

CONFRONTI CON LE ALTRE
TECNOLOGIE DI
FORMATURA:
**LA SINTERIZZAZIONE COME
ALTERNATIVA**

Dr Enrico MOSCA

ITER PROGETTUALE

- **DEFINIZIONE DI:**
 - **SECIFICHE FUNZIONALI**
 - **COSTI AD ESSE ASSOCIABILI**

- **CONCEZIONE PRELIMINARE DELLA FORMA DEL COMPONENTE**

- **DEFINIZIONE DELLE SOLLECITAZIONI IN OPERA**

- **DEFINIZIONE DI:**
 - **INTERAZIONI MECCANICHE CON ALTRI COMPONENTI**
 - **AMBIENTE DI LAVORO**

- **IDENTIFICAZIONE DEI MATERIALI ADATTI ALLA FUNZIONE E ANALISI COMPARATA DEI CICLI DI PRODUZIONE PRATICABILI**

- **SCELTA DEL MATERIALE E DEN CICLO DI PRODUZIONE**

- **DEFINIZIONE DELLA FORMA E DELLE DIMENSIONI**

ITER PROGETTUALE

- **DEFINIZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DELLE SOLECCITAZIONI: ZONA DOVE LA SOLLECITAZIONE RAGGIUNGE IL VALORE MASSIMO**

LA DISTRIBUZIONE LOCALE DELLE SOLECCITAZIONI DIPENDE DALLA GEOMETRIA DEL PEZZO E DAL MODO CON CUI E' SOLLECITATO!

- **VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA, PARAGONANDO LA SOLLECITAZIONE LOCALE CON QUELLA AMMISSIBILE PER IL MATERIALE PRESCELTO**

TENER CONTO DEI MARGINI DI SICUREZZA!

APPLICABILITA' DEI CONFRONTI AI PROCESSI DI FORMATURA

**CONDIZIONE ESSENZIALE: LO STESSO PEZZO E' TECNICAMENTE
REALIZZABILE CON PIU' DI UNA TECNOLOGIA DI FORMATURA**

**COMPONENTI USATI PER APPLICAZIONI MECCANICHE ED
ELETTROMECCANICHE**

- **INGRANAGGI E SETTORI DENTATI**
- **PULEGGE E SPROCKETS**
- **INNESTI E SINCRONIZZATORI**
- **LEVE, ARPIONISMI E BIELLE**
- **CAMME**
- **SUPPORTI**
- **PARTI CON FUNZIONI MECCANICHE E MAGNETICHE**
- **BOCCOLE E ORGANI DI GUIDA**

APPLICABILITA' DEI CONFRONTI AI PROCESSI DI FORMATURA

MATERIALI PER I COMPONENTI MECCANICI

- MATERIALI METALLICI
- MATERIALI POLIMERICI (RESINE TERMOPLASTICHE E TERMOINDURENTI, ELASTOMERI
- *(COMPOSITI, CERAMICI E VETRI)*

PESO LIMITATO AD ALCUNI KILOGRAMMI

COMPONENTI DESTINATI A PRODUZIONI DI SERIE

ALTERNATIVE TECNOLOGICHE: CONDIZIONAMENTI

**L'EVOLUZIONE DELLE SCELTE IN FUTURO POTRA' ESSERE SEMPRE
PIU' CONDIZIONATA DA ELEMENTI CHE INCIDONO SUI COSTI:**

CONSUMI DI ENERGIA

- **NELLA PRODUZIONE DI MATERIE PRIME E SEMILAVORATI**
- **NELLA GESTIONE DEI PROCESSI**

ECOLOGIA E SICUREZZA

- **EVOLUZIONE DELLE LEGISLAZIONI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI,
SEMPRE PIU' RESTRITTIVE**

RISPARMIO SUI MATERIALI

- **ADOZIONE DI PROCESSI CHE RIDUCONO IL RICORSO AL RICICLAGGIO
DEGLI SFRIDI**
- **USO DI MATERIALI RICICLATI**

FUSIONE IN SABBIA

ELEMENTI A FAVORE

- **GRANDE LIBERTA' DI FORMA:EVENTUALI SOTTOSQUADRI E CAVITA' INTERNE OTTENIBILI CON ANIME CERAMICHE**
- **BASSO COSTO DELLE MATERIE PRIME E DELLE FORME, ANCHE NEL CASO DI NUMERO DI PEZZI LIMITATO**

