

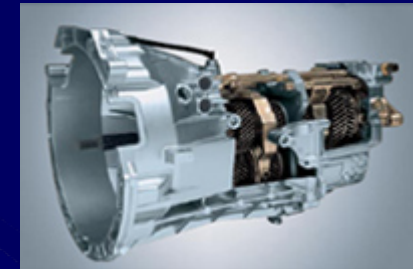
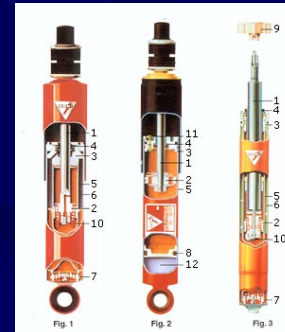
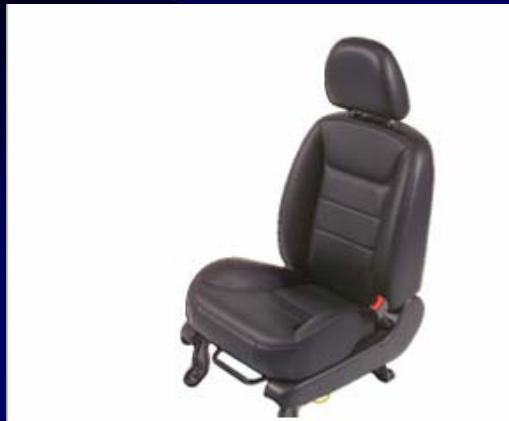
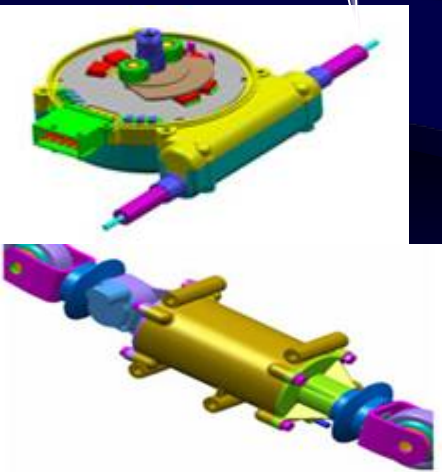
# Componenti sinterizzati nei gruppi assemblati per automotive

*Ing. D. Ornato – Resp. Tecnico*

**GM Sinter Group** (Ivrea, Torino, Napoli)



# Automotive main applications



# Materiali disponibili

## Ferrous base powders:

- atomized
- sponge

## Base alloys :

- F
- e

**60 %**

## Diffusion bonded steels –

- Fe – Ni (max 5%) – Mo ( max 2%) – Cu (max 2%) C

## Prealloyed steels (also for sinterhardening applications)

- F
- e

**39 %**

- Fe – ( max 2%) Cr – ( max 2%) Mo

## Stainless steels prealloyed powders

- Fe – ( max 2%) Mo C
- AISI 316L austenitic
- AISI 410L martensitic
- AISI 409L martensitic
- AISI 304 ferritic

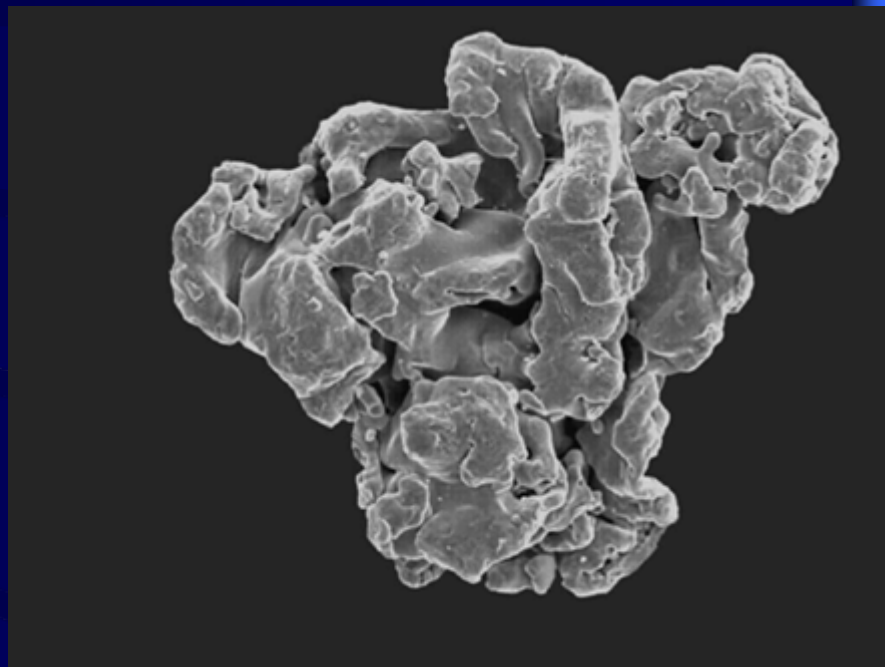
## Soft magnetic components

- m
- a

- Pure Iron x
- Fe insulated P
- Fe – Si – P 2

**1 %**

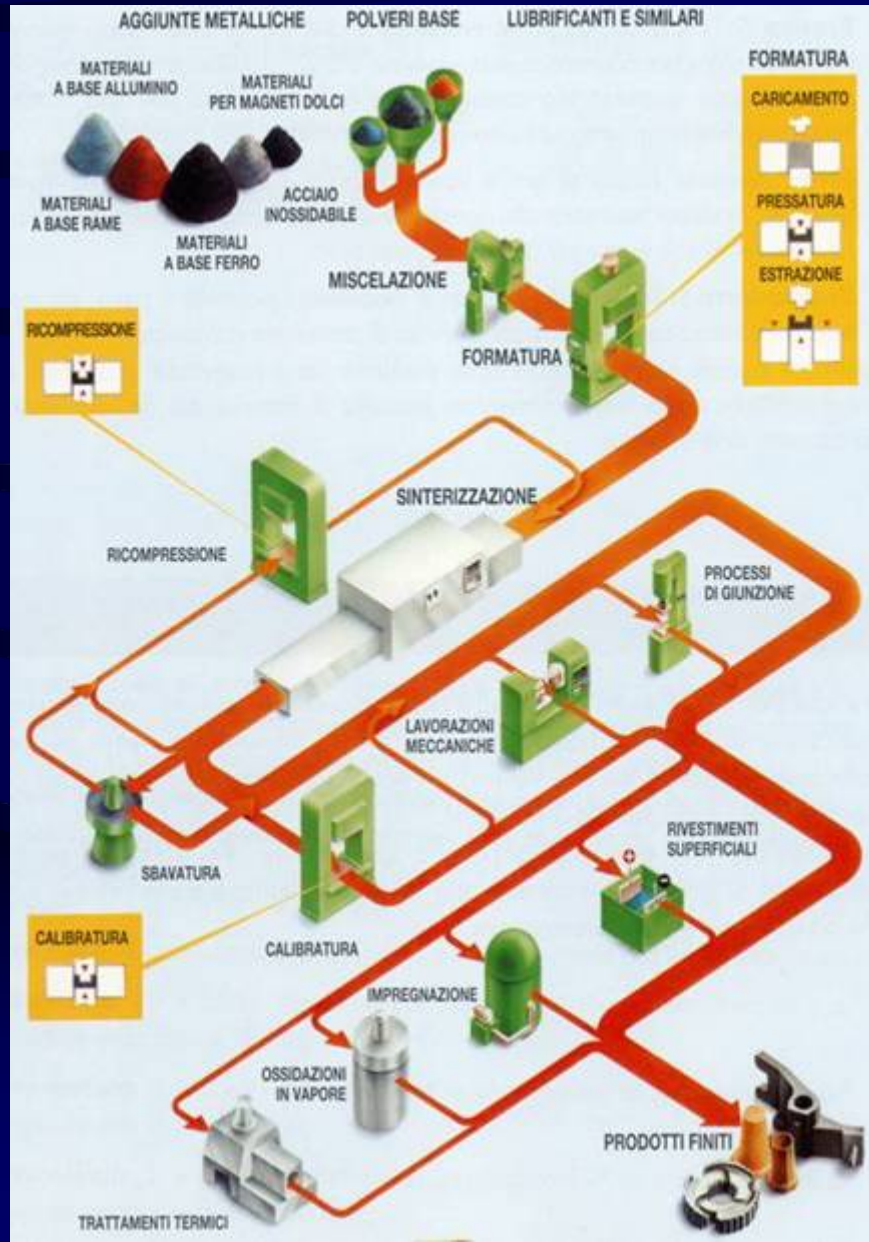
- %



## Range Densità

All mixes could be provided for warm compaction processes → up to 7,3 g/cm<sup>3</sup>  
 6,5 - 6,8 g/cm<sup>3</sup>  
 6,9 - 7,3g/cm<sup>3</sup>

# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati



# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati

*Pressatura (semplice, multilivello, doppia matrice, a caldo)*

*Sinterizzazione (1000°C – 1120°C – 1250°C, con raffreddamento rapido)*

*Calibratura o  
ripressatura*

*Lavorazioni  
meccaniche*

*Tempra a  
induzione*

*Trattamento termico  
(cementazione,  
carbonitrurazione,  
bonifica)*

*Saldatura*

*Ossidazione*

*Tempra a  
induzione*

*Calibratura*

*Rivestimenti  
superficiali*

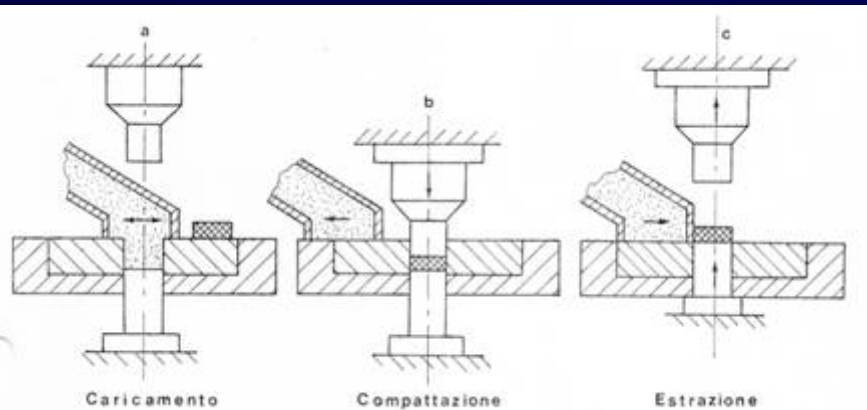
*Vibrofinitura*

*Oliatura, oliatura sottovuoto*

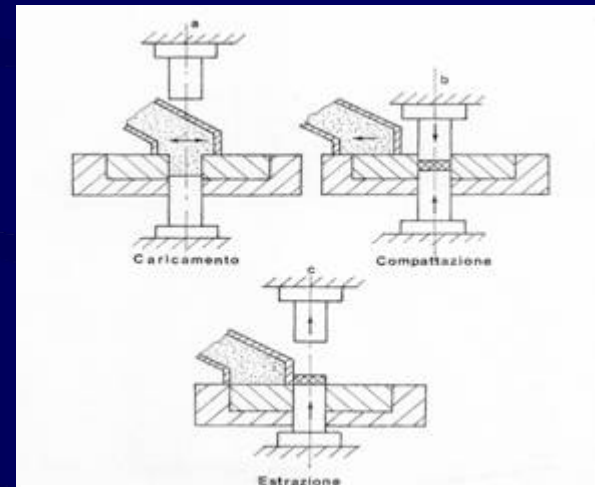
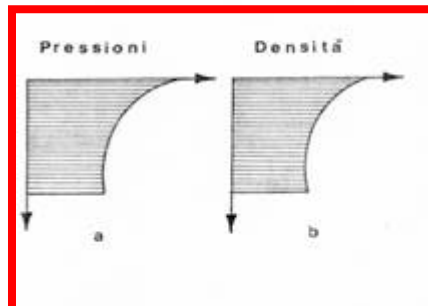
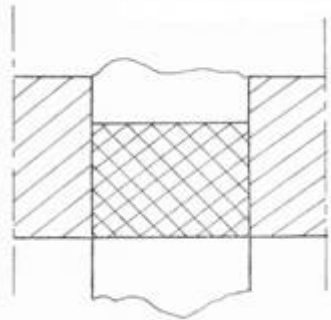
# Pressatura

I parametri principali di questo processo sono:

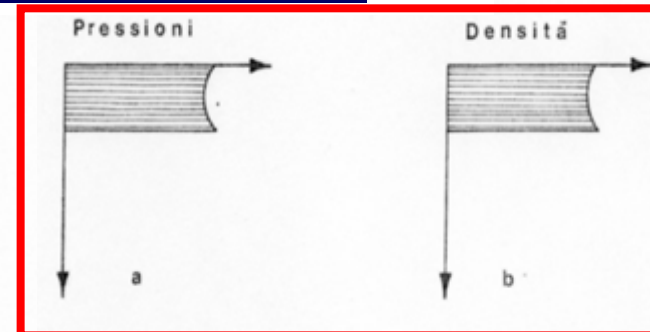
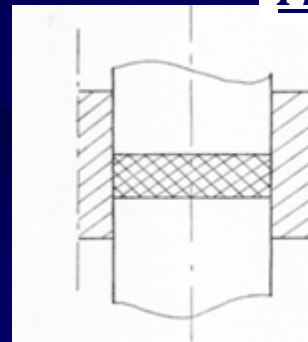
- la comprimibilità, la densità apparente e la scorrevolezza della polvere
- tonnellaggio di pressatura, cinematica dei movimenti e quote di spessore



