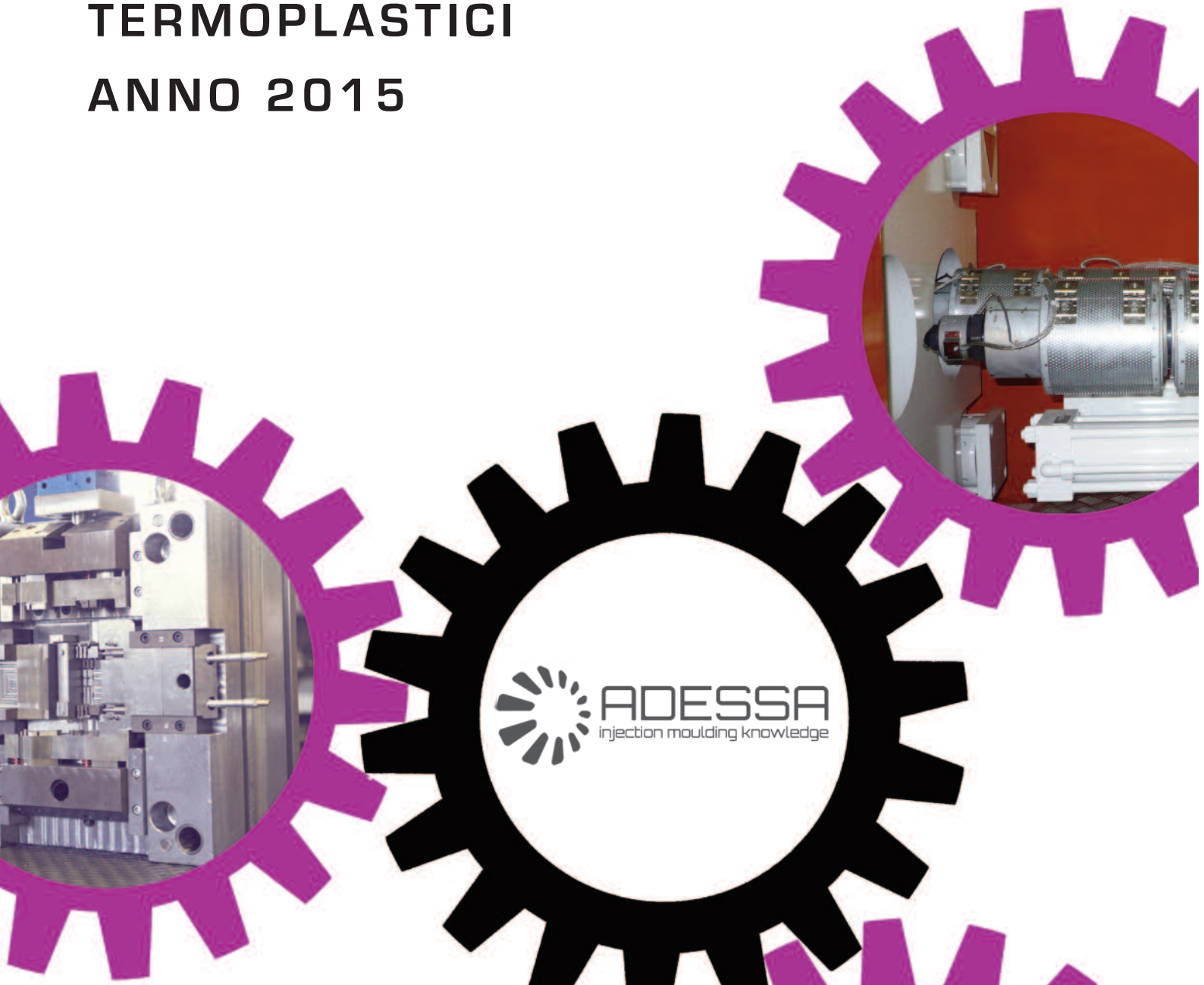
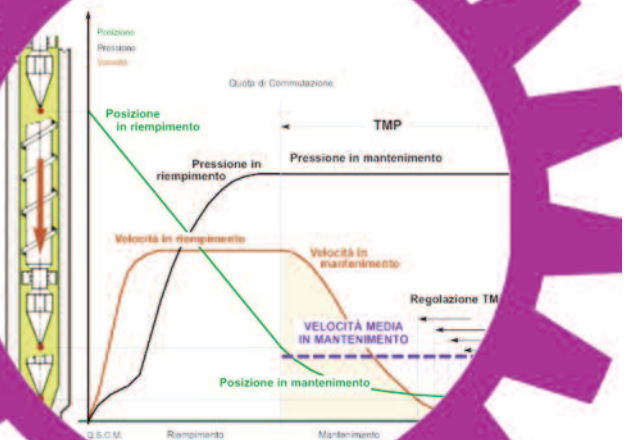
CORSO DI STAMPAGGIO

AD INIEZIONE DEI MATERIALI TERMOPLASTICI

ANNO 2015



ADESSA
injection moulding knowledge



Ing. Franco Adessa

CORSO DI STAMPAGGIO AD INIEZIONE DEI MATERIALI TERMOPLASTICI

Anno 2015

Programma ed elenco degli argomenti trattati durante il Corso.
Ing. Franco Adessa

Il Corso è imperniato sulla qualità del prodotto stampato, che deve essere ottenuta in modo scientifico e nel tempo più breve possibile. Si inizia col mettere a fuoco i tre aspetti e le tre condizioni della qualità e si individuano le loro principali fonti.
Si analizzano, poi, i quattro elementi dello stampaggio: materiale, pressa, stampo, programma stampo, individuando tutti i dati e tutte le variabili del processo indispensabili per impostare scientificamente le condizioni che garantiscono i migliori risultati.

Il Corso, di natura teorico-pratica, è rivolto a responsabili di produzione, capiturno, attrezzisti ed ha l'obiettivo di formare e addestrare i tecnici ad una nuova e rigorosa concezione scientifica dello stampaggio, che deriva e trova la sua più elevata applicazione nell'uso del sistema software "Benjamin Plastica", per dimensionare le cavità stampo in modo da massimizzare la fonte principale della qualità e per calcolare un programma stampo in meno di un minuto.
Al Corso è benvenuta anche la presenza degli altri ruoli aziendali: progettisti e addetti alla prova stampo, tecnici della qualità, manutentori e personale dell'ufficio industrializzazione.

