSETTE PER APPOGGIO PROFILATI UPN UNI 6598_M10 ZINCATA
10	1	CA DT 00931	Adeguamento ET Caorso - TRS - RMR 9 rulli - Gruppo sponde laterali - Assieme e dettagli
9	7	Anello_Catena_Unmezzo_d	Anello di catena per rulli - Catena: ISO 08 B-1 (1/2") con perno ribadito - Carico di rottura minimo maggiore di 17.0 kN -(sviluppo 547,3 mm) - Nichelatura chimica - 43 maglie circa
8	2	Anello_Catena_Unmezzo_b	Anello di catena - Catena: ISO 08 B-1 (1/2") con perno ribadito - Carico di rottura minimo maggiore di 17.0 kN - (sviluppo 572,7 mm) - Nichelatura chimica - 45 maglie circa
7	4	CA DT 00943	Adeguamento ET Caorso - RMR - Gruppo appoggio regolabile - Assieme e dettagli
6	1	Dugom_Rullo_Folle_Rullo_TRS	Rullo folle per carichi pesanti DUGOM SERIE 309 - codice DUGOM 309016.ZB.TN.M10L764 - asse con fori marchiati alle estremità M10x15 - L=A=764
5	8	Dugom_Rullo_unmezzo_TRS	Rullo commerciale DUGOM SERIE MSI per anelli di catena (pignone Z17 per Catena Semplice, passo 1/2" x 5/16", ISO 08B1, Acciaio) - codice DUGOM 318354.ZB.TN.M10A764 - asse con fori maschiati alle estremità M10x15 - A=764 T'=695
4	1	CA DT 00945	Adeguamento ET Caorso - RMR - Gruppo motorizzazione secondaria - Assieme e dettagli
3	1	CA DT 00944	Adeguamento ET Caorso - RMR - Gruppo motorizzazione primaria - Assieme e dettagli
2	18	CA DT 00939	Adeguamento ET Caorso - RMR & RFR - Supporto per rulli
1	1	CA DT 00930	Adeguamento ET Caorso - TRS - RMR 9 rulli - Gruppo telaio - Assieme e dettagli
Item No.	Quantity	Part Number	Product Description



9	2	ISO 4782 SCREW M8x20 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP	ISO 4782 SCREW M8x20 C18.8 Zincata
6	2	Linguetta_uni_0 004_0x6x16	Linguetta_uni_0004_0x6x16 brunita
7	4	ISO 4782 SCREW M10x40 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP	ISO 4782 SCREW M10x40 C1.8 Zincata
8	1	ROT-P016_00	Supporto S276J0
5	1	ROT-P016_00	supporto S276J0
4	2	pignone_1-2x5- 10_10009117_c	pignone 1/1"x5/16" Z=17 C45 zincatura elettrolitica
3	2	SYF 20 TF	Supporto con cuscinetto SKF SYF 20 TF
2	1	ROT-P003_00	Albero gruppo rinvio met Acciaio 36NiCrMo8
1	2	TNO_L-P004_00	Rosetta piana C40
Item No.	Quantity	Part Number	Product Description



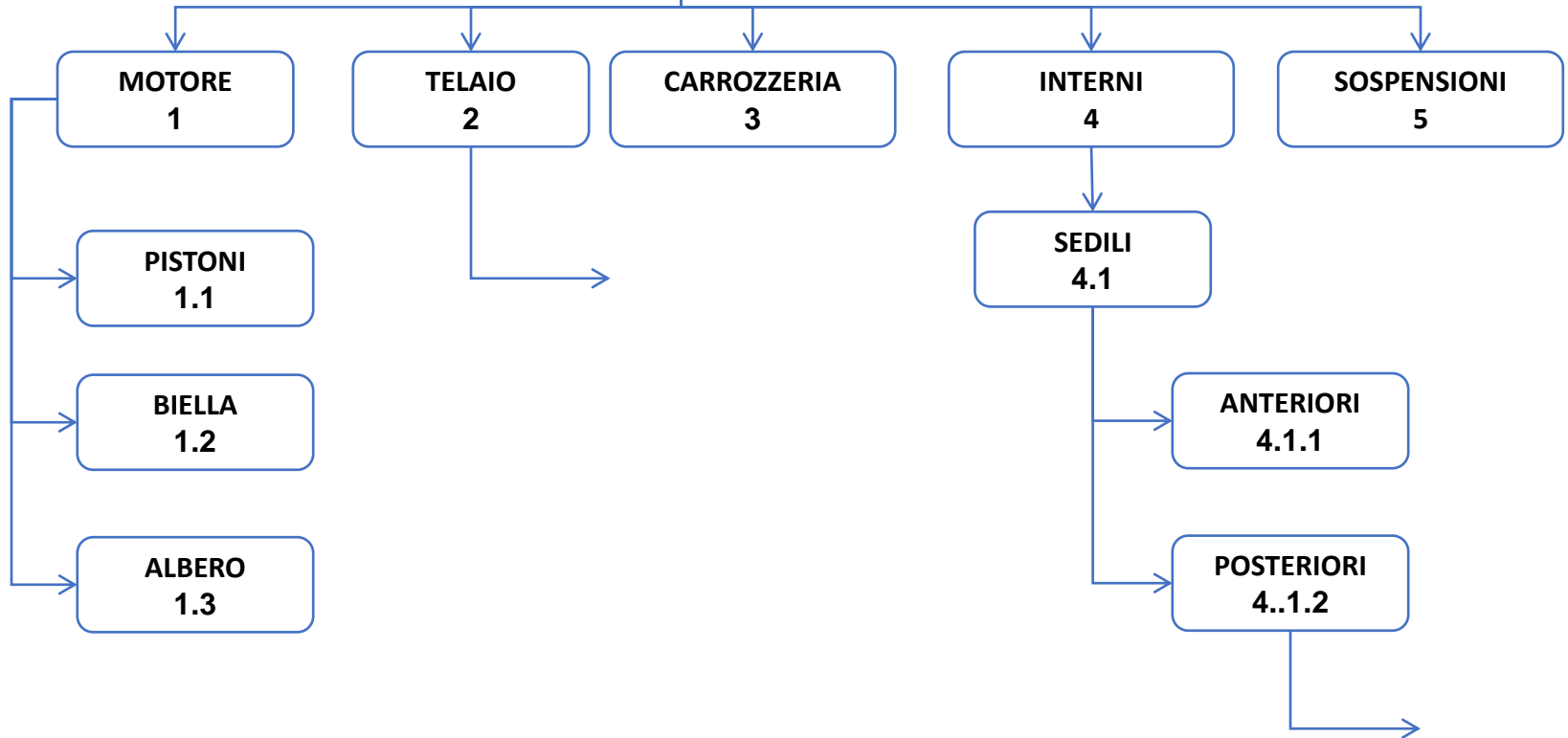
Tipicamente si definiscono due tipologie di BOM:

➤ **ENGINEERING BILL OF MATERIAL (EBOM)**

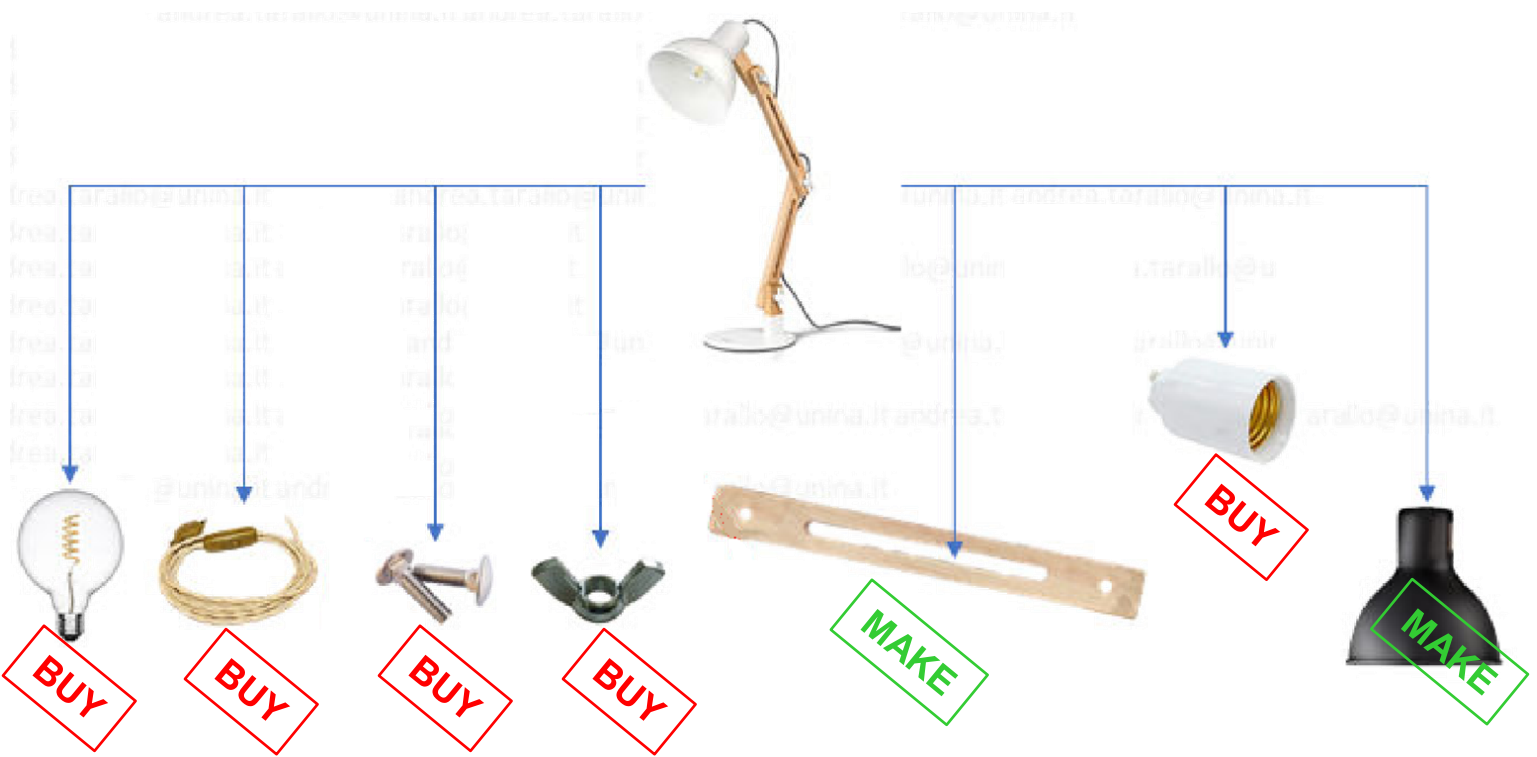
La EBOM elenca normalmente gli articoli in base alle loro relazioni con il prodotto principale così come rappresentato nei disegni, talvolta tali informazioni non sono sufficienti per dare un supporto adeguato e per gestire il processo produttivo del prodotto.

➤ **MANUFACTURING BILL OF MATERIAL (MBOM)**

La MBOM riporta tutte le informazioni necessarie per l'approvvigionamento e la produzione dei componenti, quali tempi di approvvigionamento materie prime, risorse necessarie, cicli di lavorazione, etc.



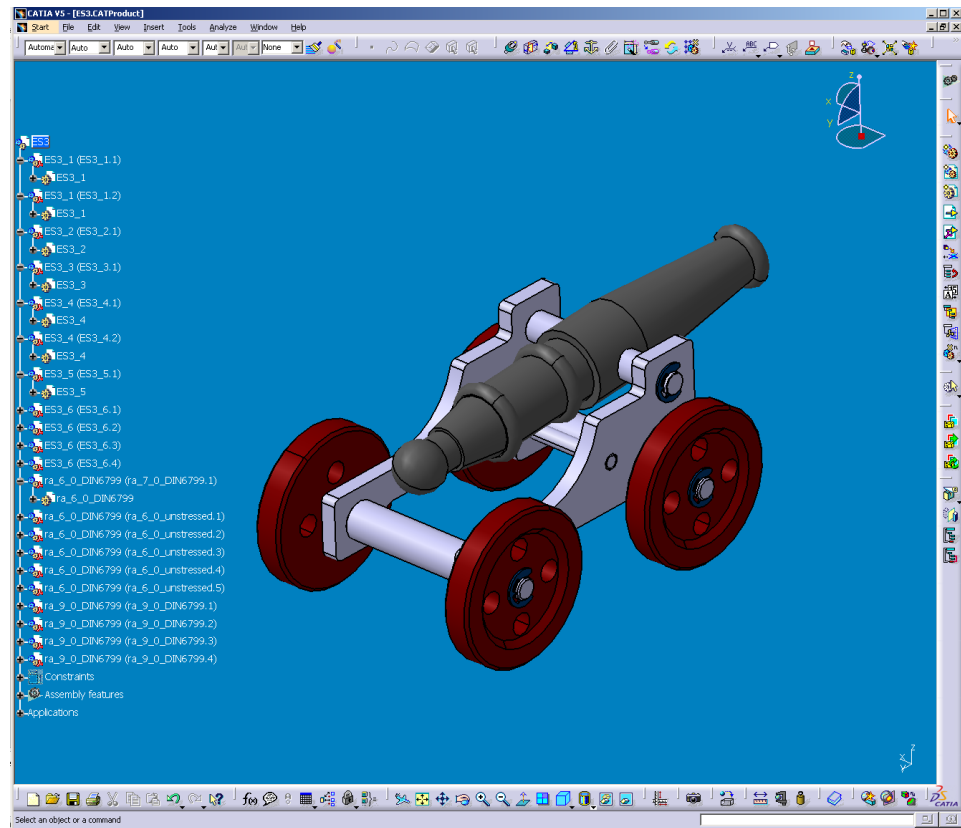
- La scomposizione dell'albero si arresta ai nodi foglia che possono essere singole parti prodotte dall'azienda o sotto-assiemi e parti (es. elementi unificati) acquistati da un fornitore esterno
- Un **nodo foglia** della nostra PBS può essere quindi il **prodotto radice** della PBS di un fornitore esterno