*Pressatura unidirezionale*

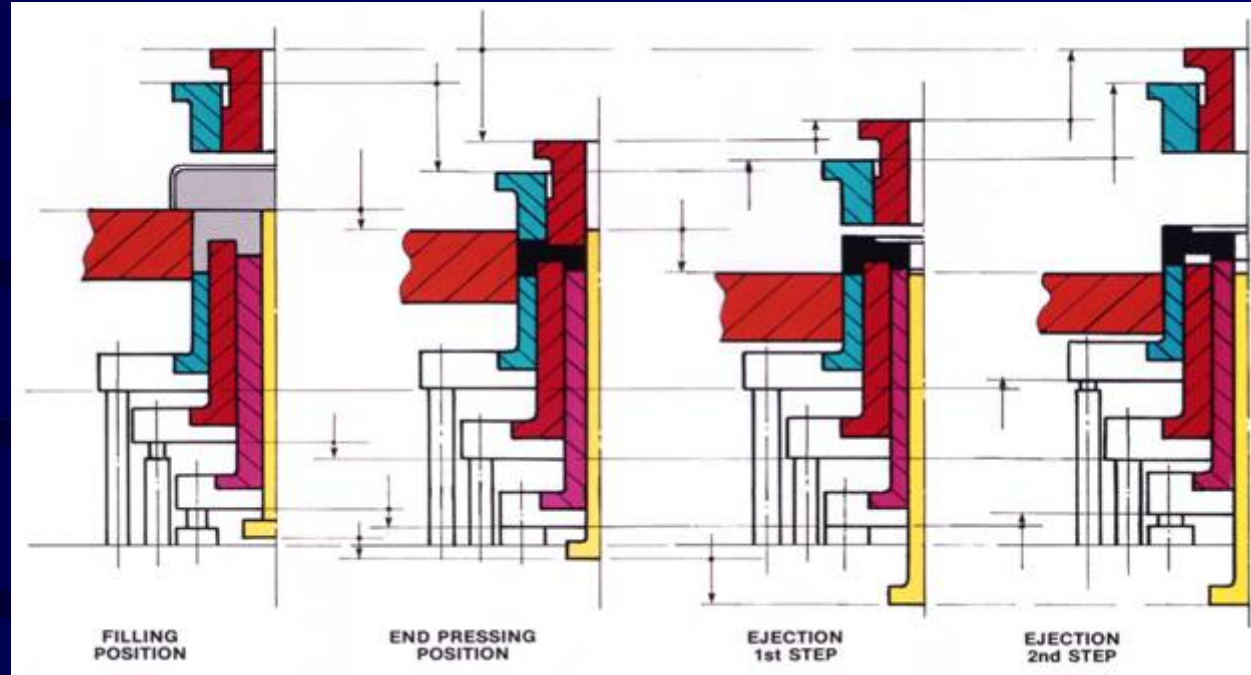


*Pressatura bidirezionale*

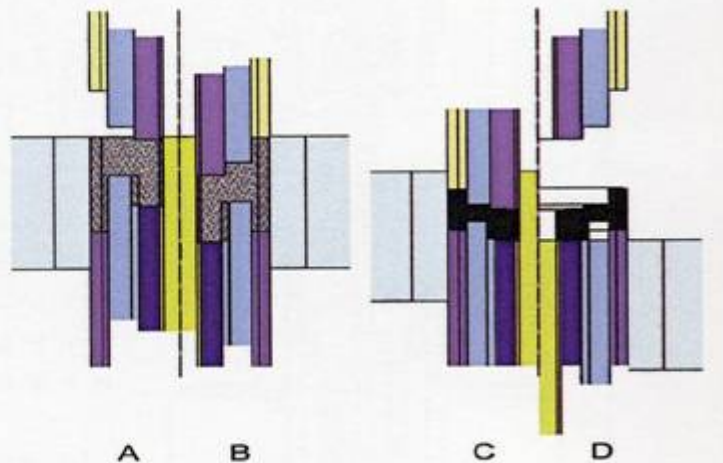


# Esempi di pressatura con adattatore multipiastra

La pressatura con adattatore multipiastra consente di ottenere delle forme complesse evitando le seconde lavorazioni



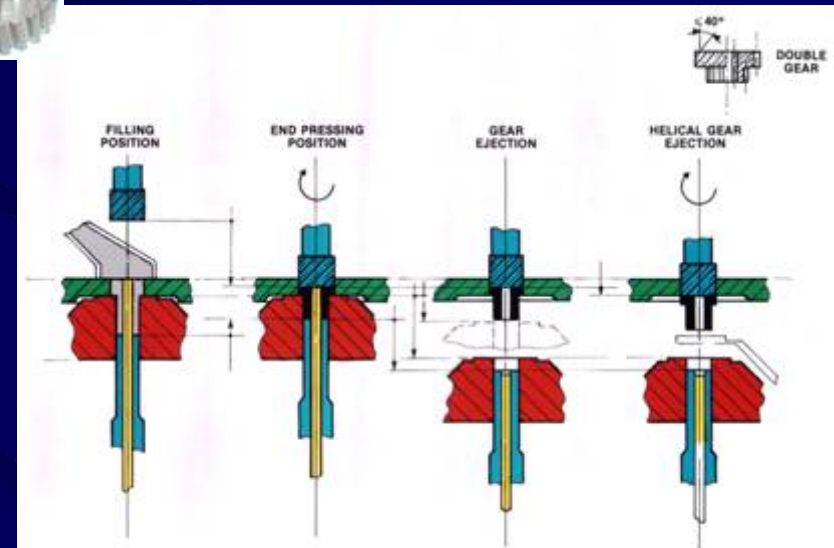
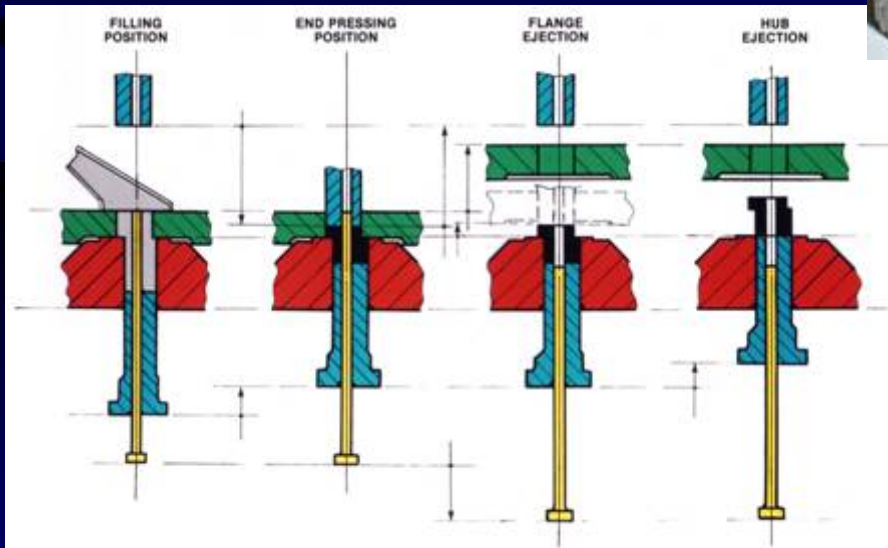
Peso del pezzo pressato 139 g



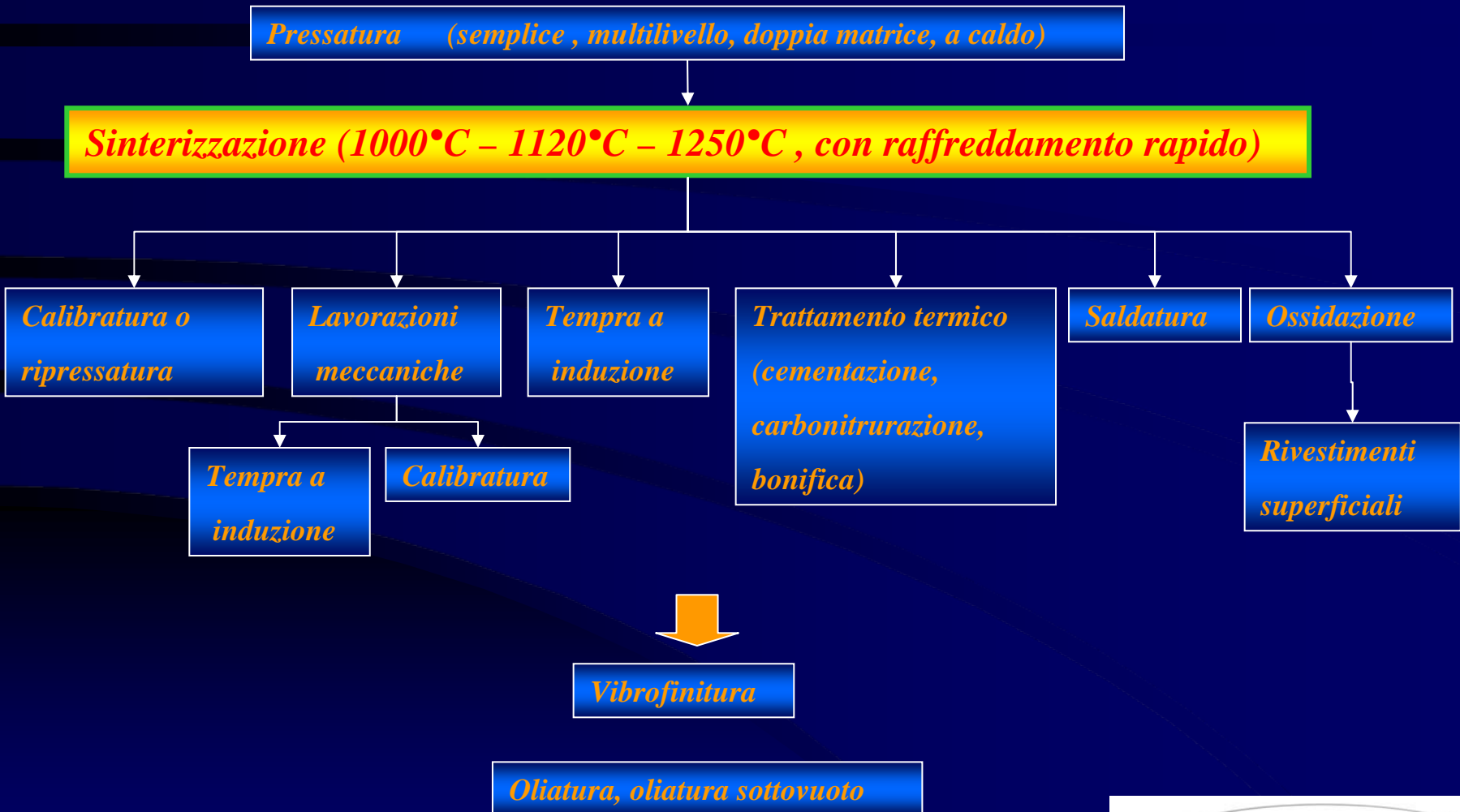
# Sistema di pressatura a doppia matrice