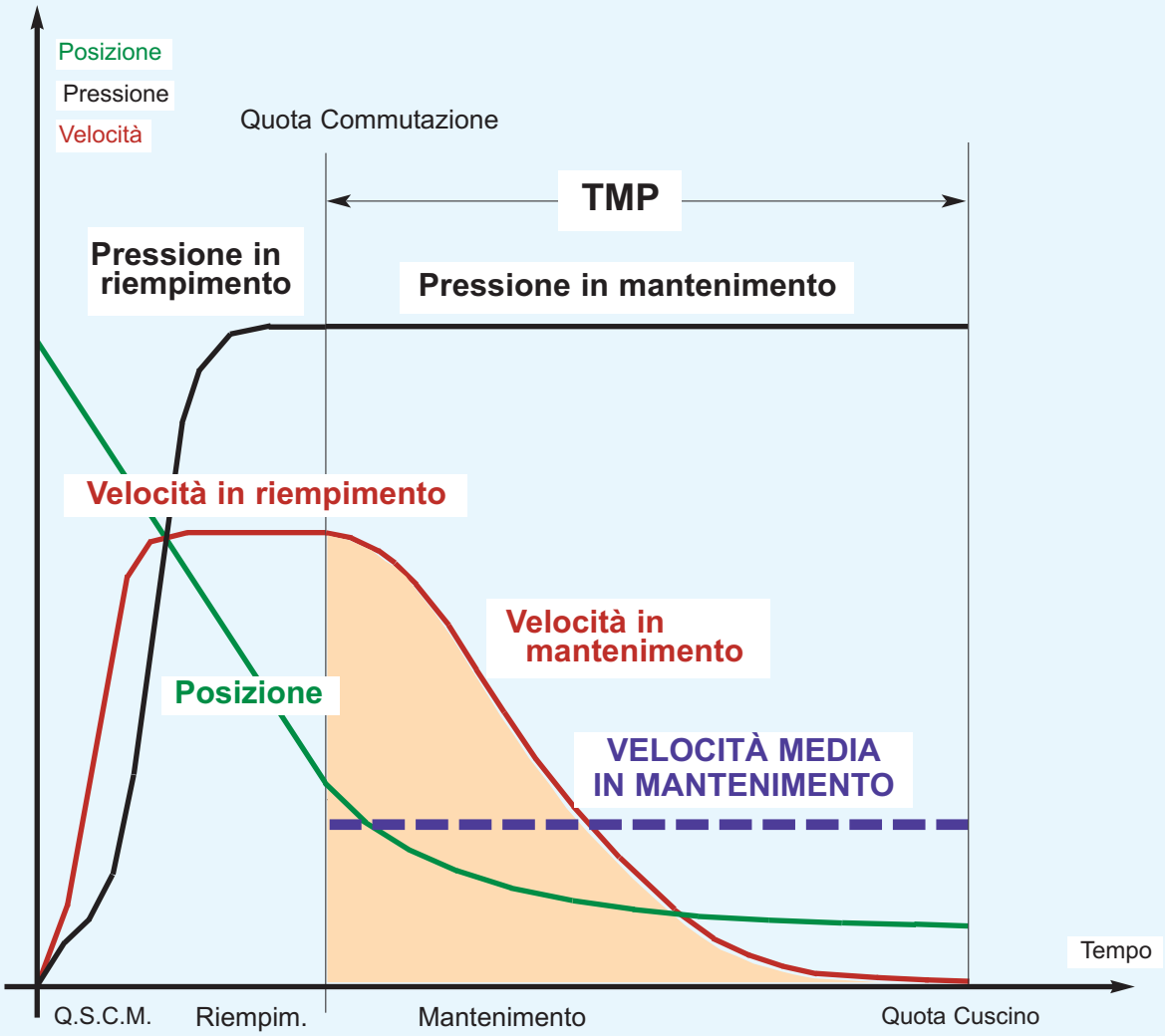
Indice dei contenuti

1. Qualità
2. Materiali termoplastici
3. Curva di viscosità materiale
4. Stampo
5. Camere calde
6. Plastificazione
7. Iniezione
8. Grafici d'iniezione
9. Raffreddamento
10. Problematiche di stampaggio
11. Analisi programma stampo
12. Difetti sul pezzo
13. Dati tecnici sulla pressa
14. Verifiche sulla pressa
15. Trasferimento programma
16. Sistema software Benjamin Plastica

QUALITÀ

- Lo scopo dello stampaggio: qualità e profitto;
- Qualità: aspetti e condizioni;
- La fonte principale della qualità;
- La strategia nella ricerca della qualità;
- Le quattro aree della qualità;
- La qualità e i quattro elementi dello stampaggio.

LA FONTE PRINCIPALE DELLA QUALITÀ



La fonte principale della qualità è

LA VELOCITÀ MEDIA IN MANTENIMENTO

MATERIALI TERMOPLASTICI

- Materiali Amorfi e Cristallini;
- Le proprietà degli Amorfi e Cristallini;
- Riscaldamento e raffreddamento di Amorfi e Cristallini;
- Rapporto di compressione della vite;
- Viti proprie per lo stampaggio dei termoplastici;
- La vite e il ciclo di stampaggio degli Amorfi;
- La vite e il ciclo di stampaggio dei Cristallini;
- Le temperature caratteristiche dei termoplastici;
- Densità solida, Densità liquida e il loro utilizzo;
- Temperatura di stampaggio: il dato più importante;
- Temperatura stampo: determinazione e ottimizzazione;
- Temperatura estrazione pezzo e tempo di raffreddamento;
- Ritiro longitudinale e trasversale del materiale;
- Le condizioni della prova di ritiro materiale;
- Ritiro e tolleranze sui valori forniti dal laboratorio;
- Ritiro e variazione in funzione dello spessore pezzo;
- Post pressione minima e massima del materiale;
- Velocità massima periferica del materiale e della vite;
- Velocità massima di avanzamento materiale in impronta;
- Velocità di cristallizzazione (solo per Cristallini);
- Tempo massimo di permanenza del materiale nel cilindro;
- Elenco dati di stampaggio da richiedere al fornitore materiale;
- Analisi di alcune schede tecniche materiale;
- Tabella degli Amorfi con i principali dati di stampaggio;
- Tabella dei Cristallini con i principali dati di stampaggio.

1.3. TABELLA MATERIALI AMORFI (dati tecnici principali)

Codice	Mater.	Nome commerciale	Dens. sol. (gr/cm³)	Dens. liq. (gr/cm³)	Dsol -Dliq (%)	Rit. long. (%)	Rit. trsv. (%)	TA min. (°C)	TA cons. (°C)	TA max. (°C)	Tspo cons. (°C)	Tstr. pzo (°C)
	ABS tutti tipi		1.04	0,88	15	0,4	0,7	240	240	250	70	95
	ABS rit. fiam.		1.04	0,88	15	0,4	0,7	220	230	240	70	95
	ABS visc. <<		1.04	0,88	15	0,4	0,7	200	210	220	70	95
	PS		1,06	0,91	14	0,5	0,3	210	220	230	40	80
	HI-PS		1,08	0,91	16	0,5	0,5	210	220	230	40	85
	SAN		1,07	0,8	25	0,5	0,5	220	240	270	70	85
	CA		1,28	1,02	20	0,6	0,7	190	220	240	40	80
	CAB		1,18	0,97	18	0,5	0,6	190	220	240	40	80
	CP		1,22	1,04	15	0,5	0,5	210	230	240	40	80
	PMMA		1,18	0,94	20	0,2	0,5	220	230	270	60	85
	PPO		1,06	0,94	11	0,6	0,8	250	280	300	80	140
	PPE		1,06	0,94	11	0,6	0,8	240	280	340	80	128
	PPS Ryton		1,98	1,78	10	0,25	0,55	305	330	340	<90	204
	PPS		1,3	1,1	15	0,7	0,7	320	330	350	60	204
	PC		1,2	0,97	19	0,6	0,6	280	290	320	80	105
	TMBRA PC		1,2	0,96	19	0,6	0,6	280	300	320	80	105
	PVCr		1,34	1,12	16	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCp		1,3	1,12	14	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCm		0,9	0,8	11	0,4	1,5	170	180	190	30	70

