

TECNOPOLO

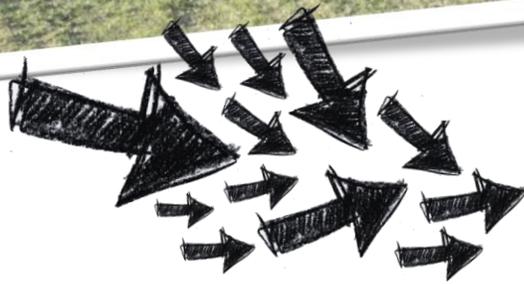
# Applicazioni in ambito motorsport

Workshop «Stronger Than Ever»

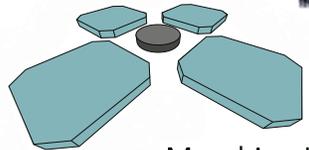
## Agenda

- Introduzione: chi è MUSP?
- Il circuito dell'innovazione
- Primo caso studio
  - Modellazione FEM e progettazione
  - Schiume metalliche
- Secondo caso studio
  - Vibrazione auto-eccitate
  - Ottimizzazione di processo
- Terzo caso studio
  - Vibrazioni forzate
  - Ottimizzazione di processo

# Chi è MUSP?



re-search



**MUSP**

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

➔ **Progetti di ricerca**

➔ **Servizi a pacchetto**

➔ **Incontri e seminari tecnici**

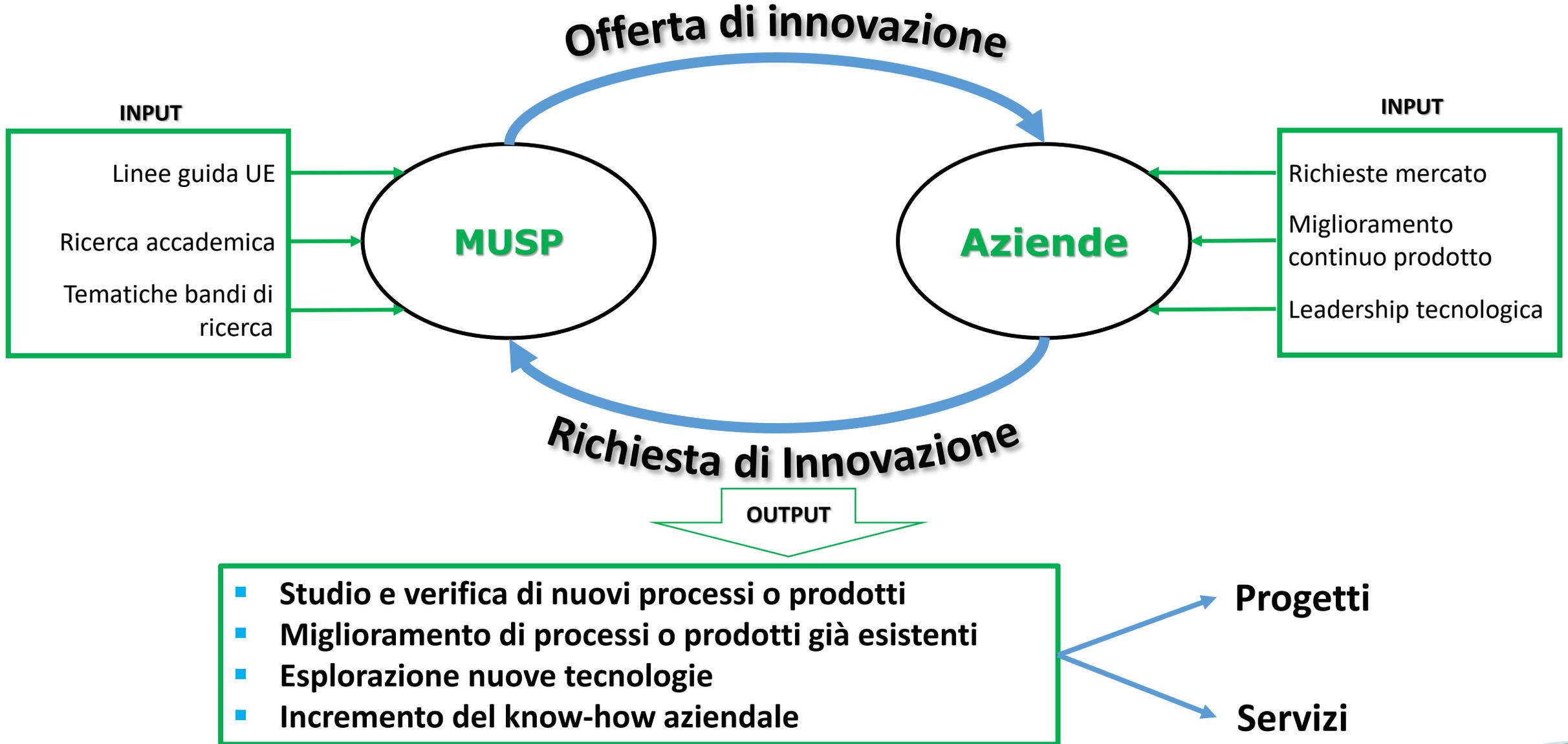


## MUSP: Competenze

1. Progettazione e analisi strutturale
2. Modellazione fluidodinamica
3. Modellazione multibody
4. Sensorizzazione di macchine e processi
5. Misura delle performance di strutture e processi
6. Progettazione di piani sperimentali
7. Monitoraggio di processi e strutture