Il sistema a doppia matrice consente di :

- realizzare forme complesse con uno stampo più semplice
- stampare dei particolari con sottosquadro visto che l'estrazione può essere fatta in modo differente aprendo lo stampo
- stampare dentature elicoidali combinate



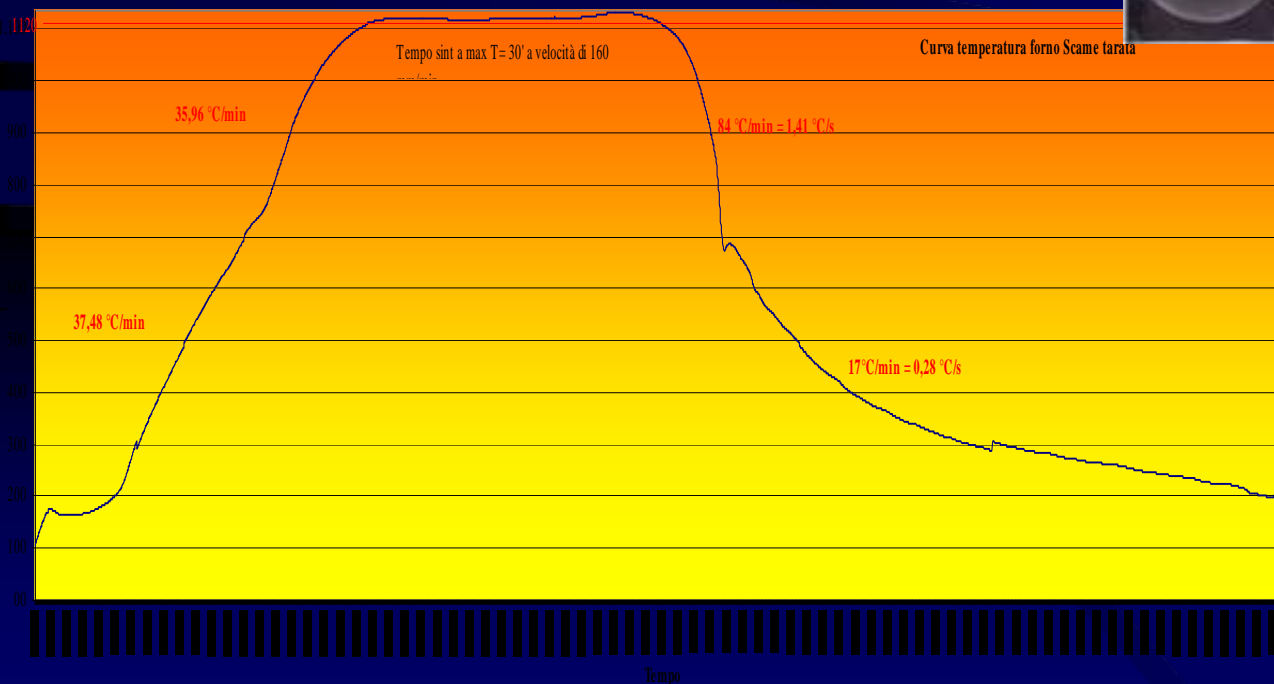
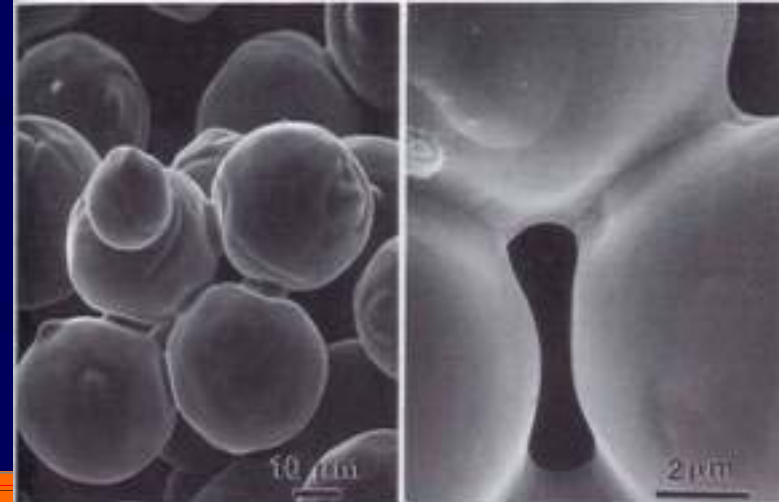
# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati



# Sinterizzazione

IL PROCESSO DI SINTERIZZAZIONE E' GOVERNATO DAI SEGUENTI PARAMETRI:

- TEMPERATURA E TEMPO
- STRUTTURA GEOMETRICA DELLE PARTICELLE
- COMPOSIZIONE DELLA MISCELA DI POLVERI
- DENSITA' DEL PEZZO PRESSATO
- COMPOSIZIONE DELL'ATMOSFERA ( inerte o leggermente carburante)



# Sinterizzazione

## MECCANISMI DI BASE DELLA SINTERIZZAZIONE

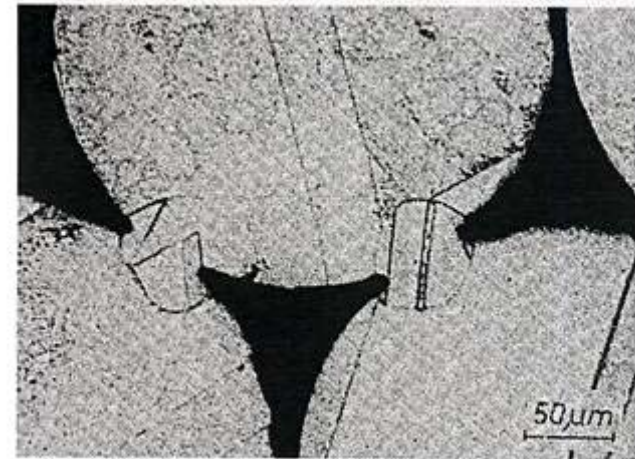
- Diffusione superficiale
- Evaporazione – Condensazione
- Diffusione di volume
- Diffusione a bordo di grano
- Flusso plastico
- Flusso viscoso