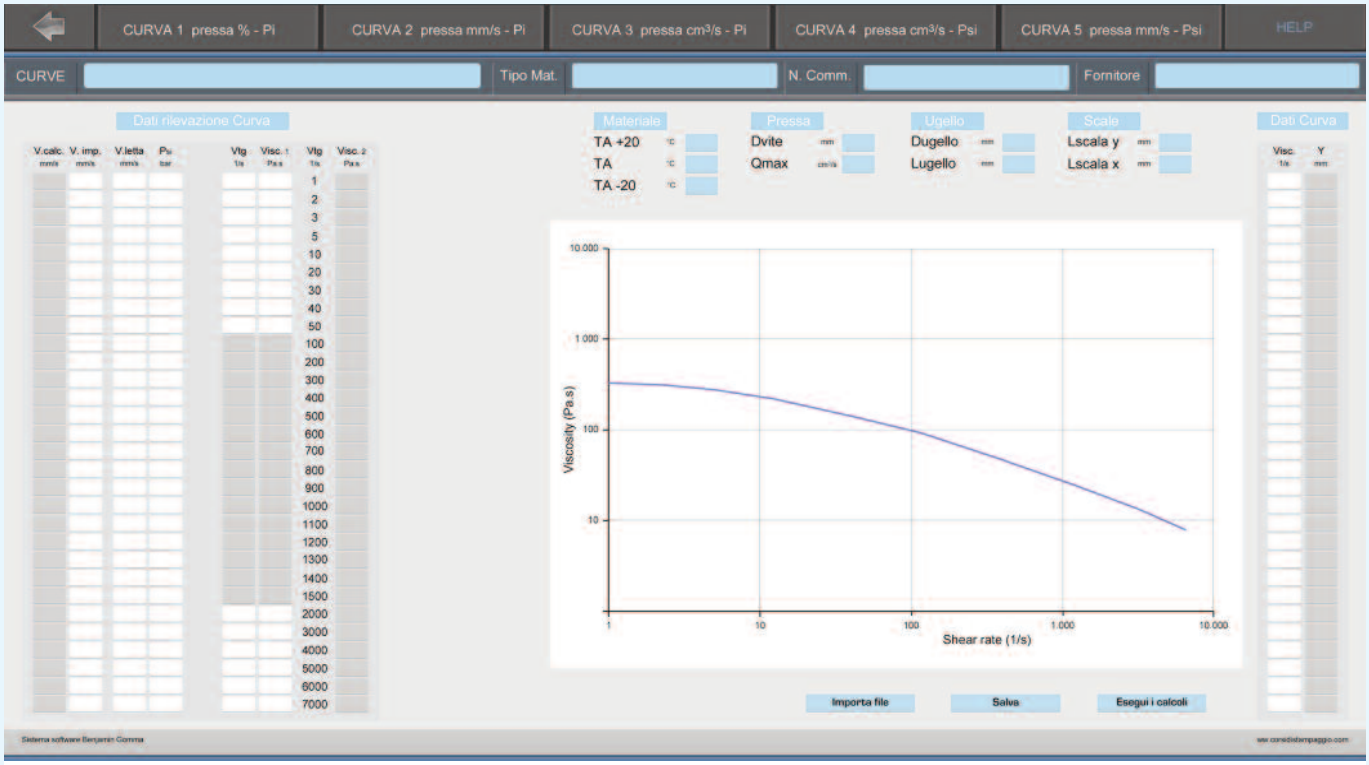
12

Mater.	PP1 min. (bar)	PP1 max. (bar)	Vper. max. (m/s)	Vper. reale (m/s)	Vel. av.fr. (cm/s)	Vel. crist. (s/mm)	D.Tp C%80 (°C)	Tingr. vite (°C)	Pr.es. Tem. (°C)	Pr.es. T.po (s)	Mac. max. (%)	Calore plast. (Kcal/Kg)	Tpmv TAc (min)	Tr. Den A
ABS tutti tipi	350	550	0,3	0,42	24	-	30	80	90	2	30	100	5	1,30
ABS rit. fiam.	350	550	0,3	0,42	22	-	30	70	90	2	30	100	6	1,30
ABS visc.<<	350	500	0,3	0,42	20	-	30	70	90	2	30	100	7	1,30
PS	400	600	0,6	0,84	24	-	30	30	70	2	30	100	8	1,29
HI-PS	350	550	0,5	0,7	22	-	30	80	70	2	30	100	8	1,26
SAN	400	550	0,3	0,42	22	-	30	80	80	2	30	100	3,5	1,28
CA	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,06
CAB	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,10
CP	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,00
PMMA	350	550	0,3	0,42	25	-	30	90	75	3	20	95	6	1,02
PPO	350	550	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	140	12	0,87
PPE	600	770	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	150	10	1,53
PPS Ryton	400	600	0,5	0,7	15	-	30	150	150	5	20	160	60	0,56
PPS	300	700	0,5	0,7	22	-	30	110	150	6	20	155	60	1,64
PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,47
TMBRA PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,8
PVCr	500	700	0,2	0,42	15	-	30	30	-	-	10	50	30	1,30
PVCp	350	500	0,4	0,56	20	-	30	30	-	-	10	70	30	0,63 1,26
PVCm	350	500	0,4	0,56	18	-	30	30	-	-	10	70	30	1,8

13

CURVA DI VISCOSITÀ MATERIALE

- Viscosità del materiale e unità di misura;
- Le variabili per il calcolo delle cadute di pressione;
- Velocità di taglio: concetto e formule;
- Curva di viscosità materiale;
- Curva di viscosità e variazioni con temperatura e umidità;
- Cadute di pressione sui passaggi materiale: sezioni e formule;
- Dimensionamento ottimale delle cavità stampo;
- Come rilevare la curva di viscosità su una pressa;
- Prove di rilevamento curva di viscosità sulla pressa;
- Prove di viscosità per i lotti di fornitura;
- Software per il rilevamento della curva di viscosità.



Una delle 5 schermate del Modulo “Curva viscosità reale” del sistema software “Benjamin Plastica”.

Gli strumenti che servono per rilevare una curva di viscosità sono:

1. una pressa, con i grafici in funzione di spurgo;
2. un ugello dedicato;
3. 5 Kg circa di materiale;
4. un tempo di circa 30 minuti;
5. il Modulo software “Curva Viscosità Reale”.

Questo Modulo, costituito da diverse schermate, dedicate al tipo di pressa utilizzata per la prova, è parte integrante del sistema software “Benjamin Plastica”, ma può essere utilizzato anche come Modulo a se stante, per lo specifico uso del rilevamento della Curva di viscosità reale su una pressa della produzione.
Il Modulo fornisce 30 valori di viscosità, in corrispondenza di almeno una ventina di questi valori. Scelta la pressa per la prova, si seleziona la schermata, in funzione delle unità di misura delle velocità e delle corrispondenti pressioni disponibili sulla macchina.
Poi, si inseriscono i:

dati materiale: Tipo, Nome commerciale, fornitore, Temperatura di stampaggio e le due Temperature superiore e inferiore di 20°C;
dati pressa: Diametro vite, Velocità massima iniezione, rapporto Psi/Pi;
dati ugello: Diametro e lunghezza;

Impostate le velocità di spurgo, e rilevati i corrispondenti valori reali, insieme a quelli di pressione, si preme il pulsante “Esegui i calcoli” e la curva di viscosità viene rappresenta, sul grafico della schermata.

STAMPO

- Dimensioni e montaggio sulla pressa;
- I passaggi materiale dall'ugello alla figura;
- Il dimensionamento ottimale dei passaggi materiale;
- Figura: tipologie;
- Come dirigere il flusso in figura;
- Punti d'iniezione: forme, tipologie;
- Punti d'iniezione: dimensioni e posizionamento;
- Canali: ramificazione equilibrata e forme sezioni;
- Canali: il dimensionamento per un riscaldamento uniforme;
- Carota: i dati che la definiscono;
- Il diametro minore carota e lo spessore del pezzo;
- Il diametro minore carota: punto centrale tra ugello, carota e canali;
- Il tira carota: dimensioni e posizionamento;
- Ugello: un nemico nascosto che limita la velocità d'iniezione;
- Ugello: dimensioni e problemi specifici di stampaggio;
- Gli sfoghi d'aria;
- La messa a punto dello stampo;
- Il ritiro dello stampo: le variabili in gioco;
- Calcolo del ritiro ideale sullo stampo;
- La scelta del tipo di ritiro materiale per lo stampo;
- Ritiri materiale e Ritiro stampo: un confronto;
- I parametri di stampaggio che influenzano il ritiro.

CAMERE CALDE

- Camere calde: tipologie;
- Volume materiale camere calde e volume stampata;
- Temperatura delle camere calde;
- Tratti delle camere calde;
- Tratto d'ingresso e collegamento con l'ugello;
- Tratto di uscita e collegamento con la figura;
- Tratto di uscita e carota di collegamento;
- Dimensionamento dei passaggi delle camere calde.