8. Sviluppo di software
9. Realizzazione di prototipi
10. Modellazione e ottimizzazione dei processi di asportazione di truciolo
11. Materiali avanzati e smorzanti
12. Ottimizzazione dei sistemi di produzione
13. Studio energetico dei sistemi di produzione
14. Processi di deformazione plastica
15. Programmazione e controllo della produzione
16. Supporto amministrativo di progetti finanziati
17. Organizzazione eventi tecnico-scientifici



## Il circuito dell'innovazione



## Primo caso studio: assorbitore d'urto

### Introduzione

- Vettura di tipo «barchetta» (biposto a ruote coperte)
- Campionato Italiano Prototipi

### Obiettivo

- Ottimizzare le prestazioni dell'assorbitore d'urto frontale (Normativa FIA)

### Metodologia

- Caratterizzazione sperimentale delle prestazioni
- Modellazione FEM della soluzione attuale
- Proposta di una nuova soluzione

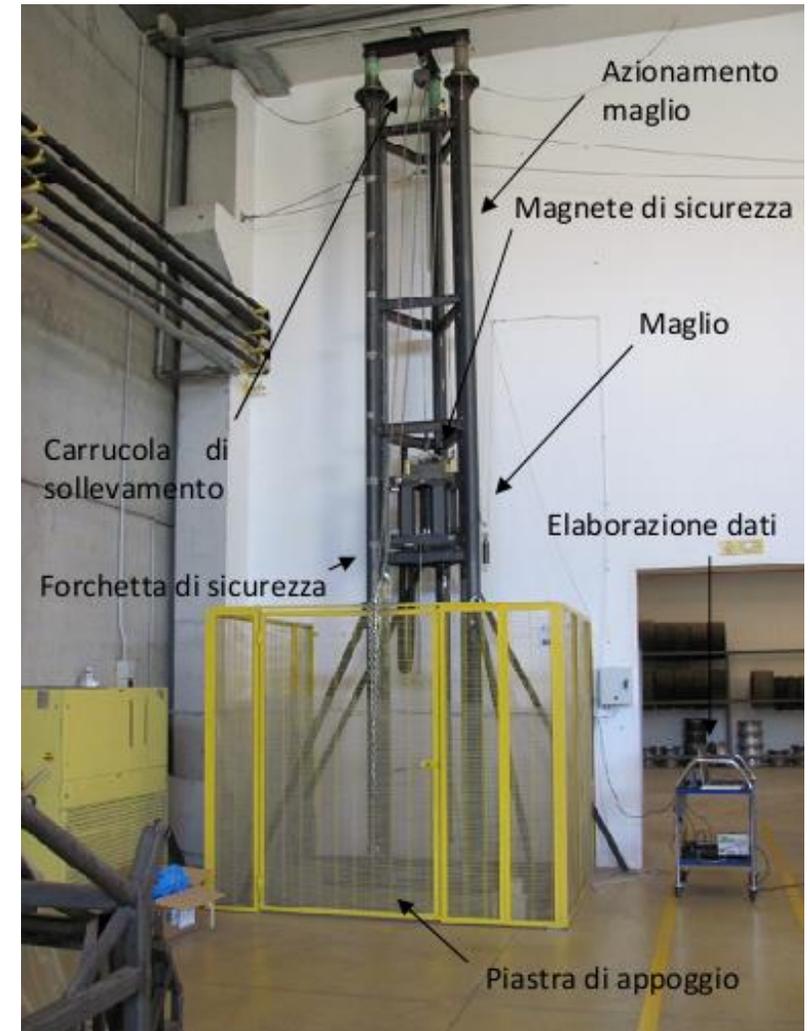
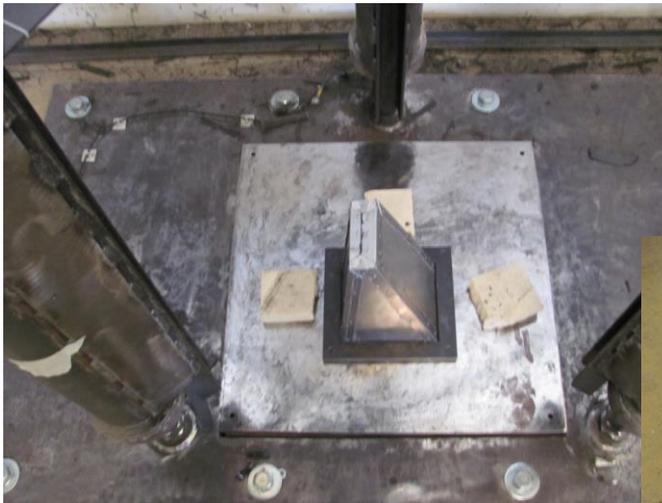


Cortesia Picchio S.p.A.