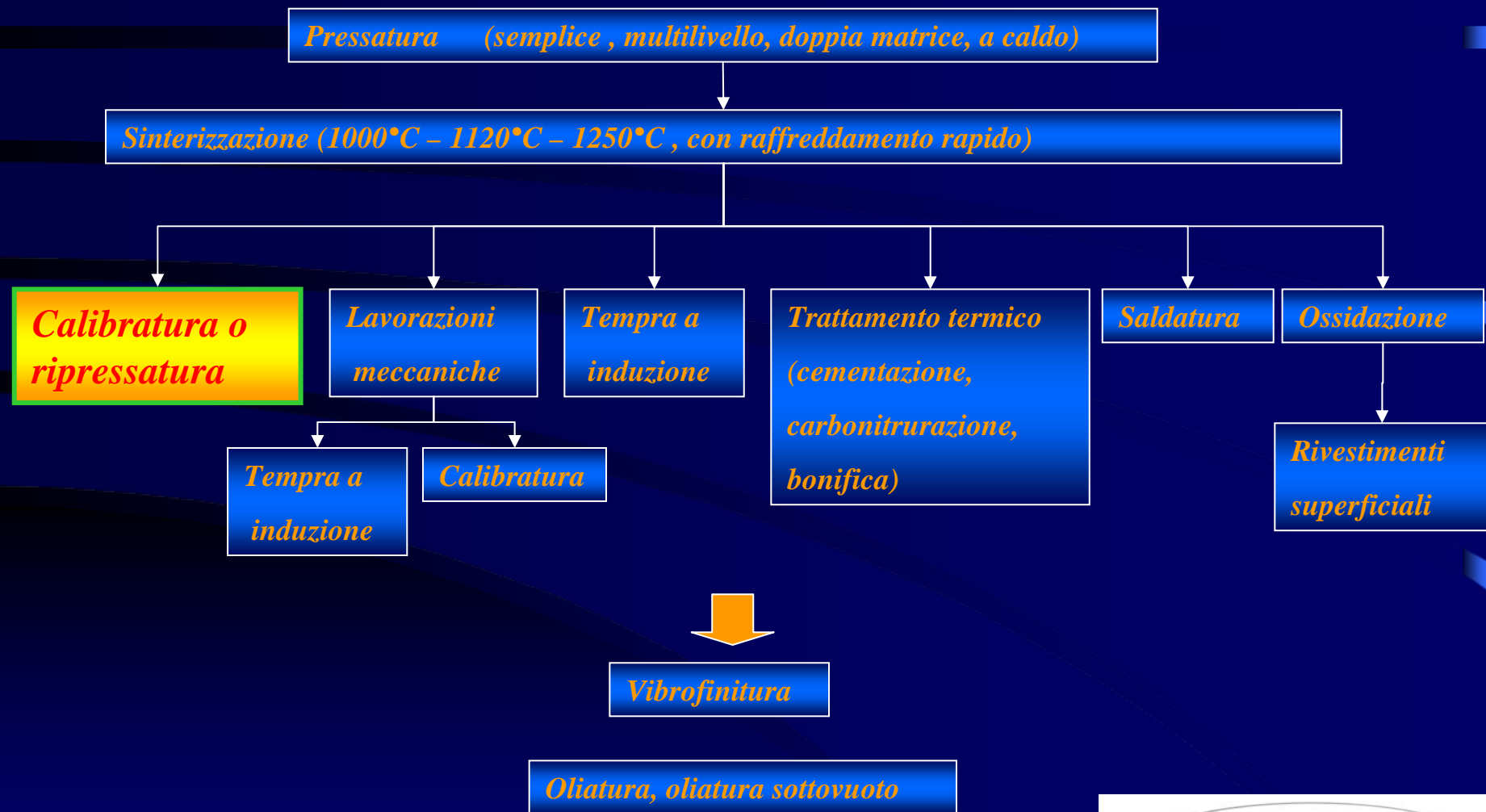
a)



b)



# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati



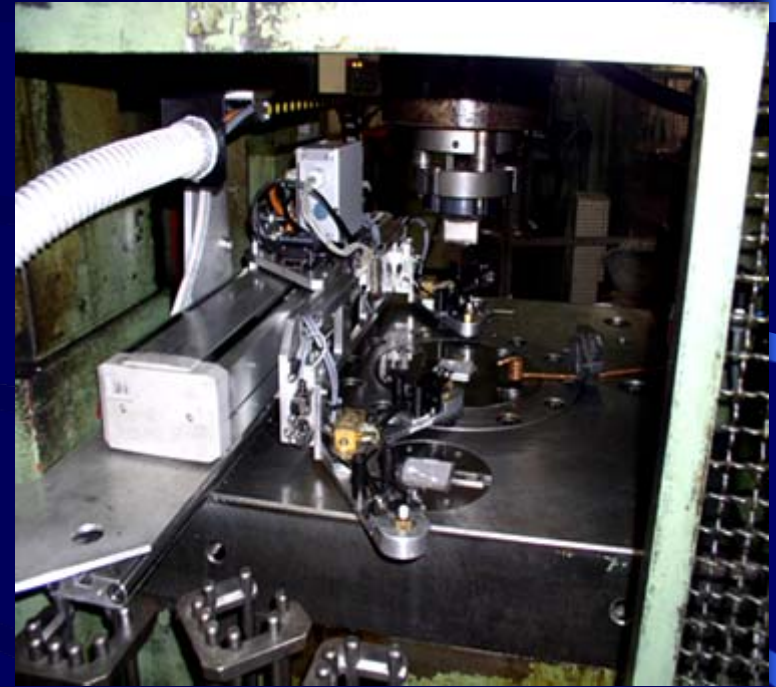
# Calibratura

La **calibratura** è un processo con cui si vogliono ottenere delle maggiori precisioni dimensionali: viene utilizzata in genere per ingranaggi, pulegge, piastre valvole, etc.

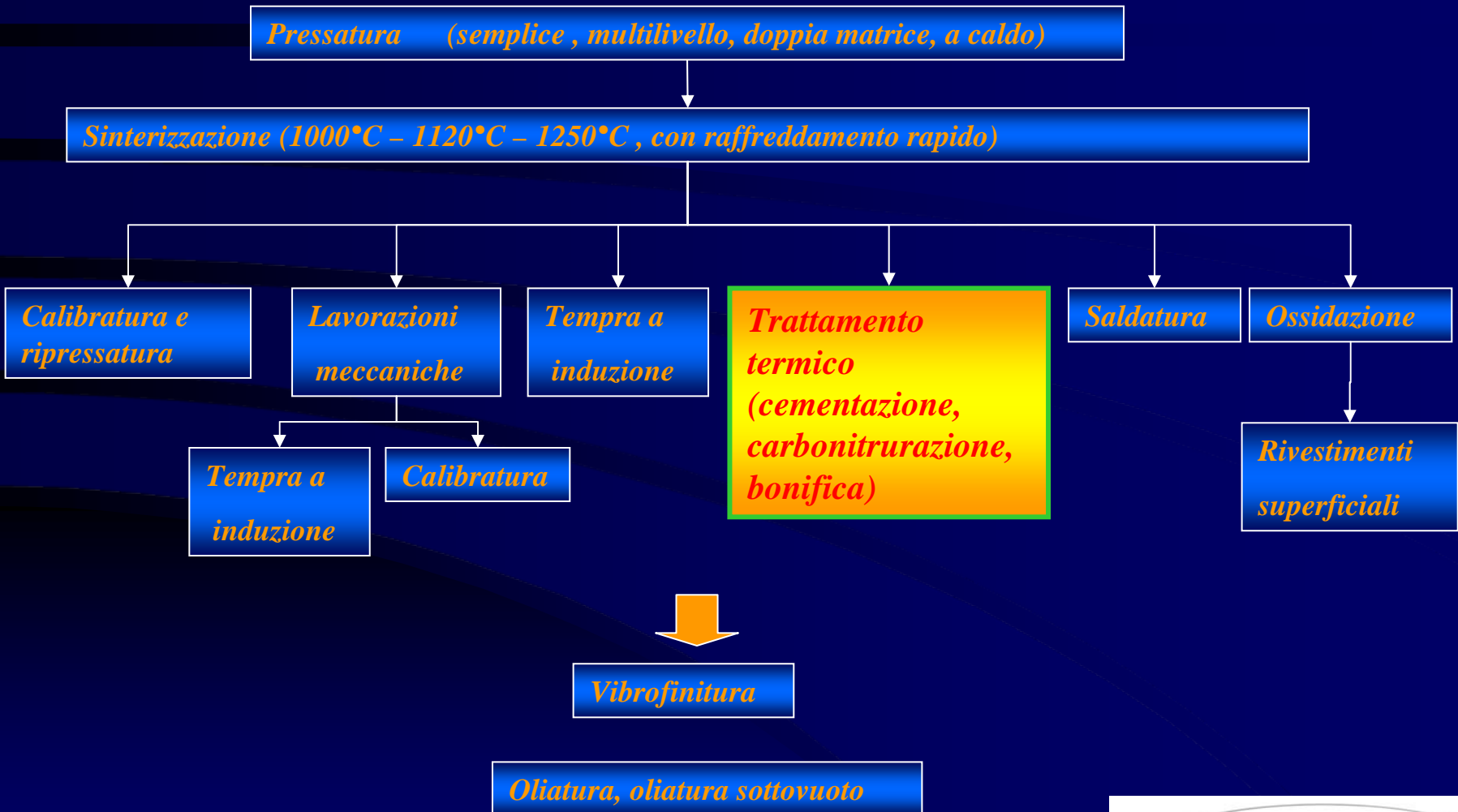
Il processo consiste in una ricompressione del materiale all'interno di uno stampo preciso: il materiale è sinterizzato quindi ancora plastico