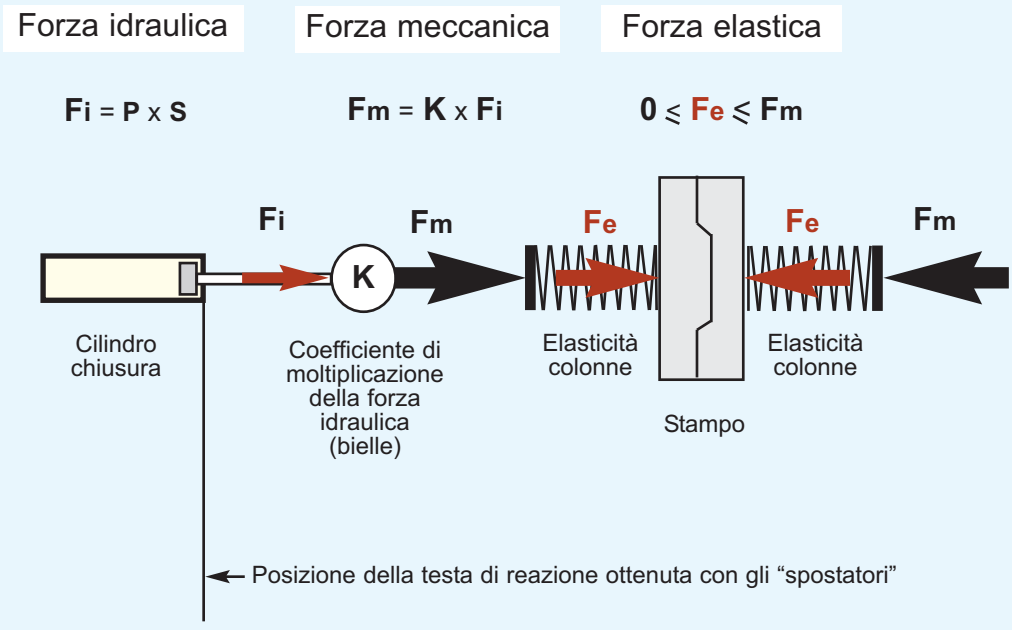
I dati principali dello stampo-pressa

1. Ritiro cavità stampo ..... (%)
2. Volume stampata ..... (cm^3)
3. Volume sfrido ..... (cm^3)
4. Volume pezzo ..... (cm^3)
5. Numero impronte ..... -
6. Sezione trasversale ..... (cm^2)
7. Numero flussi di riempimento ..... -
8. Sezione trasversale totale ..... (cm^2)
9. Spessore parete pezzo ..... (mm)
10. Spessore estrazione pezzo ..... (mm)
11. Spessore chiusura sezioni sottili ..... (mm)
12. Percorso massimo di riempimento ..... (mm)
13. Dimensioni punti d'iniezione ..... (mm)
14. Dimensioni canali ..... (mm)
15. Diametro maggiore carota ..... (mm)
16. Lunghezza carota ..... (mm)
17. Diametro minore carota ..... (mm)
18. Diametro ugello ..... (mm)
19. Lunghezza ugello ..... (mm)
20. Spessore stampo ..... (mm)
21. Larghezza stampo ..... (mm)
22. Altezza stampo ..... (mm)

CHIUSURA

- Gruppi chiusura delle presse: ginocchiera, hydroblock, pistone, senza colonne;
- Gruppi chiusura: vantaggi e svantaggi;
- Forza idraulica, meccanica ed elastica sullo stampo;
- La corsa chiusura/apertura: chiusura-blocco-sblocco-apertura;
- Forza chiusura stampo: criterio di ottimizzazione;
- Respiro dello stampo: una necessità per lo stampaggio;
- Forza chiusura stampo ottimale: influenza su qualità e profitto;
- Lettura della forza chiusura stampo sulle varie presse;
- Forza chiusura stampo: i dati da registrare per le produzioni successive;
- Determinazione della pressione media in cavità stampo;
- Parametri del gruppo chiusura ginocchiera, hydroblock, pistone;
- Quota Alta Pressione (ginocchiera): significato, ricerca e regolazione;
- Ottimizzazione dei parametri chiusura/apertura;
- Il ciclo salva-stampo e la sua ottimizzazione;
- Il ciclo estrattore centrale;
- Lubrificazione centralizzata del Gruppo chiusura;
- Analisi delle schermate: Chiusura/apertura, Estrazione centrale;
- Esempi pratici di ottimizzazione parametri chiusura/apertura.

Schema delle forze in gioco nel gruppo chiusura a ginocchiera



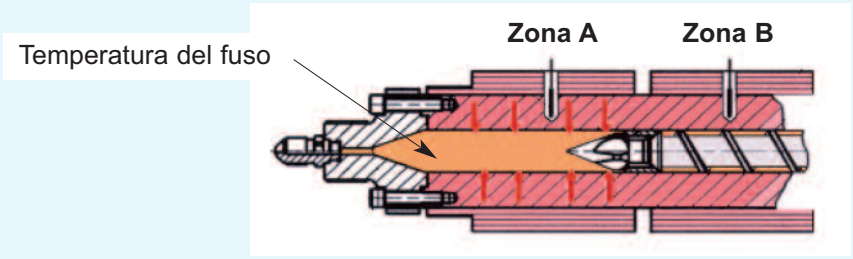
La forza elastica viene applcata sullo stampo con l'allungamento delle colonne.

La forza elastica non può mai superare la forza meccanica sviluppata dal cilindro e dalle bielle.

PLASTIFICAZIONE

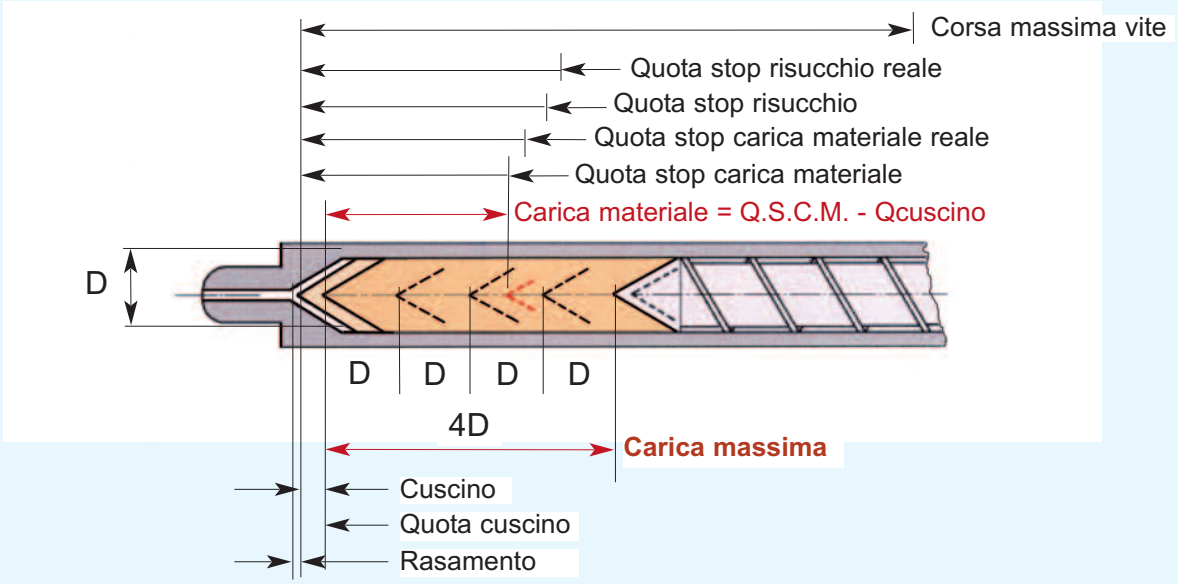
- Parametri di plastificazione: definizioni, ottimizzazione, sequenza d'impostazione;
- Temperatura di stampaggio: valore e determinazione pratica sulla pressa;
- Carica materiale: definizione e ricerca con i dati di processo;
- Carica materiale: la formula e le variabili in gioco;
- Cuscino: scopo e criterio di ottimizzazione;
- Scelta ottimale della pressa: formule;
- Corsa massima, carica massima e carica percentuale;
- Profilo di temperatura e relazione con la carica materiale;
- Velocità rotazione vite e relazione con la temperatura di stampaggio;
- Velocità periferica vite e plastificazione del materiale;
- Energia termica trasmessa al materiale da motore e resistenze;
- Esempio di calcolo dell'energia totale trasmessa al materiale;
- Contropressione: definizione, scopo e criterio di ottimizzazione;
- Risucchio: definizione, scopo e impostazione;
- Curva di degradazione del materiale statica e dinamica;
- Tempo di permanenza del materiale nella vite: formula;
- I punti di ristagno;
- Plastificazione oraria, unitaria e volumetrica unitaria;
- Tempo di carica materiale: formula;
- Ottimizzazione pratica della temperatura di stampaggio;
- Ottimizzazione pratica della velocità rotazione vite;
- Ottimizzazione pratica della contropressione;
- Ottimizzazione pratica del risucchio;
- Analisi delle schermate: Temperature, Trafila.