- La stessa parte (o anche un intero sottoassieme) può essere utilizzata («istanziata») più volte all'interno dello stesso prodotto (es. minuteria, ferramenta varia, elementi unificati)
- Ad ogni nodo della PBS è associata almeno una **posizione** o «istanza»



- CATIA V5 gestisce la PBS mediante il workbench di **struttura di prodotto**.
- Quando si apre una nuova sessione, come impostazione predefinita, viene aperto un documento di **struttura di prodotto** vuoto (corrispondente ad un file di tipo «.CATProduct»)





Prodotto (file .CATProduct) Generalmente non contiene alcuna geometria, ma solo istanze di parti e di altri prodotti (sotto-assiemi)



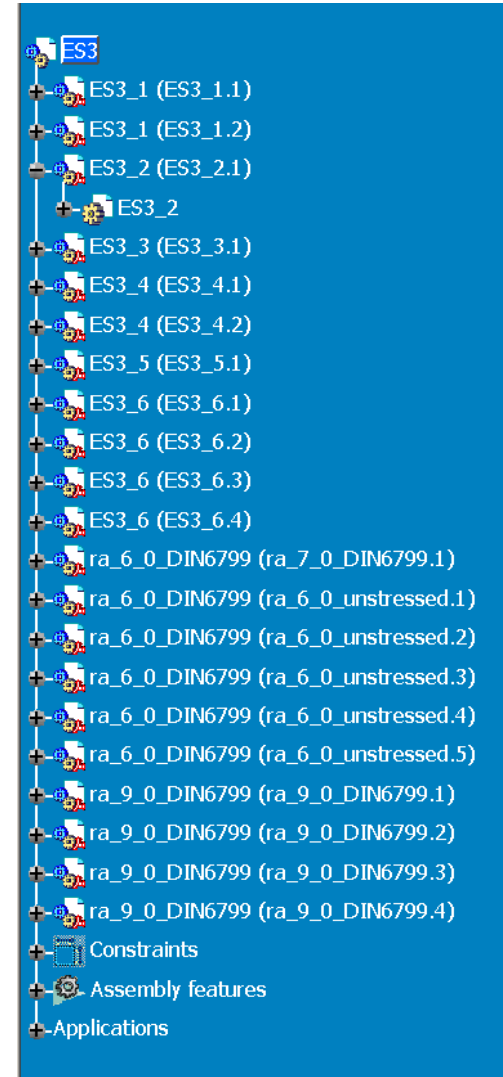
Istanza di una parte o sotto-assieme. Nessun File associato, contiene solo i dati relativi alla singola istanza (codice istanza, descrizione istanza, ecc.) e alla sua posizione spaziale relativamente all'assieme padre.



Parte (file . **CATPart**). Contiene i dati geometrici veri e propri, nonché i riferimenti e i dati relativi alla singola parte (codice articolo, descrizione, materiale, ecc.)



- Tutte le operazioni effettuate su un assieme (es. spostamento di un'istanza) avvengono nel contesto del prodotto correntemente attivo, **che è opportunamente evidenziato**
- **E' possibile cambiare il contesto di prodotto con un doppio click sul nodo che si vuole rendere attivo**





Codifica della parti e PBS



- Con «codifica delle parti» si intende l'assegnazione, ad ogni nodo della PBS, di un **codice identificativo univoco**, detto codice articolo (**Part Number, PN**) che lo accompagnerà dalla sua ideazione fino alla realizzazione finale
- Il codice articolo deve essere assegnato anche ad eventuali sotto-assiemi
- La codifica della parti è importante per potersi riferire senza ambiguità ad un componente lungo tutto il suo ciclo di vita (documenti, analisi strutturali, disegni, modelli 3d, **Distinta Base Tecnica, Distinta di Produzione**, ecc. faranno tutti riferimento allo stesso codice articolo)
- Il codice articolo consente di gestire le **revisioni** di un particolare o di un sotto-assieme nel corso del tempo
- I codici articolo consentono di gestire efficacemente le **configurazioni di prodotto** (lo stesso codice può essere utilizzato in prodotti diversi)
- Ogni azienda adotta il criterio che ritiene più opportuno per attribuire i codici univoci ad ogni elemento di prodotto

- In teoria si potrebbe usare un nome qualsiasi per il codice articolo, ad esempio una breve stringa di testo descrittiva (es. MANICO, LAMPADINA, ecc.)
- Tuttavia, questo approccio genererebbe confusione poiché sarebbe difficile generare codici unici; basti pensare alle diverse configurazioni dello stesso prodotto che avrebbero una descrizione simile se non identica, oppure ad un aggiornamento di una singola parte (revisione)
- In pratica si usano **approcci sistematici** per l'assegnazione dei codici articolo che di solito son **stringhe alfanumeriche**