In generale quando la precisione ottenuta per pressatura (IT9-10) non è sufficiente si questo processo che consente di raggiungere precisioni di grado IT 7 – 8

Nel caso del processo di **ripressatura** raramente utilizzato il particolare sinterizzato a temperatura bassa viene ricompresso per aumentare ulteriormente la densità e per aumentare anche il grado di precisione e viene sinterizzato nuovamente.



# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati



# Trattamenti termici

I materiali sinterizzati sono particolarmente sensibili ai trattamenti superficiali a causa della loro porosità interconnessa che consente facilmente di raggiungere elevate profondità di trattamento termico

I trattamenti normalmente disponibili sono:

- **carbocementazione,**
- **carbonitrurazione,**
- **bonifica**
- **nitrurazione morbida**

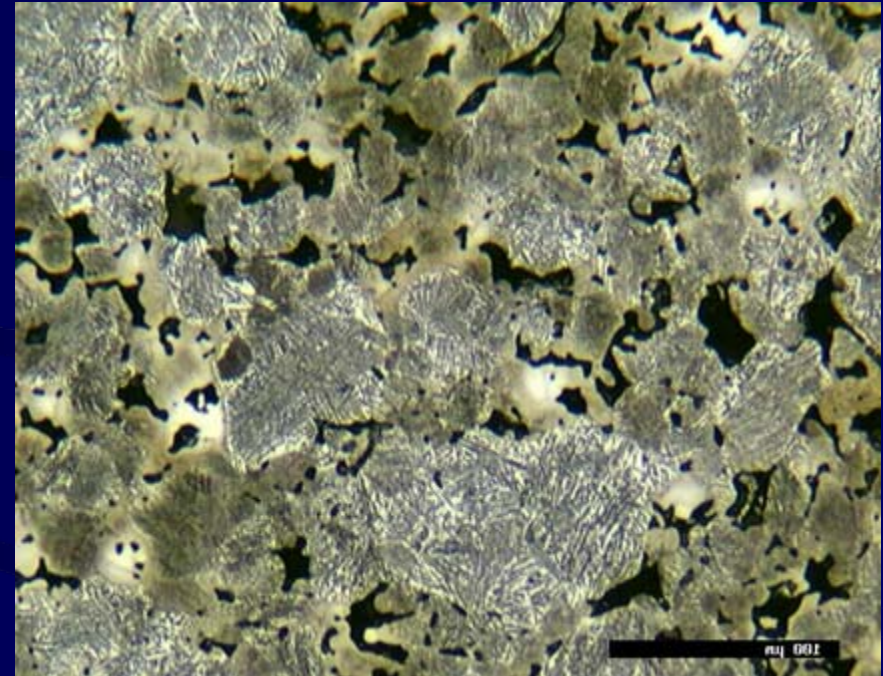
La **tempra a induzione** può essere anche una soluzione per indurimenti localizzati

Le durezze ottenibili a seconda del materiale raggiungono:

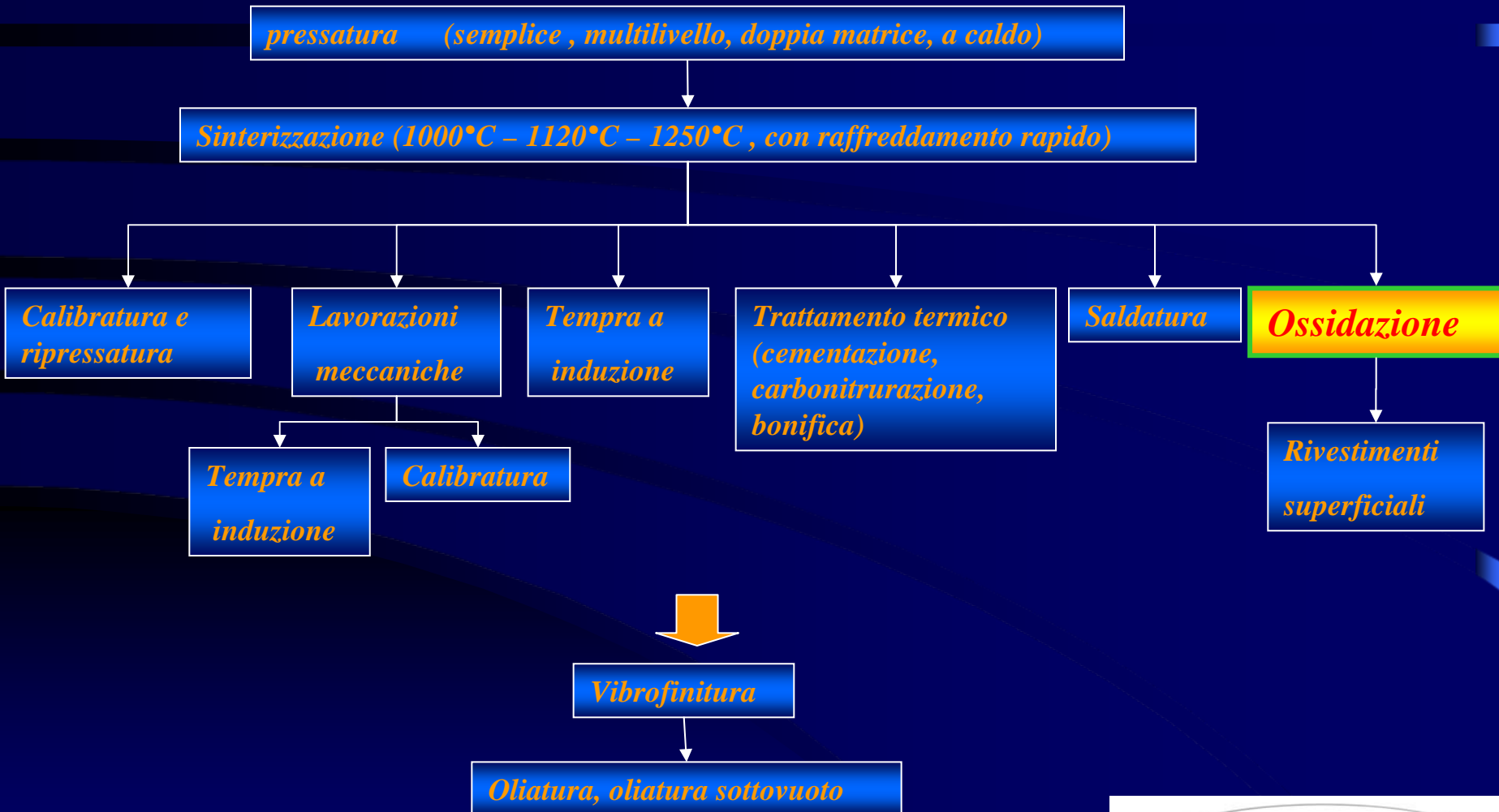
700 - 800 HV0,1

70 – 80 HRA

42 – 50 HRC



# Ciclo produttivo per materiali sinterizzati

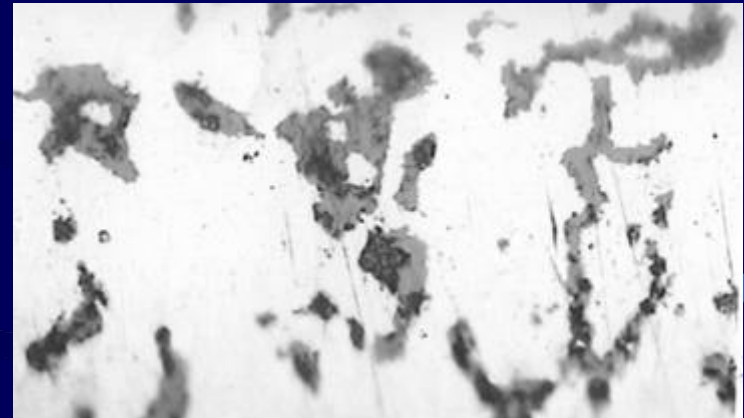


# Ossidazione a vapore

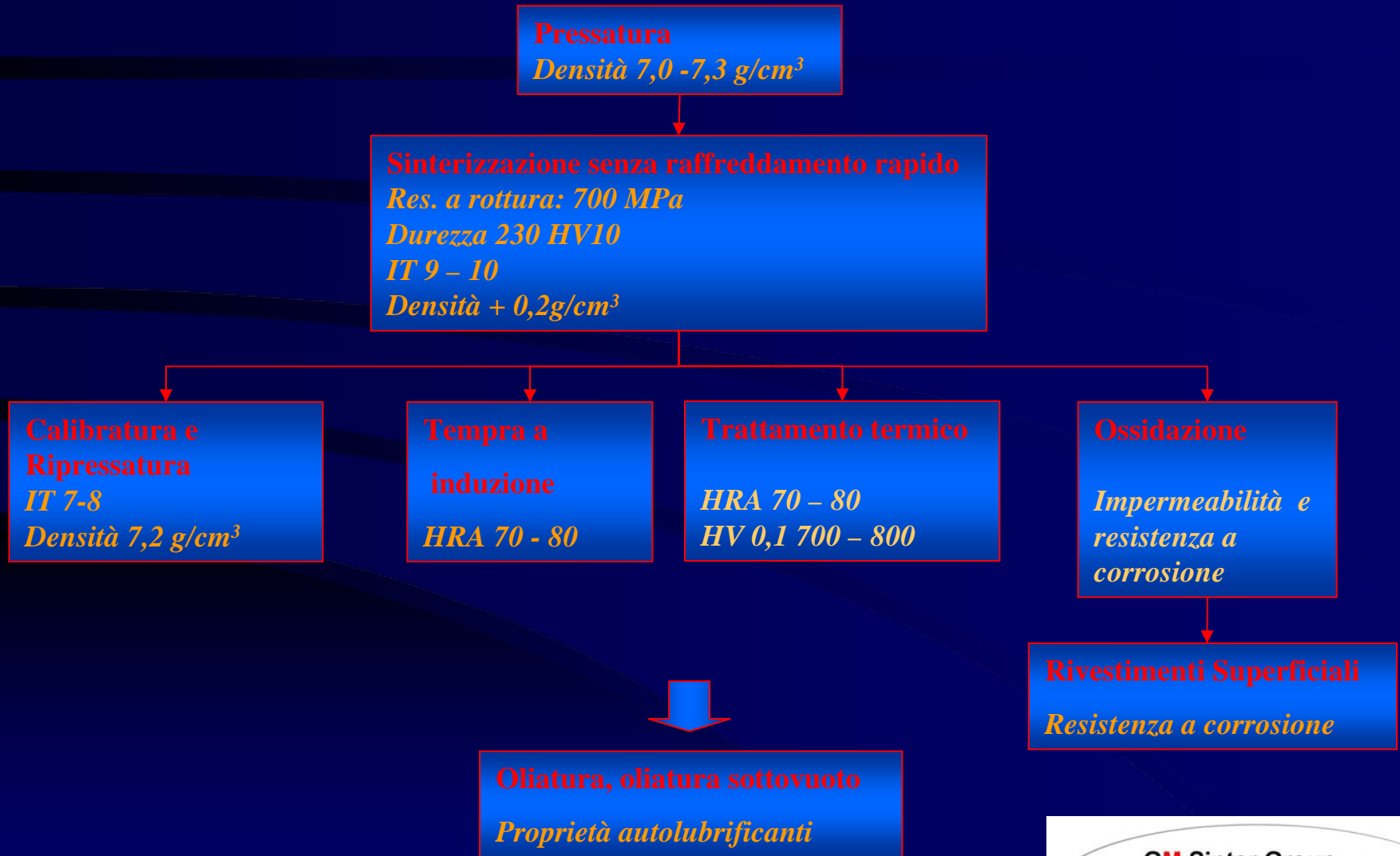
Il processo di ossidazione consente di creare un **rivestimento di  $\text{Fe}_3\text{O}_4$**  sul particolare sinterizzato. In condizioni particolari tale trattamento è in grado di occludere completamente la porosità interna del sinterizzato rendendolo impermeabile alla penetrazione di gas o liquidi.

Oltre alla funzione di **impermeabilità** l'ossidazione conferisce una **discreta resistenza alla corrosione** (atmosfera o ambienti corrosivi) eliminando ogni residuo organico dall'interno del pezzo.

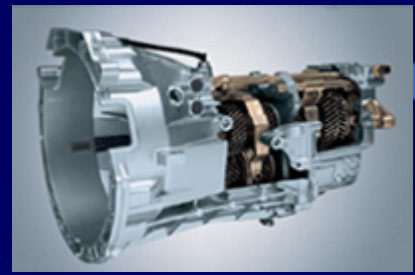
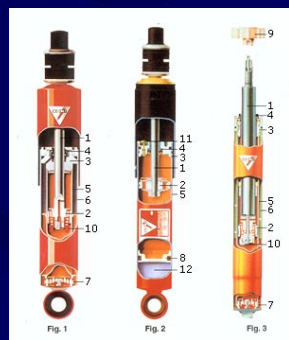
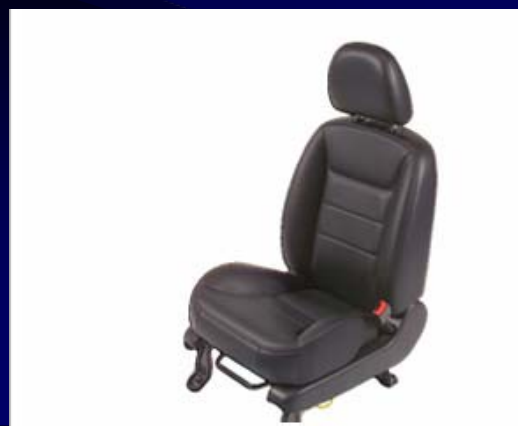
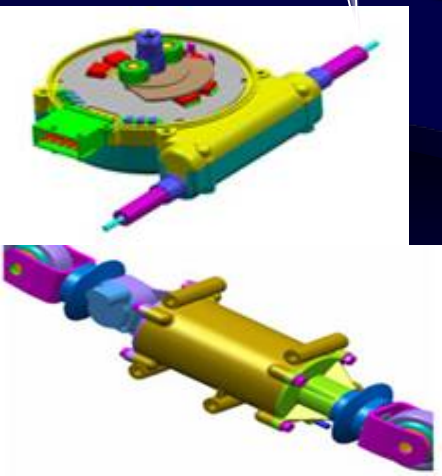
Tale trattamento è infatti consigliato per particolari che devono essere successivamente rivestiti (nichelatura, zincatura, etc.) o per particolari che devono essere incollati



# Valori aggiunti di ogni processo del ciclo produttivo per materiali sinterizzati



# Automotive main applications



# Motore

**Distribuzione :** servizi (pompa acqua, pompa olio)



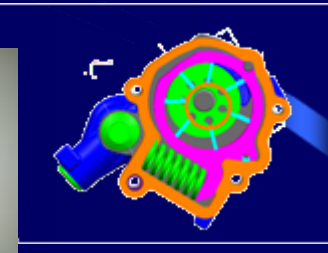
**Distribuzione:** pretensionatori



**Regolazione** combustione e timing: fasatura valvole e sensori



**Servizi:** pompa olio, pompa olio variabile



**Sprocket**



**Servizi:** depressori



# Motore: distribuzione



Distribuzione : servizi  
(pompa acqua, pompa olio)