Determinazione della temperatura di stampaggio sulla pressa



Se la Resistenza della Zona A eroga una % di potenza nominale, la Temperatura del fuso è inferiore alla Temperatura Reale letta nel ferro.

I parametri fondamentali della carica materiale

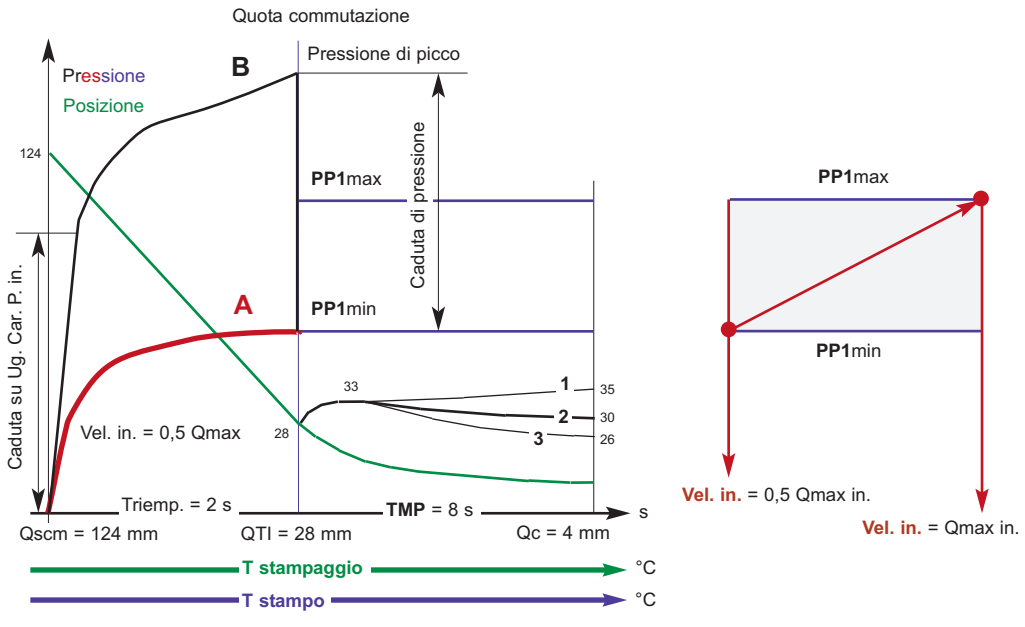


INIEZIONE

- Parametri d'iniezione: definizioni, ottimizzazione e sequenza d'impostazione;
- Verifica Temperatura di stampaggio e Temperatura stampo;
- Riempimento e mantenimento: controllo di velocità e controllo di pressione;
- Commutazione: significato sui parametri velocità e pressione;
- Quota commutazione: sua fondamentale importanza per lo stampaggio;
- Quota commutazione: calcolo e ottimizzazione pratica;
- Pressione e velocità in riempimento;
- Le aree di stampaggio e i loro limiti;
- La finestra di stampaggio: l'area scientifica;
- Il dramma attuale;
- Rallentamento e arretramento della vite;
- Il picco di pressione e la forza di chiusura;
- Velocità d'iniezione e portata d'iniezione;
- Calcolo della portata massima d'iniezione;
- Esempi di calcolo della portata massima;
- Profilo di velocità in impronta: criterio di calcolo;
- Mantenimento in pressione e la densità solida del pezzo;
- Mantenimento dei Cristallini: a pressione costante;
- Mantenimento degli Amorfi: a volume costante;
- TMP e la regolazione della densità del pezzo;
- Mantenimento e impaccamento degli Amorfi in cavità stampo;
- TMP teorico per i Cristallini: formula di calcolo;
- TMP teorico per gli Amorfi: formula di calcolo;
- TMP economico e le prove di peso stampata;
- TMP e la chiusura delle sezioni sottili;
- Soluzioni per la chiusura sezioni sottili;
- Analisi delle schermate: Iniezione, Tempi di ciclo pressa.

Esempio della pagina del Vademecum che illustra la "finestra di stampaggio".

RAPPRESENTAZIONE DELLA "FINESTRA DI STAMPAGGIO"



GRAFICI INIEZIONE

- I grafici e la comprensione del processo di stampaggio;
- I grafici di posizione, pressione e velocità;
- Forme ottimali dei grafici e le condizioni ottimali dello stampaggio;
- Analisi dei grafici per la comprensione dei problemi di stampaggio;
- Uso dei grafici per la verifica delle variabili impostate;
- Uso dei grafici per la verifica dei dati della pressa;
- Uso dei grafici per i calcoli delle modifiche allo stampo
- Esercitazioni pratiche sulla comprensione delle forme e irregolarità dei grafici.

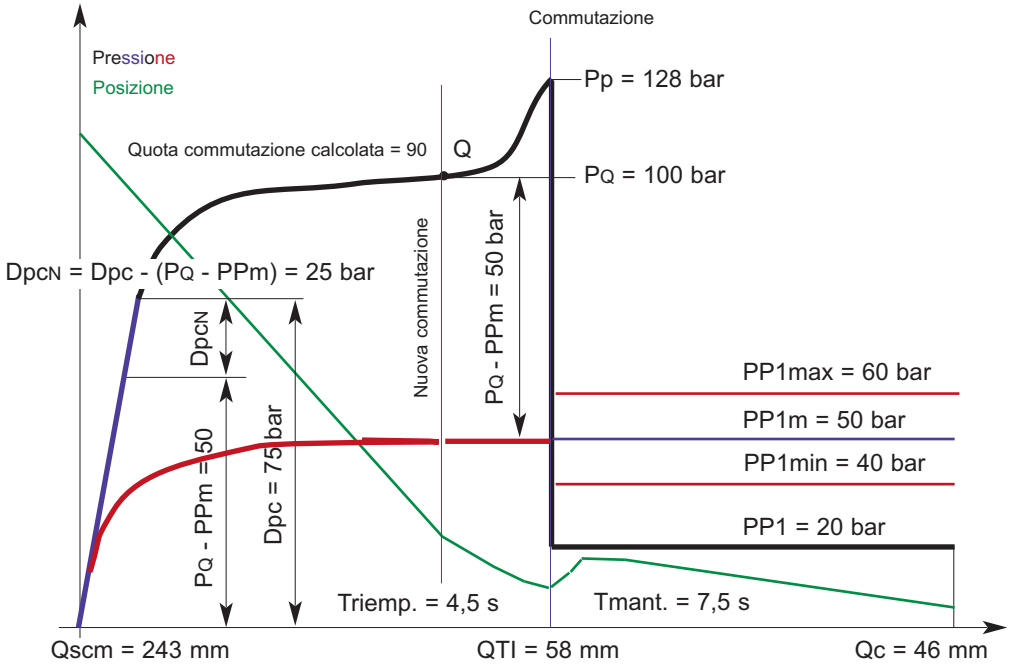
Esempio della pagina del Vademecum che mostra il calcolo di modifica di un punto d'iniezione circolare.