## Analisi della soluzione attuale

### Prova dinamica (normativa FIA art. 259)

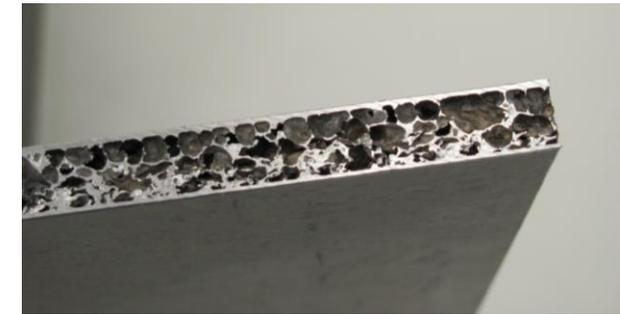
- Urto contro barriera fissa a 12 m/s (610 kg), decelerazione massima 25g
- Nel progetto è stata impiegata una torre di caduta (modello in scala 1:2)
- Provino attuale in Honeycomb



# Sviluppo di una nuova soluzione

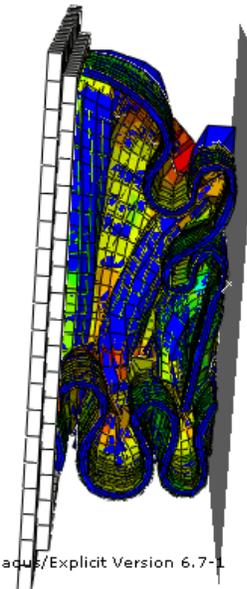
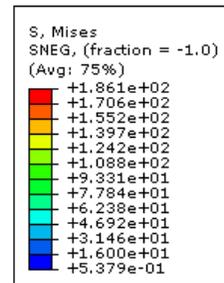
## Descrizione

- Impiego di pannelli sandwich in schiuma di alluminio
- Modellazione FEM per l'ottimizzazione della soluzione



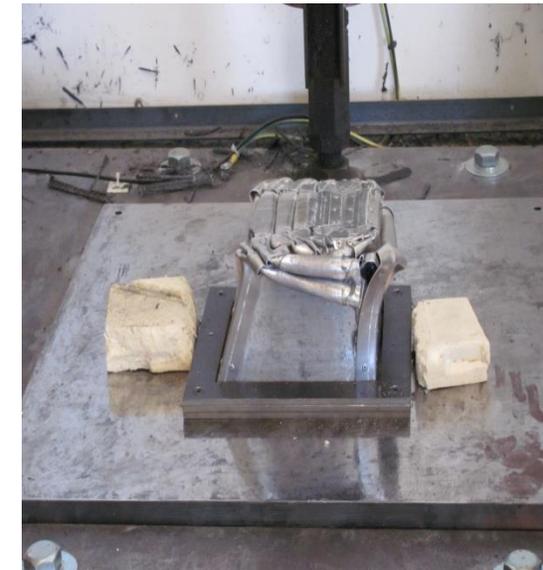
## Analisi e risultati

- Folding controllato
- Verifica delle caratteristiche geometriche dei componenti
- Rivetti con adesivo
- Schiuma a densità costante



ODB: adesivo\_esterno07.odb Abaqus/Explicit Version 6.7-1 Mon May

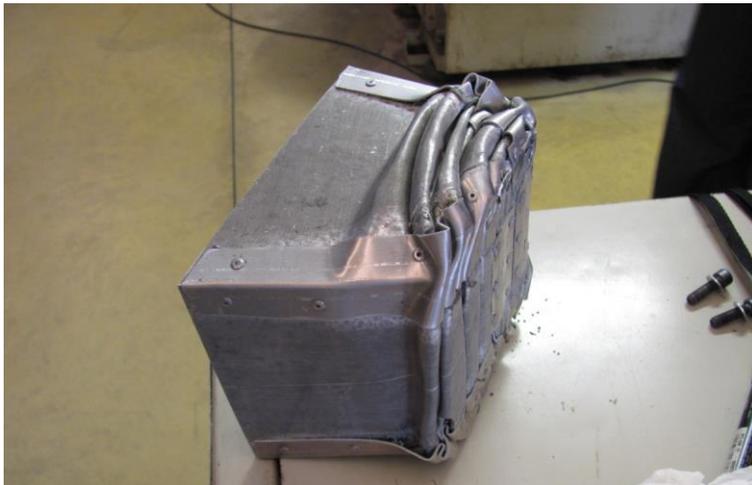
Step: Step-1  
Increment: 439996; Step Time = 4.4000E-02  
Primary Var: S, Mises  
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00



Forza media (kN)	110.04
Energia assorbita (kJ)	49.24
Massa (kg)	4.09
SEA (kJ/kg)	12.04