Distribuzione: pretensionatori



*Materiale Fe Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,5-6,8*
- *Sinterizzazione*
- *Lavorazione meccanica*
- *Calibratura o ossidazione*

*Precisione IT7 -8*

# Motore: servizi



Pompa olio gerotor



Pompa olio variabile

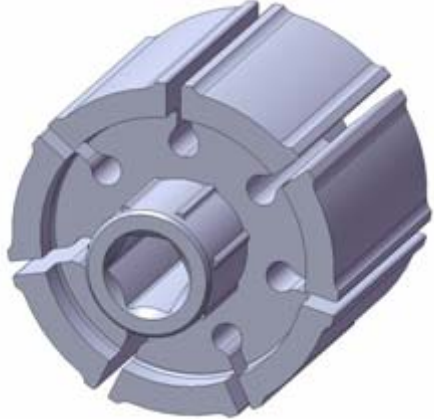


*POV Volvo, Ferrari*

Pompa a ingranaggi



# Motore: servizi



*Materiali prelegati Fe Ni Mo Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*
- *Calibratura*
- *Sinterotempra*

*Precisione IT 7 -8*



# Motore: depressore freni



## Corpo depressore

*Materiali Fe Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,6 – 6,9*

- *Sinterizzazione*

- *Lavorazione meccanica*

*Precisione IT 9*

## Giunto

*Materiali Fe Ni Mo Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*

- *Sinterizzazione*

- *Cementazione*

*Precisione IT 8*





# Motore: regolazione combustione, fasatura valvole e sensori



*Materiali per applicazioni magnetiche Fe, Fe P, Fe Ni*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*



*Precisione IT 8 - 9*



e

# Motore: sprocket



*Materiale Fe Ni Mo Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,5-6,8*
- *Sinterizzazione*
- *Lavorazione meccanica*
- *Tempra a induzione*
- *Calibratura o ossidazione*

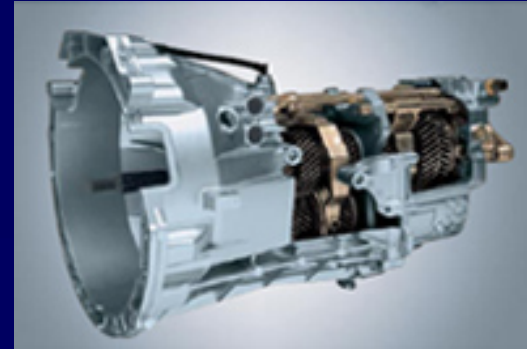
*Precisione IT7 -8*

# Cambio

Trasmissione automatica



Trasmissione manuale



Syncro



Leverismi innesto



GM  
Sta

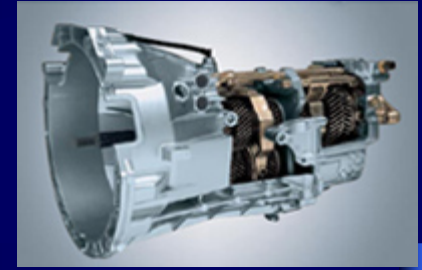
Sensori per cambi  
elettroattuatori



Mozzi frizione



# Cambio: sincronizzatori mozzi e tasselli



*Materiali prelegati Fe Ni Mo Cu C,  
Bronzo*

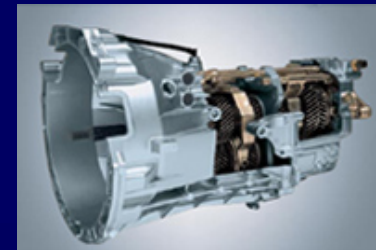
*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*
- *Lavorazione meccanica*
- *Calibratura*
- *Sinterotempra*

*Precisione IT 7 -8*

# Cambio : leverismi

Trasmissione manuale



*Materiali Fe Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,6 – 6,9*
- *Sinterizzazione*
- *Lavorazione meccanica*
- *Controlli NDT*

*Precisione IT 9*

# Cambio elettroattuato: sensori elettromagnetici

Trasmissione automatica



*Materiali per applicazioni  
magnetiche Fe , Fe P , Fe Ni*

*Ciclo produttivo:*

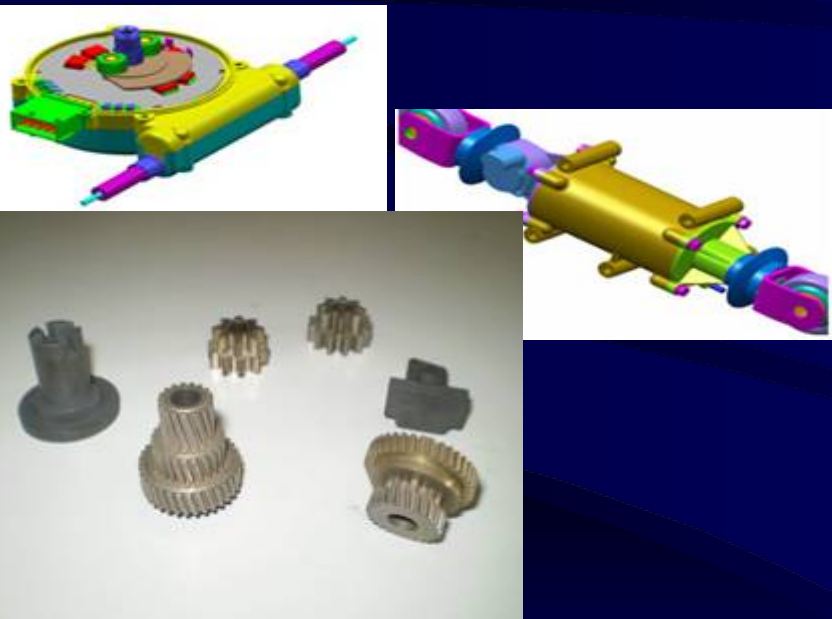
- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*

*Precisione IT 8 - 9*



# Attuatori

Finestrini, bagagliaio, tendine,  
tergicristalli



Sedili: Regolazione lombare, altezza ,  
inclinazione



# Attuatori : regolazione sedili



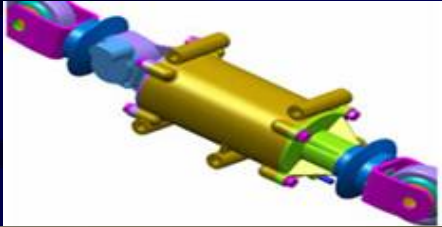
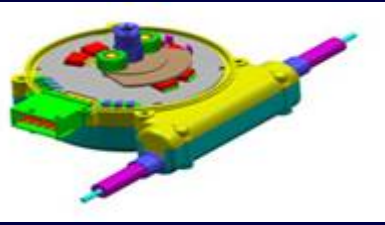
*Materiali prelegati Fe Ni Mo Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*
- *Lavorazione meccanica*
- *Cementazione o Sinterotempra o Ossidazione*

*Precisione IT 7 -8*

# Attuatori vari: finestrini , tetto, bagagliaio, tergicristalli



*Materiali prelegati Fe Ni Mo Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,9 – 7,3*
- *Sinterizzazione*
- *Cementazione o Sinterotempra o Ossidazione*

*Precisione IT 7 -8*



# Ammortizzatori



*Materiali Fe Cu C*

*Ciclo produttivo:*

- *Pressatura dens 6,5 – 6,9*
- *Sinterizzazione*
- *Calibratura*
- *Lavorazione meccanica*
- *Ossidazione*

*Precisione IT 7 -8*

# Prodotti con proprietà autolubrificanti

FILTRI



BOCCOLE AUTOLUBRIFICANTI





## Componenti sinterizzati nei gruppi assemblati per automotive: nuove applicazioni?