MODIFICA DEL PUNTO D'INIEZIONE CIRCOLARE

RMP 280
D = 60
Psi/Pi = 12
Vmax rot. = 0,75 m/s
Qmax in. = 298 cm^3/s

Materiale = PA66
PP1min = 500 bar
PP1max = 700 bar
Ds-DL% = 17

1 Punto iniez. circolare
D = 1,6 mm
L = 1,4 mm



RN = **D**pcN / **D**pc = 25 / 75 = **0,33**

DNO = Radice quarta ((**D**⁴ x **L**O) / (**L** x **R**N)) = **1,77** mm

DNL = Radice quarta (**D**⁴ / **R**N) = Radice quarta (19,86) = **2,11** mm

Per una caduta di pressione **D**pcN = 25 bar, i risultati estremi sono:

LO = 0,7 mm	**D**NO = 1,77 mm
L = 1,4 mm	**D**NL = 2,11 mm

RAFFREDDAMENTO

- Tempo di raffreddamento materiale reale e impostato;
- Raffreddamento dei materiali Amorfi e Cristallini;
- Formula del tempo di raffreddamento;
- Formula semplificata per l'uso pratico dell'attrezzista;
- Tempo di raffreddamento degli amorfi e le prove per la sua riduzione;
- Perché si dice che il tempo di raffreddamento dei cristallini non esiste?
- Tempo di raffreddamento e "conformatura" del pezzo;
- Pezzo "conformato" e pezzo"stampato": illusioni e realtà;
- Tempo di raffreddamento e i problemi nascosti dello stampaggio;
- Tempo di raffreddamento oppure tempo di ritiro?;
- Tempo di raffreddamento ed estrattore centrale;
- Tabella dei tempi di raffreddamento: una sorpresa;
- Esempi di calcolo pratico dei tempi di raffreddamento di Amorfi e Cristallini;
- Criteri per la riduzione del tempo di raffreddamento per Amorfi;
- La riduzione del tempo di raffreddamento per Cristallini con spessori enormi.

Tabella di esempi di calcolo dei materiali più usati

Mat.	ABS	PS	PMMA	PC	SAN	PA6	PA66	PP	PE	PBT	POM
A	1,30	1,29	1,02	1,47	1,28	1,47	1,47	1,20	1,80	0,74	1,33
Testr.	95	80	85	105	85	130	158	93	90	170	118
Tstpo	70	40	60	80	70	90	90	50	40	90	80
TA	240	220	230	290	240	270	290	240	230	250	215

Spessore pezzo = **2** mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	6,4	
PS	-	5,2	
PMMA	-	8,2	
PC	-	6,2	
SAN	-	8,1	
PA6	3	3,9	
PA66	3	3,3	
PP	6	5,4	
PE	6	3,4	
PBT	4	4,7	
POM	8	4,4	

Spessore pezzo = **3** mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	14,4	
PS	-	11,6	
PMMA	-	18,4	
PC	-	13,8	
SAN	-	18,2	
PA6	3	10,1	
PA66	3	7,5	
PP	6	12,2	
PE	6	7,4	
PBT	4	10,5	
POM	8	9,9	

Spessore pezzo = **4** mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	24,8	
PS	-	20,6	
PMMA	-	22,6	
PC	-	24,5	
SAN	-	32,4	
PA6	3	18	
PA66	3	13,3	
PP	6	21,2	
PE	6	13,1	
PBT	4	18,7	
POM	8	17,7	

Il Tempo di raffreddamento impostato da fine iniezione (Traff.)
si determina sottraendo al Traff. Reale, riportato in Tabella, il TMP del mantenimento.

PROBLEMATICHE DI STAMPAGGIO

La “problematica di stampaggio” non è un “problema” ma un “insieme di problemi” relativi ad un aspetto del processo di stampaggio.
La problematica viene risolta solo quando si fa chiarezza su ogni suo aspetto e si risolvono tutti i problemi che ne impediscono una chiara e completa comprensione. Tra le principali problematiche sotto elencate, durante il Corso, si possono scegliere e analizzare quelle che interessano particolarmente la produzione e i difetti riscontrati in produzione.

Plastificazione

- Temperatura di stampaggio;
- Velocità periferica vite;
- Tempo di permanenza materiale nel cilindro;
- I punti di ristagno: cause e sintomi.

Iniezione

- Quota commutazione;
- Picco di pressione;
- Arretramento della vite;
- Linee di giunzione;
- Bruciature sulla linea di separazione stampo;
- Avvallamenti dovuti a variazione di spessore;
- Deformazioni dovute a spessori enormi;
- Risucchi per masse troppo calde;
- Risucchi al punto d’iniezione;
- Svergolamento e chiusura sezioni sottili;
- Riduzione eccessiva passaggio materiale;
- Iniezione in figure a spessori enormi.

Pressa

- La scelta della pressa ottimale;
- Forza di chiusura stampo;
- Respiro stampo e difetti sul pezzo
- Dimensioni minime e massime dell’ugello;
- Ugelli doppio-conici: il problema;
- Usura dell’anello: le cause e la formula;
- Corrosione della vite: le cause e la formula;
- Problema delle produzioni successive;
- Trasferimento programma stampo.

Estrattore

- Impostazione “anticipo estrattore”;
- Impostazione velocità estrattore;
- Impostazione colpi multipli;
- Estrazione e impaccamento materiale.

Ritiro

- Ottimizzazione ritiro di stampaggio;
- Perdita di parallelismo e perpendicolarità;
- Bolle interne a superfici curve;
- Ottimizzazione post-Ritiro.

Raffreddamento

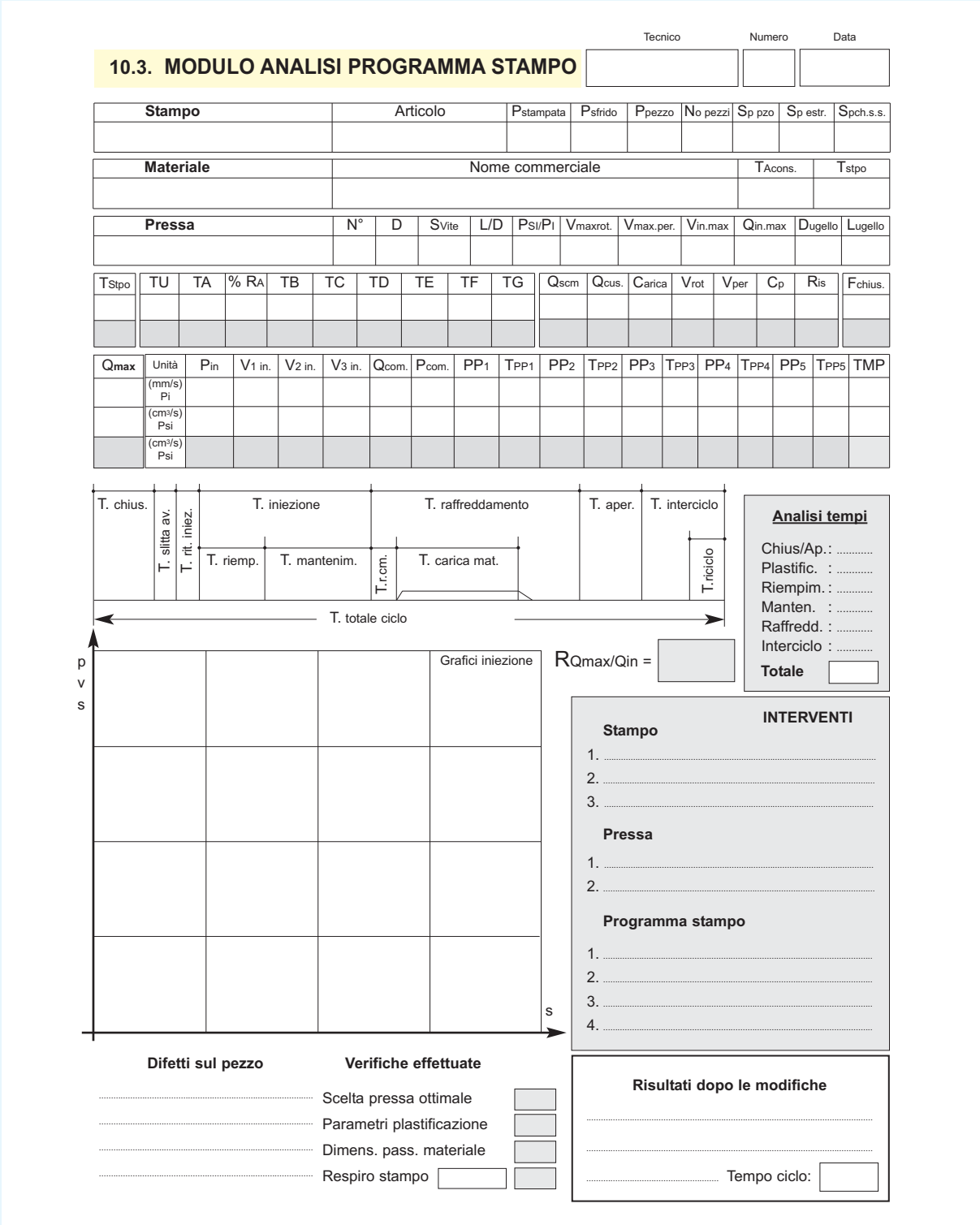
- Tempo di raffreddamento eccessivo;
- Temperatura di estrazione pezzo, e non altre;
- Impaccamento materiale in cavità stampo;
- Raffreddamento masse enormi della carota;
- Raffreddamento tira-carota;
- Impaccamento materiali in canali-carota;
- Conformatura del pezzo.