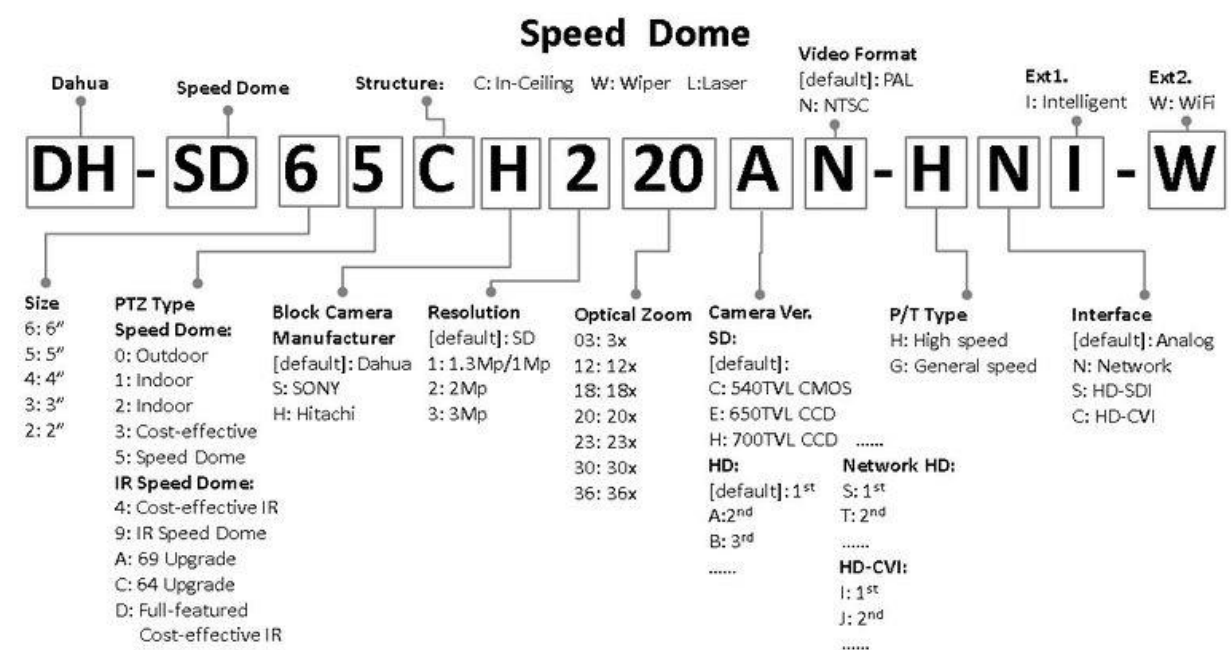
Codifica della parti e PBS



➤ I codici articolo possono essere:

- «parlanti» cioè assegnati in modo che ogni posizione del codice dipende da caratteristiche specifiche del prodotto
- «non parlanti», cioè assegnati con un criterio totalmente slegato dalle caratteristiche o dalla funzione del componente (ad es. di tipo meramente progressivo, basato sulla PBS, oppure pseudocasuale, basato su data e ora di creazione dell'elemento)
- «misti» cioè una parte del codice è di tipo parlante, l'altra è di tipo non parlante

CODICI PARLANTI



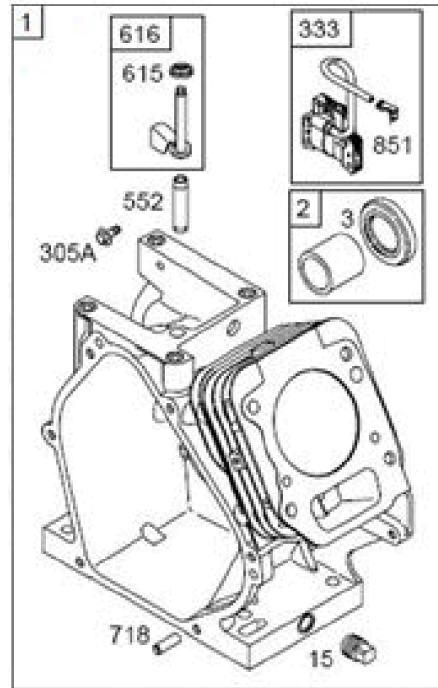
VANTAGGI

- Significato chiaro (previo addestramento)
- Ridotta possibilità di errore

SVANTAGGI

- Se una parte presenta nuove caratteristiche (non previste inizialmente) bisognerà modificare lo schema di codifica
- Richiede addestramento degli operatori

CODICI NON PARLANTI



REF. NO.	PART NO.	DESCRIPTION
1	693811	Cylinder Assembly (Used Before Code Date 02011500).
		————— Note —————
	698223	Cylinder Assembly (Used Before Code Date 02101700 and After Code Date 02011400).
	698485	Cylinder Assembly (Used After Code Date 02101600).
	694470	Cylinder Assembly Used on Type No(s). 0121, 0130.

VANTAGGI

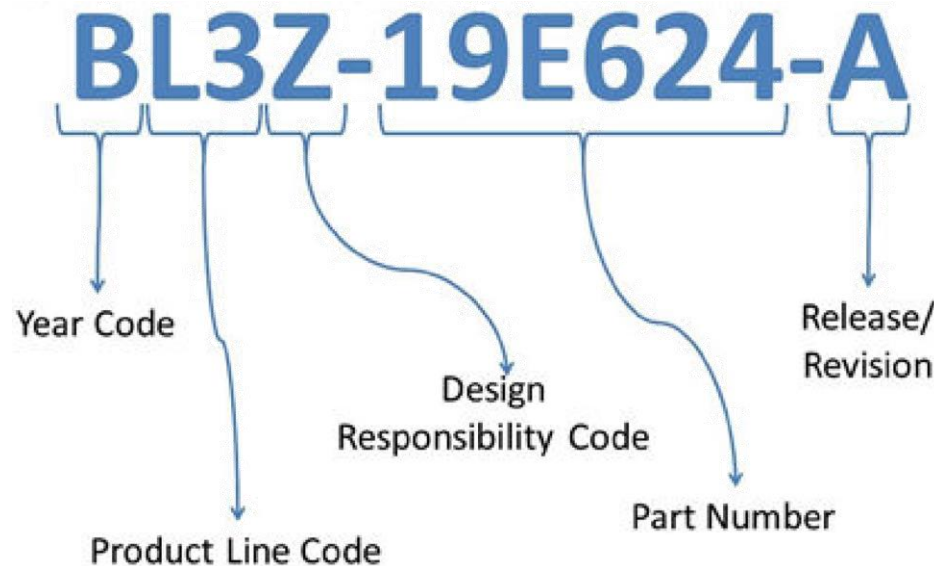
- Può essere facilmente generato automaticamente da algoritmi
- Non richiede addestramento per la sua gestione