## Conclusione del progetto

- Cedimento graduale di tipo *concertina*, ovvero a fisarmonica (*folding* desiderato)
- Formazione di pieghe simmetriche
- Lunghezza finale pari a 112 mm (270,5 mm iniziali)
- Crush force efficiency 0,59
- Decelerazione media pari a 18,6g (honeycomb 22g)



## Secondo caso studio: vibrazioni auto-eccitate

### Descrizione

- Lavorazione di uno stampo
- La fase di sgrossatura evidenzia problematiche vibratorie importanti

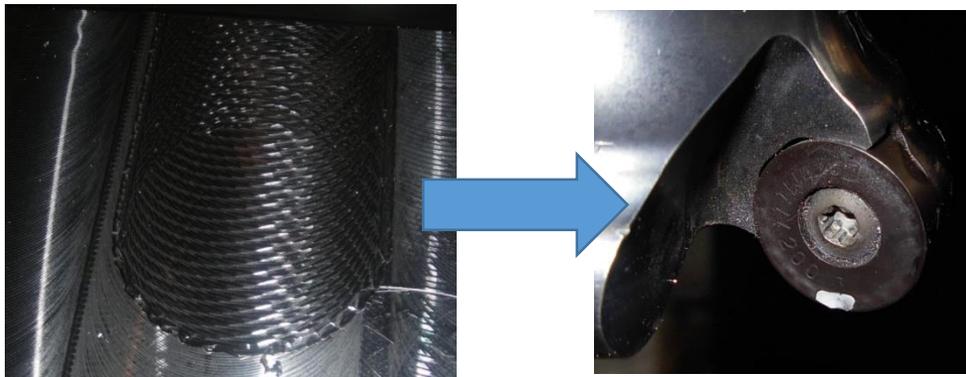
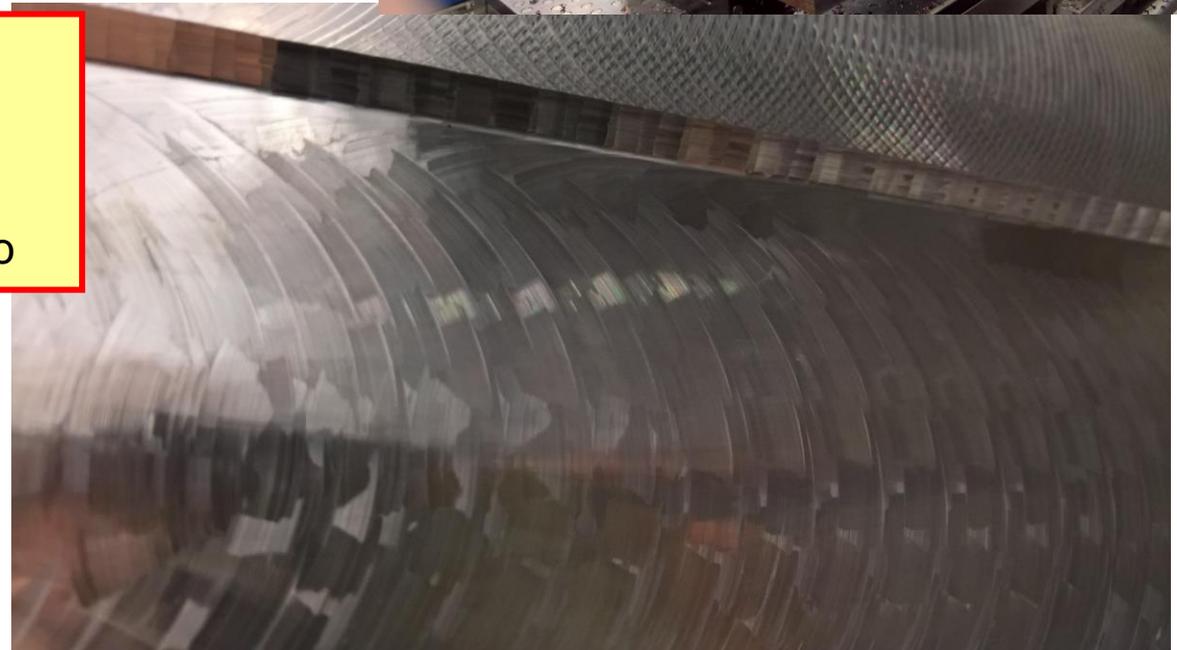
### Obiettivo