Stampo

- Determinazione del ritiro ottimale sullo stampo;
- Confronto tra il ritiro materiale e ritiro stampo;
- Identificazione criticità cavità stampo;
- Punti d’iniezione e influenza sulla pressione;
- D e L del punto d’iniezione;
- B, H e L del punto d’iniezione rettangolare;
- Forme del punto d’iniezione;
- Flusso e frangi-flusso;
- Regolazione del percorso del flusso materiale;
- Sezioni ottimali canali di alimentazione;
- Percorso ottimale canali;
- La lunghezza carota;
- Diametro maggiore carota e masse materiale;
- Diametro minore carota e spessore pezzo;
- Diametro minore carota e diametro ugello;
- Conicità carota;
- Tira-carota: dimensioni e posizione;
- Spessore estrazione pezzo;
- Chiusura sezioni sottili;
- Lunghezza del percorso di riempimento e ritiro;
- Messa a punto dello stampo: verifica pratica;
- Temperatura stampo e valore ottimale;
- Non uniformità della temperatura stampo.

ANALISI PROGRAMMA STAMPO

- Stampata completa;
- “Modulo analisi programma stampo”;
- Analisi dei difetti sul pezzo;
- Verifica della scelta della pressa ottimale;
- Verifica dei parametri di plastificazione;
- Verifica dei parametri d’iniezione;
- Analisi dei grafici d’iniezione;
- Pressione alla commutazione;
- Cadute di pressione su: ugello, carota, canali,
- Cadute di pressione su: punto iniezione, figura;
- Calcolo portata d’iniezione;
- Calcolo portata ideale d’iniezione;
- Riduzione della pressione totale;
- Riduzione della pressione per ogni passaggio;
- Ottimizzazione di tutti i passaggi;
- Interventi: stampo, pressa e programma;
- Analisi dei tempi parziali e totale di ciclo;
- Valutazione sulla riduzione dei tempi di ciclo;
- Attesa per le modifiche su stampo e pressa;
- Intervento sul programma stampo;
- Analisi dei risultati;
- Giudizio finale sui grafici d’iniezione.



DIFETTI SUL PEZZO

Il capitolo “Difetti e azioni correttive” del Vademecum può essere consultato solo dopo aver eseguito tutte le verifiche, interventi e ottimizzazioni elencate ai punti precedenti.
I difetti sono suddivisi in “Difetti funzionali” e “Difetti estetici”. I primi sono gravi e comportano quasi sempre lo scarto del pezzo, mentre i secondi, ciò dipende dalla loro gravità. In questo capitolo, inoltre, vi sono i paragrafi:

- I parametri di stampaggio e i difetti sul pezzo;
- Lo stampo e i difetti sul pezzo;

dove, in relazione ad ogni parametro di stampaggio e dato dello stampo, sono riportati i corrispondenti difetti che possono essere causati sul pezzo.

Nelle sezioni Difetti funzionali e Difetti estetici, ogni difetto viene definito nella sua natura, sono elencate le sue possibili cause ed è fornito un elenco di azioni correttive suddiviso in 4 parti: parametri di stampaggio, stampo, pressa, materiale, ciascuna evidenziata con un colore diverso e con una sequenza progressiva tale da iniziare con le azioni correttive più semplici e immediate e, man mano, sempre più onerose come tipo di intervento e come tempi di realizzazione.

Esempio di una pagina del capitolo “Difetti e azioni correttive” del Vademecum

11.9. DIFETTI ESTETICI: Venature-striature superficiali del pezzo

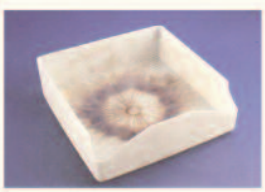
Le **venature** o **striature,** causate da bruciature, degradazioni della massa, da umidità, da aria inglobata, possono essere molto simili tra loro, per cui l'operatore, spesso, si trova in difficoltà nel classificare visivamente il difetto.

5.1. Superfici con venature da degradazione (brune argentee)

Questo difetto può apparire sotto forma di **venature brune, venature brunastre,** oppure di **venture argentee.**
Cause: (brune) è dovuta alla **degradazione termica** del materiale; (brunastre), da **degradazione chimica;** (argentee), da **fenomeni fisici** quali la rottura delle macromolecole.

La **degradazione termica** è causata da:
– Temperature o tempo di essicazione troppo elevati;
– Temperatura della massa troppo elevata;
– Sforzo di taglio eccessivo della vite (velocità di rotazione vite eccessiva);
– Sforzo di taglio eccessivo al punto d'iniezione (velocità d'iniezione elevata);

Sfiammature da degradazione termica, causata da attrito eccessivo nel punto d'iniezione.



Venature da degradazione chimica, causata da un eccessivo tempo di permanenza del materiale nel cilindro.

*Esempi di pezzi con **venature da degradazione.***

La degradazione chimica è causata da:
– Temperatura di stampaggio troppo elevata;
– Tempo di permanenza del materiale nel cilindro oltre il massimo consentito;
– Punti di ristagno, angoli morti, usura, corrosione della vite, cilindro, valvola;
– Temperatura eccessiva in uno o più canali caldi.

La temperatura di stampaggio supera il massimo consentito

a – **Verificare** la temperatura del fuso con uno spurgo e con un pirometro;
b – **Ridurre** la temperatura di stampaggio, se oltre il massimo consentito;
c – **Riverificare** la temperatura effettiva del fuso;
d – **Ottimizzare** la velocità di rotazione della vite;
e – **Ottimizzare** il profilo di temperatura delle zone termiche del cilindro;
f – **Ridurre** la contropressione;
g – **Verificare il funzionamento dei controlli termici delle zone termiche.**

Il tempo di permanenza nel cilindro supera il massimo consentito

a – **Se il tempo di permanenza supera di molto** il massimo consentito scegliere un di amento vite inferiore;
b – **Se il tempo di permanenza supera di poco** il massimo consentito, ridurre la velocità di rotazione vite o, se possibile, il tempo di ciclo;
c – **Ridurre** la percentuale di macinato;
d – **Ridurre** la velocità di rotazione della vite;
e – **Controllare** la temperatura del **canale caldo** (se presente);
f – **Verificare il funzionamento del controllo termico del canale caldo.**

Le venature si notano dopo aver scaricato il cilindro

a – **Controllare gli elementi: cilindro, vite, valvole di non ritorno e superfici di tenuta nei riguardi delle “zone di ristagno”;**
b – **Controllare lo stato di usura della vite-cilindro, valvola;**
c – **Controllare lo stato dei granuli e la pulizia della tramoggia.**