SVANTAGGI

- Possibilità di errori nella compilazione di distinte e negli approvvigionamenti
- Non ottimale per la gestione delle configurazioni di prodotto

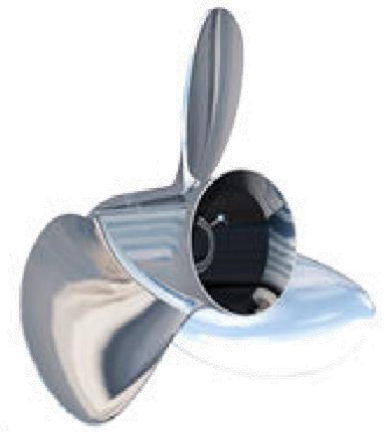
CODICI MISTI

- Spesso al posto di codici non parlanti di utilizzano codici articolo di tipo misto in cui almeno una parte del codice è di tipo parlante, l'altra è di tipo non parlante o progressivo



- La scelta del sistema di codifica delle parti dipende dal tipo di azienda e dalla tipologia di bene o prodotto
- Ad esempio un'azienda che produca eliche nautiche potrebbe adottare efficacemente un codice parlante del tipo:

Sigla azienda	Diametro elica	Numero Pale	Angolo d'elica	Tipo di pala	Diametro mozzo	Verso di rotazione	Materiale
---------------	----------------	-------------	----------------	--------------	----------------	--------------------	-----------



- La scelta del sistema di codifica delle parti dipende dal tipo di azienda e dalla tipologia di bene o prodotto
- Ad esempio un'azienda che produca eliche nautiche potrebbe adottare efficacemente un codice parlante del tipo:

Sigla azienda	Diametro elica	Numero Pale	Angolo d'elica	Tipo di pala	Diametro mozzo	Verso di rotazione	Materiale
---------------	----------------	-------------	----------------	--------------	----------------	--------------------	-----------

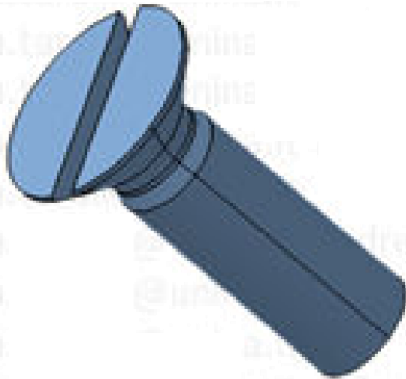


**ESEMPIO:
RA18-4-20-S-35-B-L**

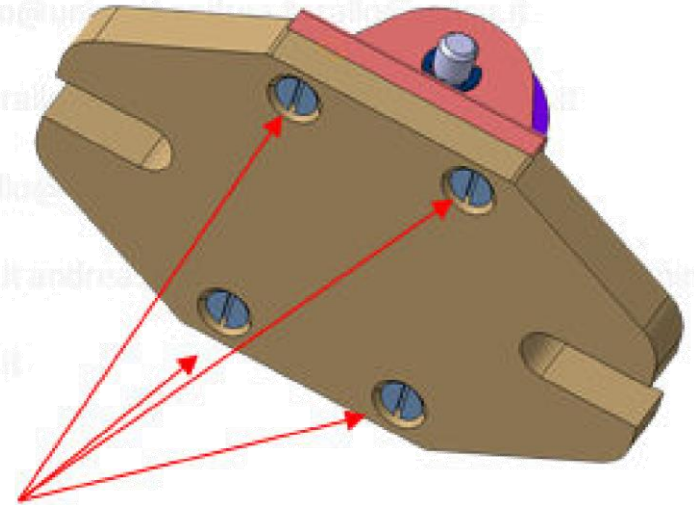
- Attenzione a non confondere il codice articolo con il **numero di serie**
- Il numero di serie è un codice che identifica ogni singolo componente finito, una volta che questo è rilasciato dalla produzione
- Se necessario per esigenze di **tracciabilità**, il numero di serie è stampigliato sul componente o comunque unito a esso in modo permanente



- Lo stesso componente può essere istanziato più volte in uno o più prodotti (es. elementi di collegamento, supporti, ecc.)
- E' chiaro che il **codice articolo** sarà lo stesso per tutte le istanze del componente **anche in prodotti differenti!**
- Per esigenze legate alla gestione del dato, ogni singola istanza dovrà comunque avere un proprio codice chiamata **codice di istanza**.



Parte
XYZ1234



Istanze della parte XYZ1234 nel
prodotto ABC0000

Codice istanza
Diverso per ogni istanza

Descrizione istanza

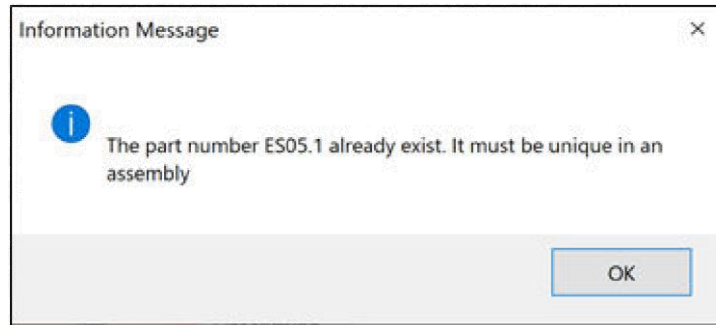
Codice articolo
(diverso per ogni parte)

Descrizione articolo

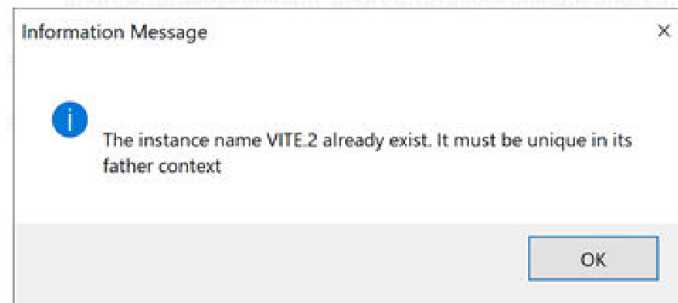
The screenshot shows the 'Properties' dialog box in CATIA. The 'Current selection' is 'ES05.2.8/ES05'. The 'Instance' section includes 'Number' (2), 'Component', 'Instance name' (ES05.2-DX), and 'Description' (STAFFA DESTRA). The 'Visualize in the Bill Of Material' section is checked. The 'Link to Reference' section shows 'ES05.2' and the file path 'D:\pub\uni\PLM\esercitazioni\ES05\ES05.2.CATPart'. The 'Product' section includes 'Part Number' (ES05.2), 'Revision' (DRAFT), 'Definition' (STAFFA), 'Nomenclature', and 'Source' (Made). The 'Description' field in the 'Product' section contains 'STAFFA A L'. The dialog has 'OK', 'Apply', and 'Close' buttons at the bottom right, and a 'More...' button at the bottom left.