- Verificare ed ottimizzare il part program per evitare il chatter



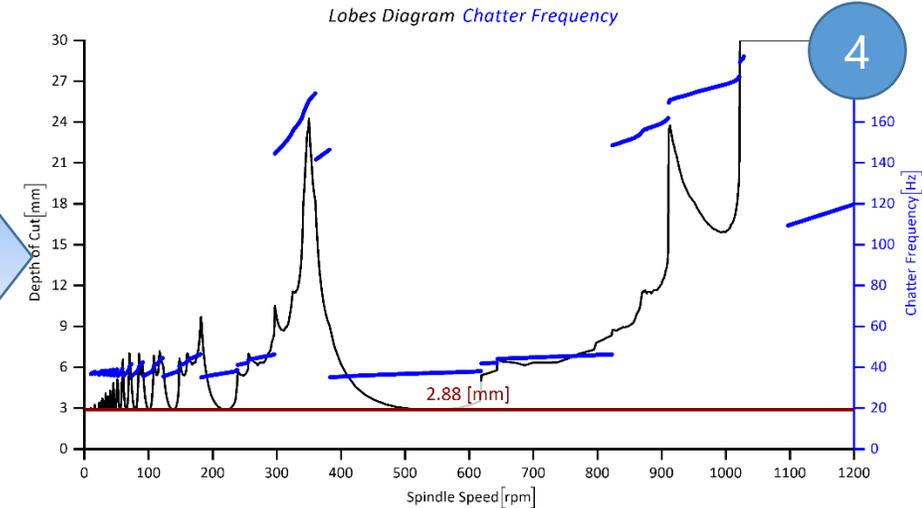
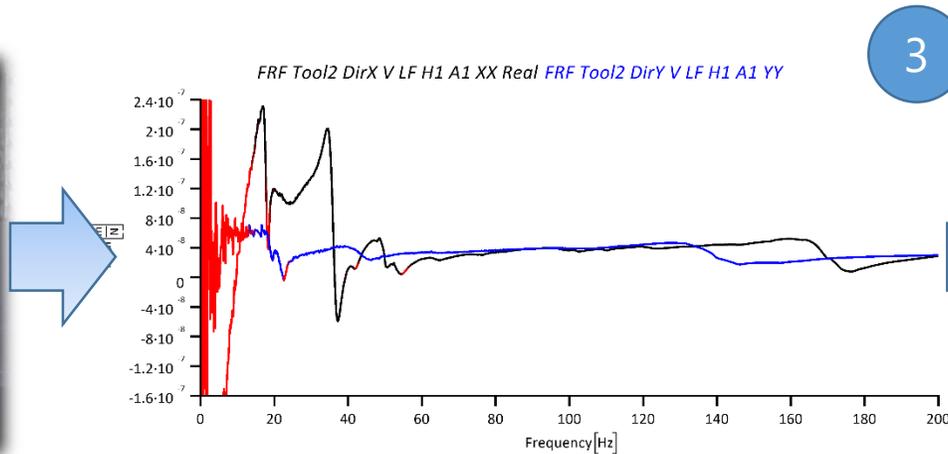
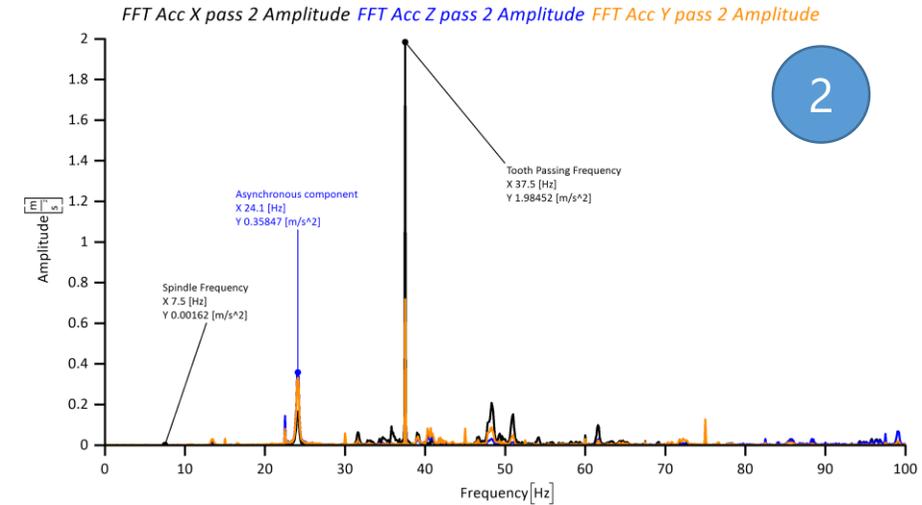
### ***Effetti indesiderati***

- Finitura superficiale scadente
- Incremento di usura e scheggiatura utensile
- Elevata sollecitazione dei cuscinetti del mandrino