LIMITAZIONI

- **PROPRIETA' MECCANICHE MODESTE E NON SEMPRE AFFIDABILI: OMOGENEITA' E QUALITA' DELLA STRUTTURA DETERMINATE DALL'ANDAMENTO DELLA SOLIDIFICAZIONE, PRESENZA DI DIFETTI (POROSITA' DA MICROCAVITA' DI RITIRO, SOFFIATURE PER SVILUPPO DI GAS, SALDATURE FREDDE DOVUTE DALL'INCONTRO DI FLUSSI METALLICI PROVENIENTI A OPPOSTE DIREZIONI)**
- **LE SUPERFICI DA ACCOPPIARE MECCANICAMENTE CON ALTRE PARTI DEVONO ESSERE LAVORATE**
- **SONO RICHIESTE DELLE SPOGLIE**
- **PERDITE DI METALLO NELLA FUSIONE NON RICUPERABILI E NECESSITA' DI RIFONDERE MATEROZZE E CANALI DI COLATA**

FUSIONE IN CERA PERSA

ELEMENTI A FAVORE

- **MASSIMA LIBERTA' DI FORMA: SOTTOSQUADRI E CAVITA' INTERNE RELATIVAMENTE COMPLESSE OTTENIBILI CON CERE SOLUBILI O ANIME CERAMICHE**
- **LA STESSA FORMA E' REALIZZABILE CON LEGHE DIFFERENTI COMPENSANDO I RITIRI CON CERE OPPORTUNE**
- **AMPIA SCELTA DI DIMENSIONI**
- **POSSIBILITA' DI REALIZZARE PARTI IN MONOCRISTALLO O CON SOLIDIFICAZIONE UNIDIREZIONALE**

LIMITAZIONI

- **LE SUPERFICI DA ACCOPPIARE MECCANICAMENTE CON ALTRE PARTI DEVONO ESSERE LAVORATE**
- **CICLO DI PRODUZIONE RELATIVAMENTE LENTO**
- **PERDITE DI METALLO NELLA FUSIONE NON RICUPERABILI E NECESSITA' DI RIFONDERE ATEROZZE E CANALI DI COLATA**
- **ECOLOGIA: SMALTIMENTO DEI RESIDUI DELLA LAVORAZIONE**

PRESSOCOLATA

ELEMENTI A FAVORE

- **PRODUTTIVITA' RELATIVAMENTE LENTA**
- **COMPLESSITA' DI FORMA CONDIZIONATA SOLO DALL'ESTRAIBILITA' DEL PEZZO DALLO STAMPO,UNA VOLTA RITIRATI I CASSETTI MOBILI**

LIMITAZIONI

- **PROPRIETA' MECCANICHE MODESTE, SIA PER I MATERIALI USATI (LEGHE A INTERVALLODI FUSIONE RELATIVAMENTE BASSO) SIA PER LA POSSIBILE PRESENZA DI POROSITA' E SOFFIATURE**
- **SONO RICHIESTE DELLE SPOGLIE**
- **IL COSTO AUMENTA SENSIBILMENTE CON LA DIMINUZIONE DEI VOLUMI PRODUTTIVI**

FUSIONE IN CONCHIGLIA

ELEMENTI A FAVORE

- **LIBERTA' DI FORMA CONDIZIONATA SOLO DALL'ESTRAIBILITA' DEL PEZZO DALLO STAMPO**
- **CAVITA' INTERNE DI FORMA ANCHE COMPLESSA OTTENIBILI CON ANIME CERAMICHE**