Current selection	ES05.2.8/ES05
Product	Graphic Mechanical Drafting
Instance	
Number	2
Component	
Instance name	ES05.2-DX
Description	STAFFA DESTRA
Visualize in the Bill Of Material	<input checked="" type="checkbox"/>
Link to Reference	
ES05.2	D:\pub\uni\PLM\esercitazioni\ES05\ES05.2.CATPart
Product	
Part Number	ES05.2
Revision	DRAFT
Definition	STAFFA
Nomenclature	
Source	Made
Description	STAFFA A L

- **Attenzione:** non è possibile inserire due parti diverse con lo stesso codice articolo (part number) nello stesso assieme!!!



- **Attenzione:** non è possibile inserire due istanze con lo stesso codice istanza nello stesso assieme!!!

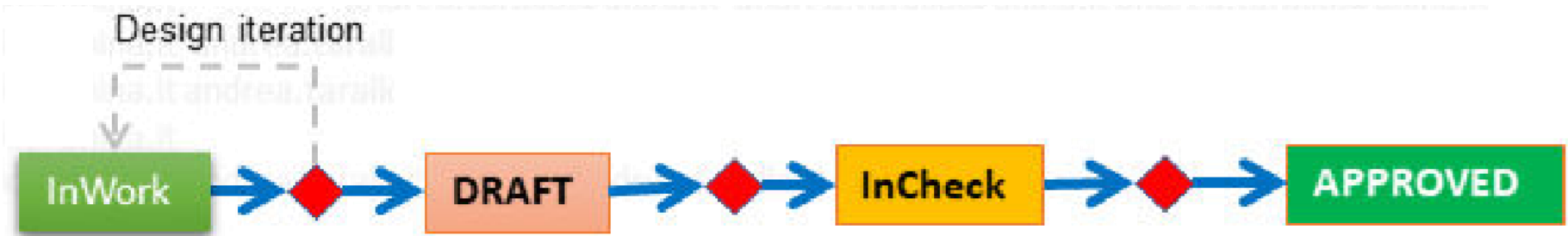




Ciclo di vita dei componenti e codice di revisione



- I componenti così come prodotti (assiemi) hanno anch'essi un **ciclo di vita**
- Durante lo sviluppo, il progetto di un componente è «in lavorazione» (**InWORK**) e subisce numerose modifiche
- Quando il progettista ritiene che la parte ha raggiunto un livello di maturità adeguato (soddisfa tutti i requisiti richiesti) essa viene promossa allo stato di «**bozza**» (**DRAFT**)
- Chi è demandato al controllo prende in carico la parte e la promuove allo stato di «in controllo» (**InCheck**)
- Se la parte supera la fase di controllo, essa assume lo stato di «**approvata**» (**APPROVED**) ed è pronta per la produzione



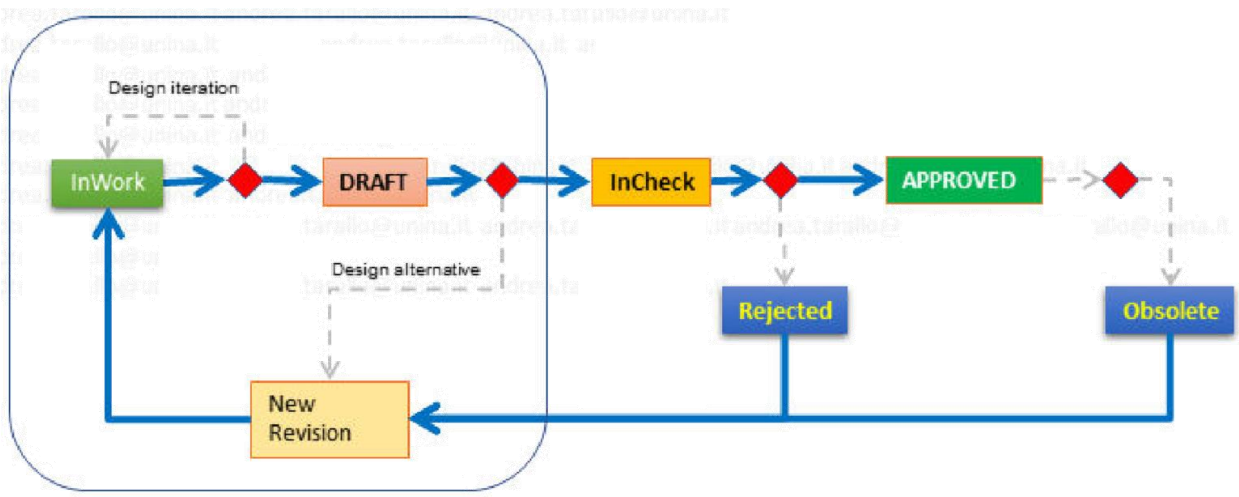


Ciclo di vita dei componenti e codice di revisione



- In ogni fase del ciclo di vita il design può essere **bocciato** con una richiesta di modifica (design change request)
- Spesso accade che dopo la produzione delle prime serie del prodotto ci si accorge di **difetti nel design iniziale** e si propongono miglioramenti.
- Anche in assenza di difetti, può essere necessario **riutilizzare il lavoro già svolto** per realizzare una versione alternativa della medesima parte

In questi casi è necessario procedere ad **una revisione della parte**. La revisione assumerà necessariamente un codice diverso dal precedente