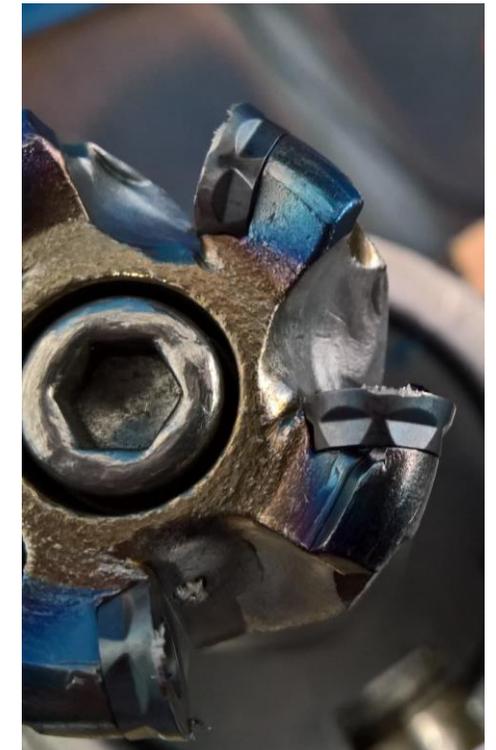
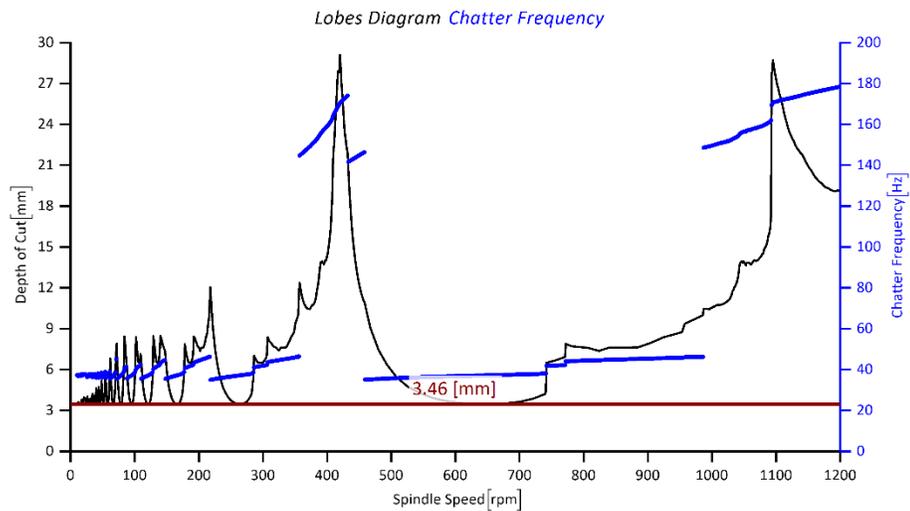
## Analisi della lavorazione

1. Studio del part program e identificazione delle operazioni critiche
2. Caratterizzazione sperimentale del problema (frequenza di vibrazione)
3. Misura del comportamento dinamico della macchina utensile (FRF)
4. Determinazione del diagramma a lobi



## Approccio e conclusione

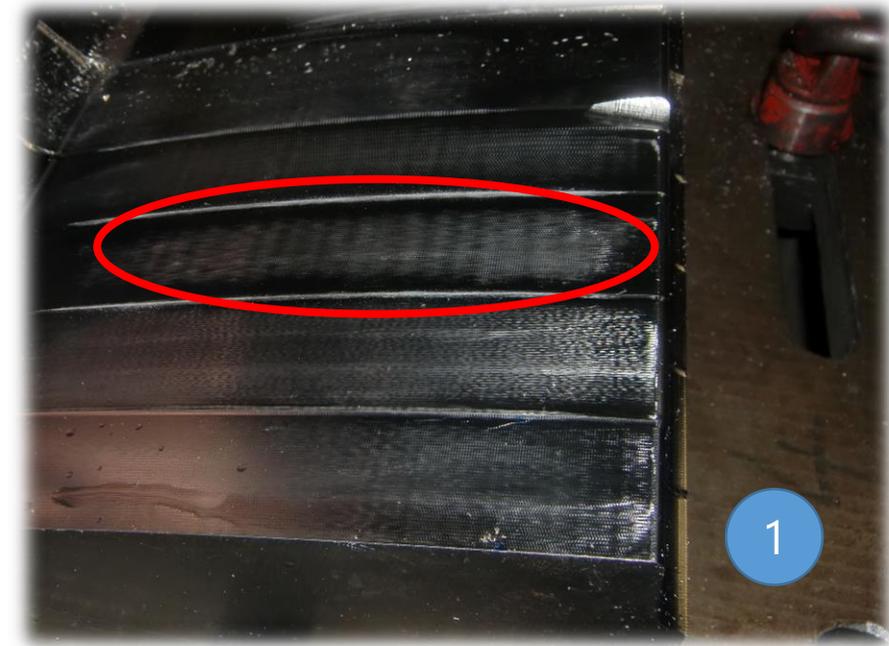
- Caratteristiche dell'utensile (velocità di taglio, numero di taglienti)
- Suggerito utensile alternativo che garantisca:
  - ❑ Stesso Material Removal Rate
  - ❑ Stessa durata delle placchette
  - ❑ Stabilità del processo