LIMITAZIONI

- **CAVITA' INTERNE DA ACCOPPIARE MECCANICAMENTE CON ALTRE PARTI DEVONO ESSERE LAVORATE**
- **SONO RICHIESTE DELLE SPOGLIE**

STAMPAGGIO A CALDO

ELEMENTI A FAVORE

- OMOGENEITA' STRUTTURALE
- COMPORTAMENTO MECCANICO OTTIMIZZATO NELLA DIREZIONE DEL FLUSSO DEL MATERIALE
- PROPRIETA' MECCANICHE AL MASSIMO LIVELLO
- ELEVATA PRODUTTIVITA'
- PROCESSO ADATTABILE AD UN BUON LIVELLO DI AUTOMAZIONE

LIMITAZIONI

- DEFINIZIONE DELLA FORMA LIMITATA DALLA FORMABILITA' A CALDO DEL MATERIALE
- NON APPLICABILE A PARTI DI PICCOLE DIMENSIONI
- LE SUPERFICI DA ACCOPPIARE CON ALTRE PARTI DEVONO ESSERE LAVORATE
- SONO RICHIESTE DELLE SPOGLIE
- DURATA LIMITATA DEGLI STAMPI

STAMPAGGIO A FREDDO

ELEMENTI A FAVORE

- **OMOGENEITA' STRUTTURALE**
- **COMPORTAMENTO MECCANICO OTTIMIZZATO NELLA DIREZIONE DEL FLUSSO DEL MATERIALE**
- **PROPRIETA' MECCANICHE AL MASSIMO LIVELLO**
- **FORME MECCANICAMENTE DEFINITE**
- **PRODUTTIVITA' ANCHE MOLTO ELEVATA (GRAZIE AL LIVELLO DI AUTOMAZIONE)**
- **OTTIMA FINITURA SUPERFICIALE**

LIMITAZIONI

- **DEFINIZIONE DELLA FORMA LIMITATA DALLA FORMABILITA' A FREDDO DEL MATERIALE**
- **AGLI ACCIAI A MEDIO TENORE DI CARBONIO SI DEVE APPLICARE LO STAMPAGGIO A SEMICALDO**

TRANCIATURA FINE

ELEMENTI A FAVORE

- **STRUTTURA OMOGENEA MA ANISOROPIA DELLE CARATTERISTICHE RISPETTO ALLA DIREZIONE DI LAMINAZIONE. ATTENZIONE: CERTE PROPRIETA' POSSONO DIFFERIRE DI OLTRE IL 20%!**
- **PROPRIETA' MECCANICHE INVARIATE RISPETTO AL LAMINATO DI PARTENZA**
- **FORME MECCANICAMENTE DEFINITE E COSTE TRANCIATE LISCIE: PARTI PRONTE PER IL MONTAGGIO**
- **GRANDI SUPERFICI**
- **PRECISIONE DI POSIZIONAMENTO TRA GLI ELEMENTI DEL PROFILO MOLTO ELEVATA**
- **PRODUTTIVITA' ELEVATISSIMA**

LIMITAZIONI

- **SOLO PARTI DI SPESSORE UNIFORME: PER OTTENERE DIFFERENZE DI SPESSORE DI POCO DIVERSE OCCORRONO STAMPI MOLTO COMPLESSI**
- **INEVITABILE PRESENZA DI BAVE**

TORNITURA E FRESATURA

ELEMENTI A FAVORE

- **STRUTTURA OMOGENEA MA ANISOTROPIA DELLE CARATTERISTICHE RISPETTO ALLA DIREZIONE DI LAMINAZIONE, ESTRUSIONE, TRAFILATURA. ATTENZIONE: CERTE PROPRIETA' POSSONO DIFFERIRE DI OLTRE IL 20%**
- **APPLICABILE ALLA MAGGIOR PARTE DEI MATERIALI**
- **PROPRIETA' MECCANICHE INVARIATE RISPETTO AL SEMILAVORATO DI PARTENZA**
- **TOLLERANZE ECCELLENTI I FORME MECCANICAMENTE DEFINITE**
- **BASSO COSTO DEGLI UTENSILI E ATTRZZAMENTO MACCHINA MOLTO RAPIDO**
- **AMPIA SCELTA DI DIMENSIONI**