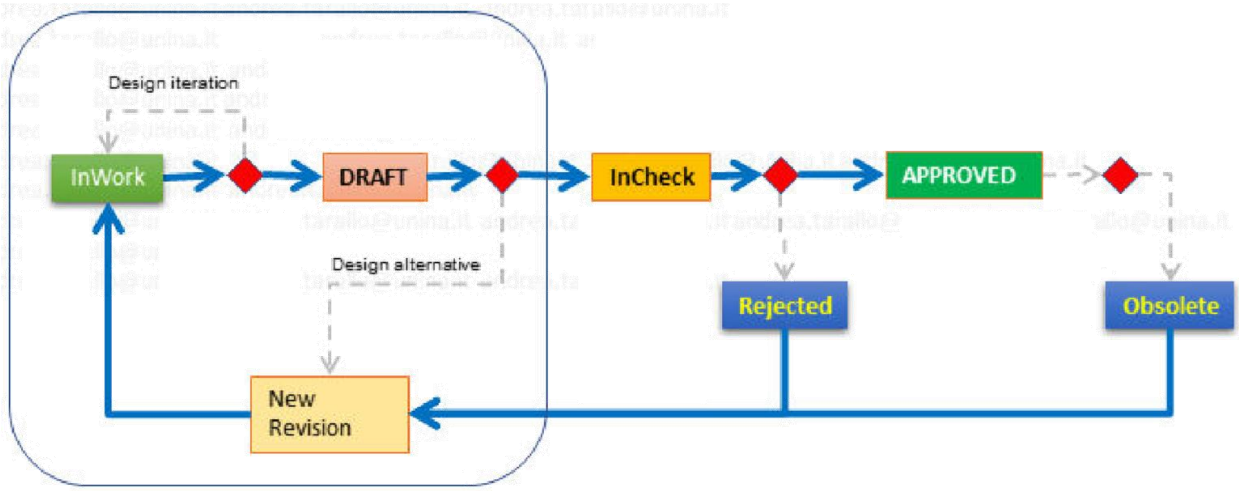




Ciclo di vita dei componenti e codice di revisione **ia**

Tenere traccia della maturità del design e delle revisioni di una parte è importante:

- Il management può controllare lo stato di avanzamento del progetto
- Progettisti e revisori sanno su cosa e come intervenire
- Più alternative di progetto possono essere portate avanti contemporaneamente senza dover attendere la conclusione del ciclo di vita dell'intero design
- Documenti (anche intermedi) sono riferiti senza ambiguità ad una certa revisione
- La gestione del prodotto nella fasi di post-vendita





- Qualunque sia il criterio di assegnazione dei codici articolo (part number), è fondamentale potersi riferire **senza ambiguità alle diverse versioni** di una stessa parte.
- La creazione di un nuovo codice articolo per ogni revisione **non sarebbe vantaggiosa** e, nel **caso di codici parlanti**, potrebbe risultare addirittura **impossibile**
- Diversi standard di riferimento suggeriscono di aggiungere al codice articolo iniziale un **codice di lettere** (al massimo 2) separato da un trattino (dash) detto «dash number»
- In ogni caso è sempre necessario tenere traccia delle modifiche apportate di volta in volta ad ogni revisione

ESEMPI:

- 0876345-A
- 0876345-B
- 0876345-Y
- 0876345-AB



Y14.35 - *Revision of Engineering Drawings and Associated Documents*

- Nelle proprietà della parte esiste un campo «REVISION»
- Tuttavia il controllo di unicità avviene solo sul campo «Part Number»: in altre parole non è possibile utilizzare il campo «Revision» di CATIA per una gestione efficace delle revisioni in ambiente CATIA (la gestione delle revisioni è demandata all'ambiente PLM ENOVIA)
- La soluzione tipicamente usata consiste nell'aggiungere nel campo part number anche il dash number
- Il campo revision potrebbe essere usato, ad es. per gestire la maturità del design (inWork, DRAFT, INCheck, APPROVED)