# Terzo caso studio: vibrazioni forzate

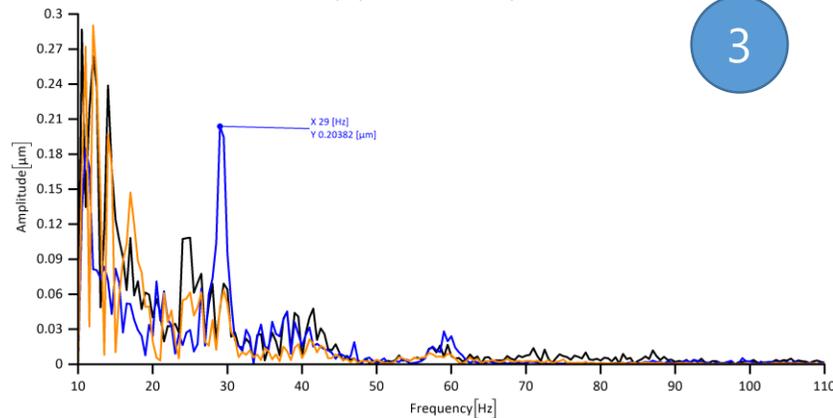
## Descrizione

1. Vibrazione osservata sullo stampo di alcuni micron (estetica)
2. Nota la velocità di avanzamento e misurato il periodo sul pezzo, si stima una frequenza di circa 29 Hz
3. Misura diretta della vibrazione conferma la frequenza: vibrazione asincrona ma no chatter (F = 4500 mm/min)
4. Al variare della velocità di avanzamento la frequenza cambia proporzionalmente (7000 mm/min -> 45 Hz; 9000 mm/min -> 58 Hz)

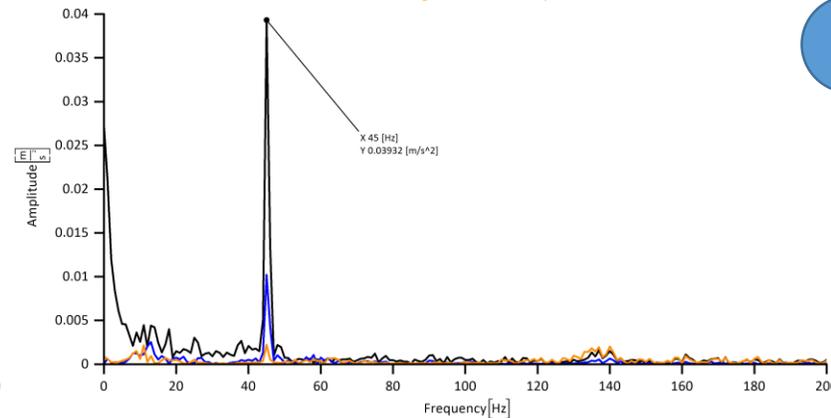


FFT Disp Spindle X Pass 1 Amplitude FFT Disp Spindle -Y Pass 1 Amplitude  
FFT Disp Spindle -Z Pass 1 Amplitude

3

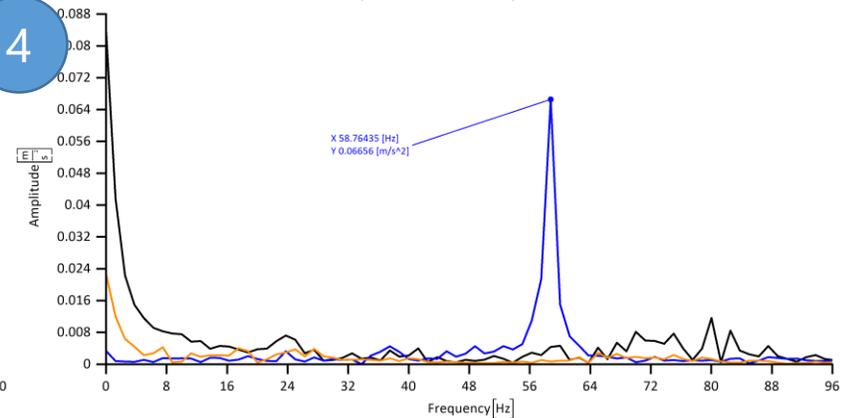


FFT Acc CrossBeam Right -X Pass 1 Amplitude FFT Acc CrossBeam Right Y Pass 1 Amplitude  
FFT Acc CrossBeam Right Z Pass 1 Amplitude