LIMITAZIONI

- **RISCHIO DI PERDITA DEI VANTAGGI ECONOMICI SE IL PEZZO DEVE ESSERE TRASFERITO AD ALTRE MACCHINE UTENSILI**
- **IL PROCESSO PRODUCE QUANTITA' VARIABILI DI TRUCIOLI NON RICICLABILI DIRETTAMENTE**

PRESSATURA POLVERI IN STAMPI RIGIDI

ELEMENTI A FAVORE

- **PIU' FUNZIONI COMBINABILI IN UN UNICO COMPONENTE**
- **FORME MECCANICAMENTE DEFINITE, OTTENIBILI IN UN SOLO PASSAGGIO DI STAMPO**
- **BUONE TOLLERANZE: PARTI PRONTE PER IL MONTAGGIO**
- **PROPRIETA' MECCANICHE OMOGENEE E DI BUON LIVELLO, IN FUNZIONE DELLA POROSITA' RESIDUA**
- **PRODUTTIVITA' ELEVATA**
- **COMPORTAMENTO AUTOLBRIFICANTE**
- **COMBINAZIONI METALLURGICHE E COMPOSITI NON PRODUCIBILI CON LE TECNOLOGIE TRADIZIONALI**

LIMITAZIONI

- **I VANTAGGI DI COSTO SCENDONO CON LAUMENTO DEL PESO DEL PEZZO E CON LA DIMINUZIONE DEI VOLUMI PRODUTTIVI**
- **EVENTUALE PRESENZA DI BAVE**
- **LA PRESENZA DI POROSITA' RESIDUA RICHIEDE UNA CORRETTA INTERPRETAZIONE DEI VALORI DELLE CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE**

STAMPAGGIO POLVERI AD INIEZIONE

ELEMENTI A FAVORE

- **OMOGENEITA' E ISOTROPIA STRUTTURALE ECCEZIONALMENTE BUONE**
- **APPLICABILITA' AD UN GRAN NUMERO DI MATERIALI ANCHE NON METALLICI**
- **PRESENZA MOLTO LIMITATA DI POROSITA' RESIDUA ($\leq 7\%$)**
- **BUONE PROPRIETA' MECCANICHE**
- **LIBERTA' DI FORMA PARAGONABILE A QUELLA DELLO STAMPAGGIO AD INIEZIONE PLASTICHE**

LIMITAZIONI

- **APPLICABILITA' LIMITATA ESSENZIALMENTE A PARTI DI PICCOLE DIMENSIONI**
- **PROCESSO MOLTO DELICATO, CON ELEVATA PROBABILITA' DI SCARTI**
- **COSTO ELEVATO**
- **POLVERI DI PARTENZA NON SEMPRE FACILMENTE REPERIBILI**

STAMPAGGIO PLASTICHE

ELEMENTI A FAVORE

- **MASSIMA LIBERTA' DI FORMA TRA I PROCESSI CHE IMPIEGANO STAMPI METALLICI CON EVENTUALI CASSETTI LATERALI, PURCHE' IL PEZZO SIA ESTRAIBILE**
- **BUONE TOLLERANZE**
- **ECCELLENTE FINITURA SUPERFICIALE**
- **COMPORTAMENTO TRIBOLOGICO IN GENERE OTTIMO, SPECIE IN COPPIA CON METALLI**
- **LEGGEREZZA: OTTIMO RAPPORTO RESISTENZA/PESO**

LIMITAZIONI

- **MODESTA RESISTENZA MECCANICA, SPECIALMENTE A TEMPERATURA SUPERIORE A QUELLA AMBIENTE (SCORRIMENTO VISCOSO)**
- **MODULI ELASTICI SIGNIFICATIVAMENTE INFERIORI A QUELLI DEI METALLI**