Properties

Current selection : ES05.2.8/ES05

Product Graphic Mechanical Drafting

Instance

Number 2

Component

Instance name ES05.2-DX

Description STAFFA DESTRA

Visualize in the Bill Of Material

Link to Reference

ES05.2

Product

Part Number ES05.2

Revision

Definition STAFFA

Nomenclature

Source Made

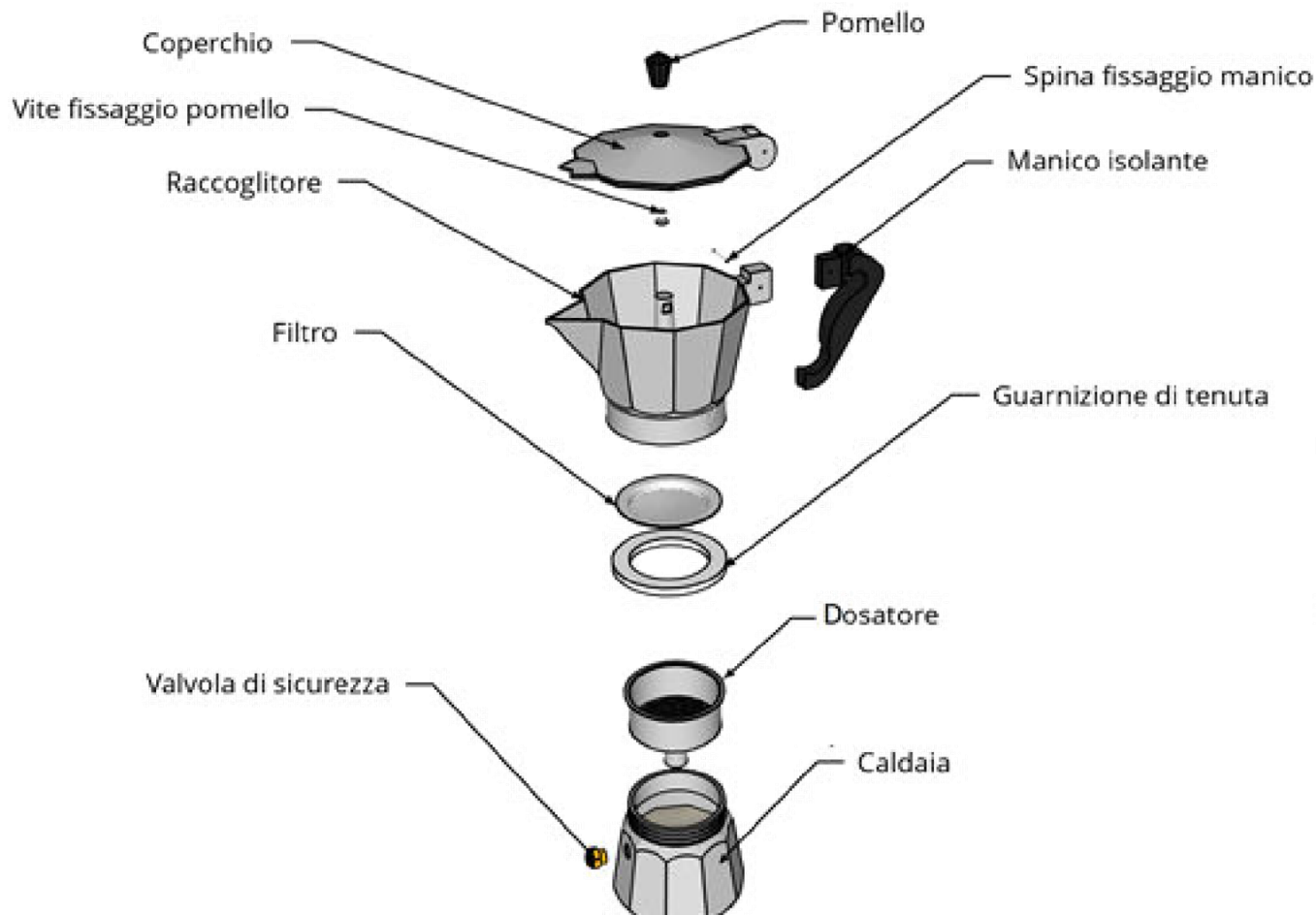
Description STAFFA A L

Define other properties...

More...

OK Apply Close

- Descrivere la struttura di prodotto di una caffettiera e codificare le parti secondo un criterio di tipo progressivo basato sulla PBS





Codifica delle parti e PBS - Esempi



Un codice di tipo misto potrebbe essere basato sulla PBS; ad esempio una struttura a lunghezza fissa del genere:

Codice Identificativo Progetto	Num. Sottoassieme di 1° livello	Num. Sottoassieme di 2° livello	Num. Sottoassieme di 3° livello	Num. Progressivo componente	- Revisione (se presente)
--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------------------

Seguendo questo approccio, il codice

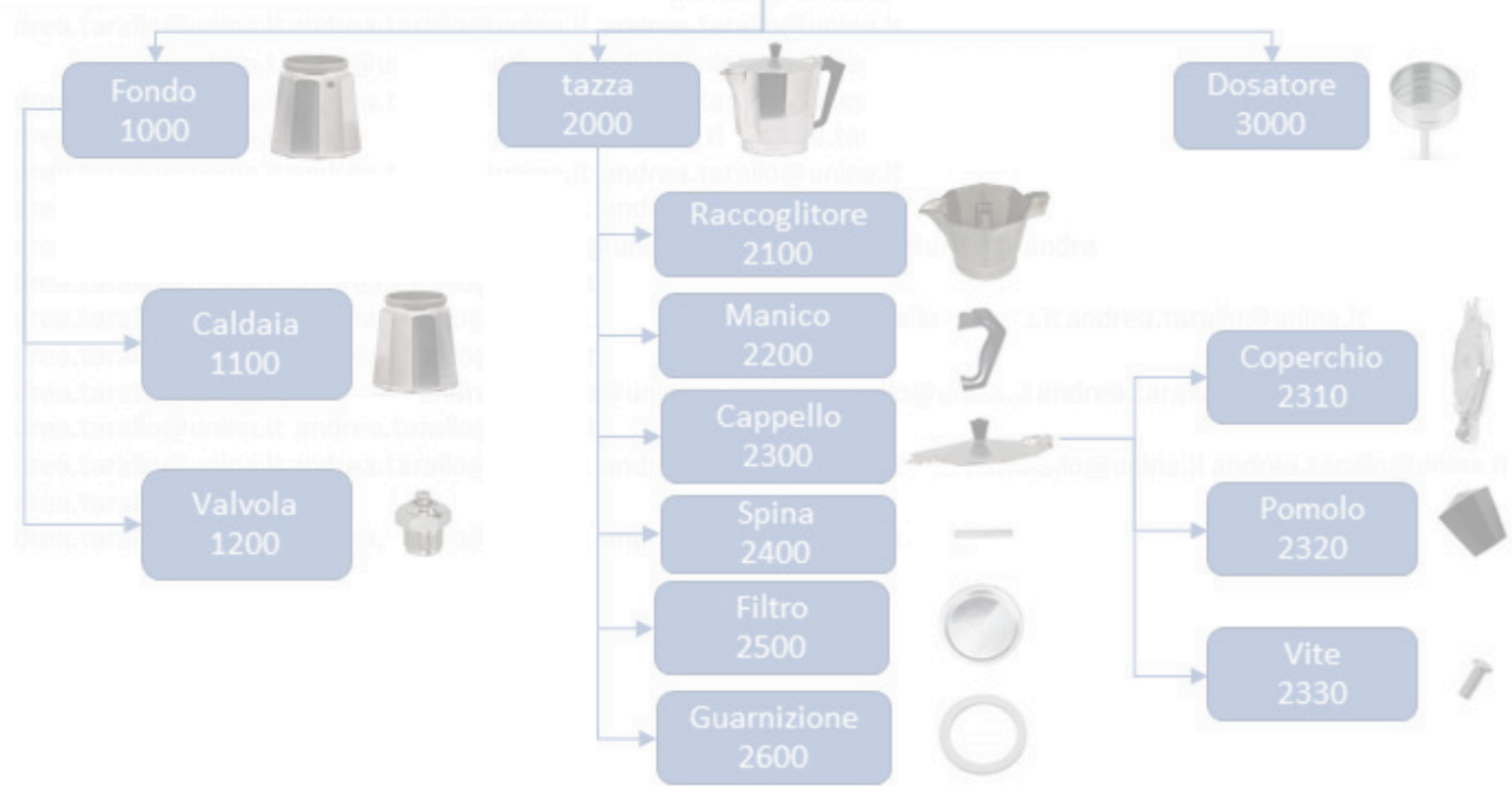
DAC20-00000000

Sarebbe assegnato al nodo radice del prodotto «DAC20» mentre il codice

DAC21-01000005-A

Identificherebbe il componente n.5 dell'assieme di primo livello (che è alla revisione A rispetto al modello iniziale) del prodotto «DAC21»

Num. Progressivo 1° livello	Num. Progressivo 2° livello	Num. Progressivo 3° livello	Num. Progressivo di 4° livello
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------



Num. sottoassieme 1° livello	Num. sottoassieme 2° livello	Num. Progressivo componente
------------------------------	------------------------------	-----------------------------