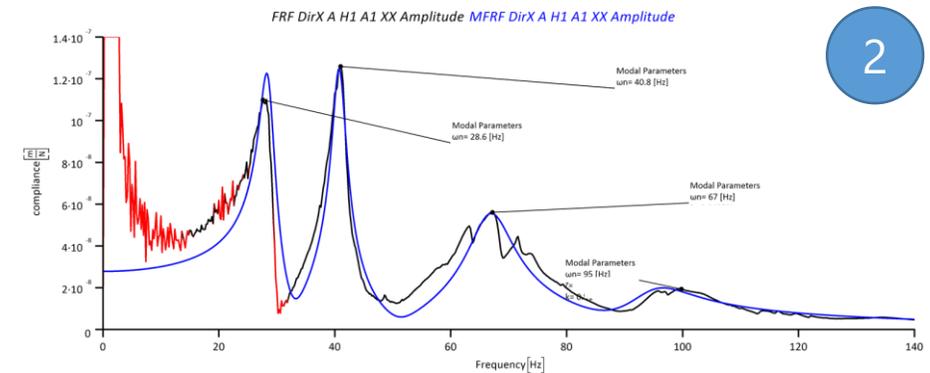
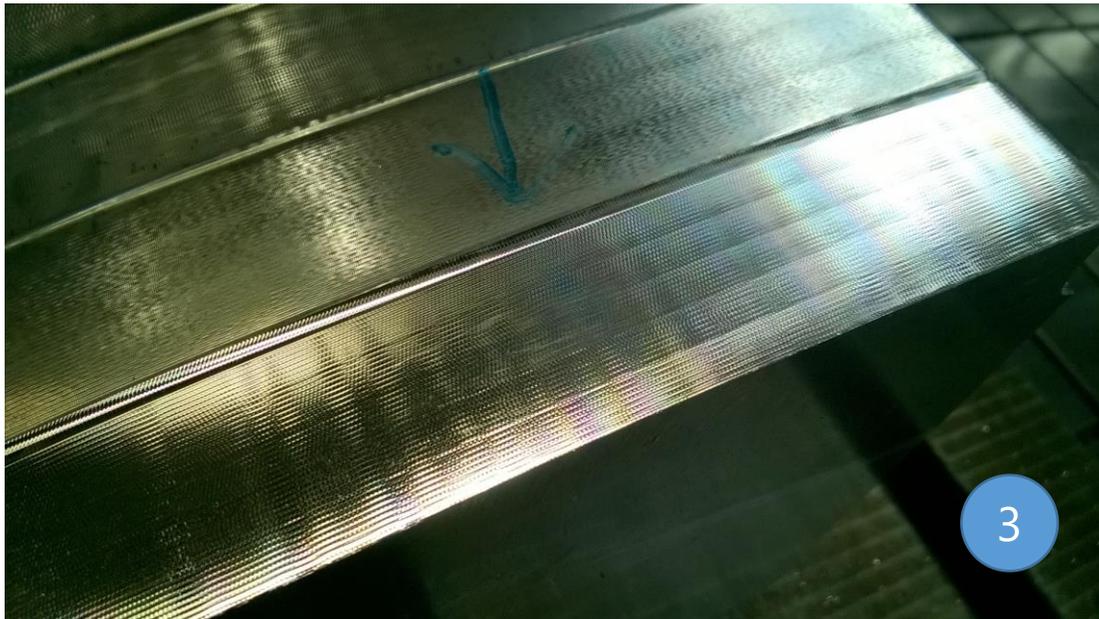
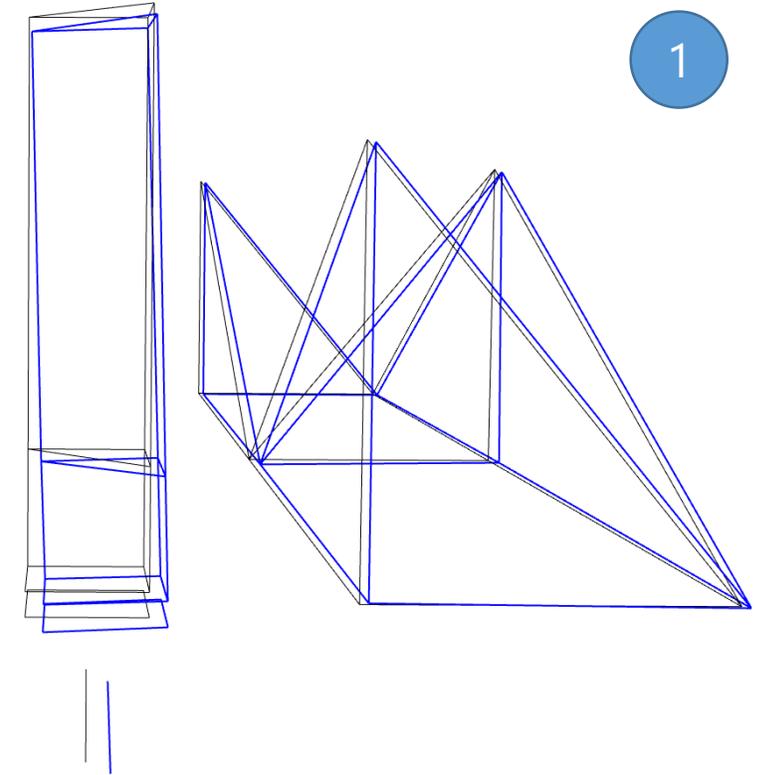
FFT Acc Spindle X Pass 1 Amplitude FFT Acc Spindle -Y Pass 1 Amplitude  
FFT Acc Spindle -Z Pass 1 Amplitude

4



# Analisi delle frequenze proprie e risposta del sistema

1. Analisi modale sperimentale
2. Analisi dell'FRF in punta utensile e scelta parametri di taglio ottimali
3. Verifica del risultato sul pezzo lavorato (riduzione difetti sulla superficie)





**Grazie per l'attenzione**



Massimo Goletti ([massimo.goletti@musp.net](mailto:massimo.goletti@musp.net))