Le venature da degradazione sono vicino al punto d'iniezione

a – **Ridurre** la velocità d'iniezione, e usare il profilo lento-veloce;
b – **Verificare se esistono spigoli vivi nei canali di alimentazione;**
c – **Controllare i canali caldi se presenti.**

Le venature da degradazione sono lontano dal punto d'iniezione

a – **Ridurre** la velocità d'iniezione;
b – **Verificare la presenza di spigoli vivi nei canali di passaggio della massa;**
c – **Verificare la presenza di spessori troppo sottili nei canali di alimentazione;**
d – **Controllare lo stato di essicazione del granulato;**
e – **Ridurre la percentuale di macinato;**
f – **Impiegare materiali termicamente più stabili;**
g – **Impiegare coloranti termicamente più stabili.**

DATI TECNICI SULLA PRESSA

È di estrema utilità che sulla pressa, o nelle sue vicinanze, l'attrezzista possa rapidamente consultare la Tabelle delle presse e la Tabella dei materiali, per reperire i dati indispensabili per effettuare impostazioni, ottimizzazioni o interventi sul processo di stampaggio.
Nell'area sovrastante la consolle, inoltre, è importante riportare una targhetta contenente i dati più caratteristici della pressa, che servono per concludere rapidamente analisi che riguardano le problematiche dello stampaggio:

D	.....	[mm]	Sez.	.....	[cm^2]
L/D	.....	[-]	Tipo	.....	
Psi/Pi	.....	[-]			
Vmax rot.	.....	[g/min]	.....	[m/s]	
Vmax in.:	.....	[cm/s]	.....	[cm^3/s]	

VERIFICHE SULLA PRESSA

Quando si inizia ad usare i grafici d'iniezione e le formule, per comprendere meglio il processo di stampaggio e calcolarne i parametri, si scopre che "i conti non tornano" e spuntano le "sorprese". Sulla pressa, c'è qualcosa che non quadra e, quindi, si rendono necessarie verifiche, regolazioni o interventi.
Il problema più grave e la lacuna più radicata, nel mondo dello stampaggio, è la quasi totale indifferenza ai grafici d'iniezione. Durante il Corso, si insiste e si ribadisce che, senza l'uso dei grafici, risulta impossibile:

- comprendere adeguatamente il processo di stampaggio;
- individuare e rimediare alle criticità dello stampo;
- ottimizzare i parametri del programma stampo;
- usufruire dei vantaggi che si potrebbero ottenere sulla qualità e sul profitto.

Le verifiche più importanti sono:

- Verifica della presenza e corretto funzionamento dei grafici d'iniezione;
- Verifica del controllo delle pressioni;
- Verifica del controllo delle velocità (portate);
- Verifica della massima velocità d'iniezione;
- Verifica della massima velocità rotazione vite;
- Verifica delle termocoppie del cilindro di plastificazione;
- Verifica della linearità del movimento spostatori (ginocchiera);
- Verifica del parallelismo dei piani della pressa;
- Verifica della lettura del trasduttore di forza chiusura.

TRASFERIMENTO PROGRAMMA STAMPO

Programma stampo: definito da stampo-materiale-pressa;
Trasferimento programma stampo da una pressa all'altra: i casi più comuni;
Parametri macchina e parametri specifici;
Dati pressa che modificano i parametri del programma stampo;
Modulo e formule di trasferimento del programma stampo.

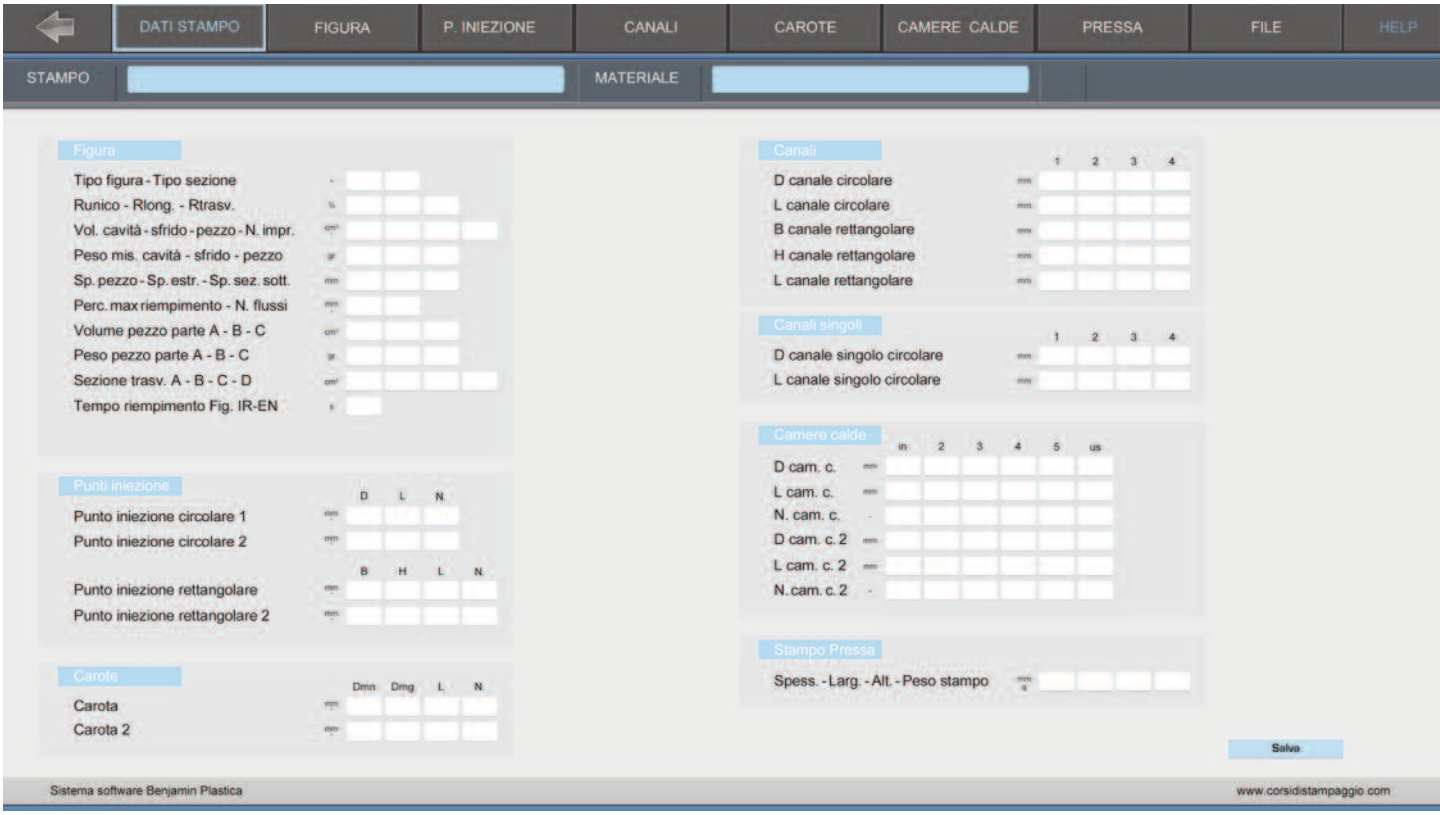
SISTEMA SOFTWARE BENJAMIN PLASTICA

Il software di calcolo automatico Benjamin è lo strumento scientifico col quale si massimizzano le fonti della qualità e del profitto.
La pagina iniziale mette in evidenza il fatto che questo software è già attivo nei settori dello stampaggio dei termoplastici e delle gomme naturali e sintetiche.

Selezionando il software per i termoplastici, appare la schermata dei Moduli presenti nel sistema che è previsto per una o due iniezioni:

IL MODULO “DIMENSIONAMENTI”

Questo modulo serve per dimensionare le cavità stampo con una configurazione massima composta da: ugello, camere calde, carota, canali, punti d’iniezione e figura. Lo scopo di questa ottimizzazione è di consentire la portata massima in figura con una pressione alla commutazione che non superi la Postpressione massima del materiale.
Questa condizione potenzia al massimo la fonte principale della qualità e del profitto.



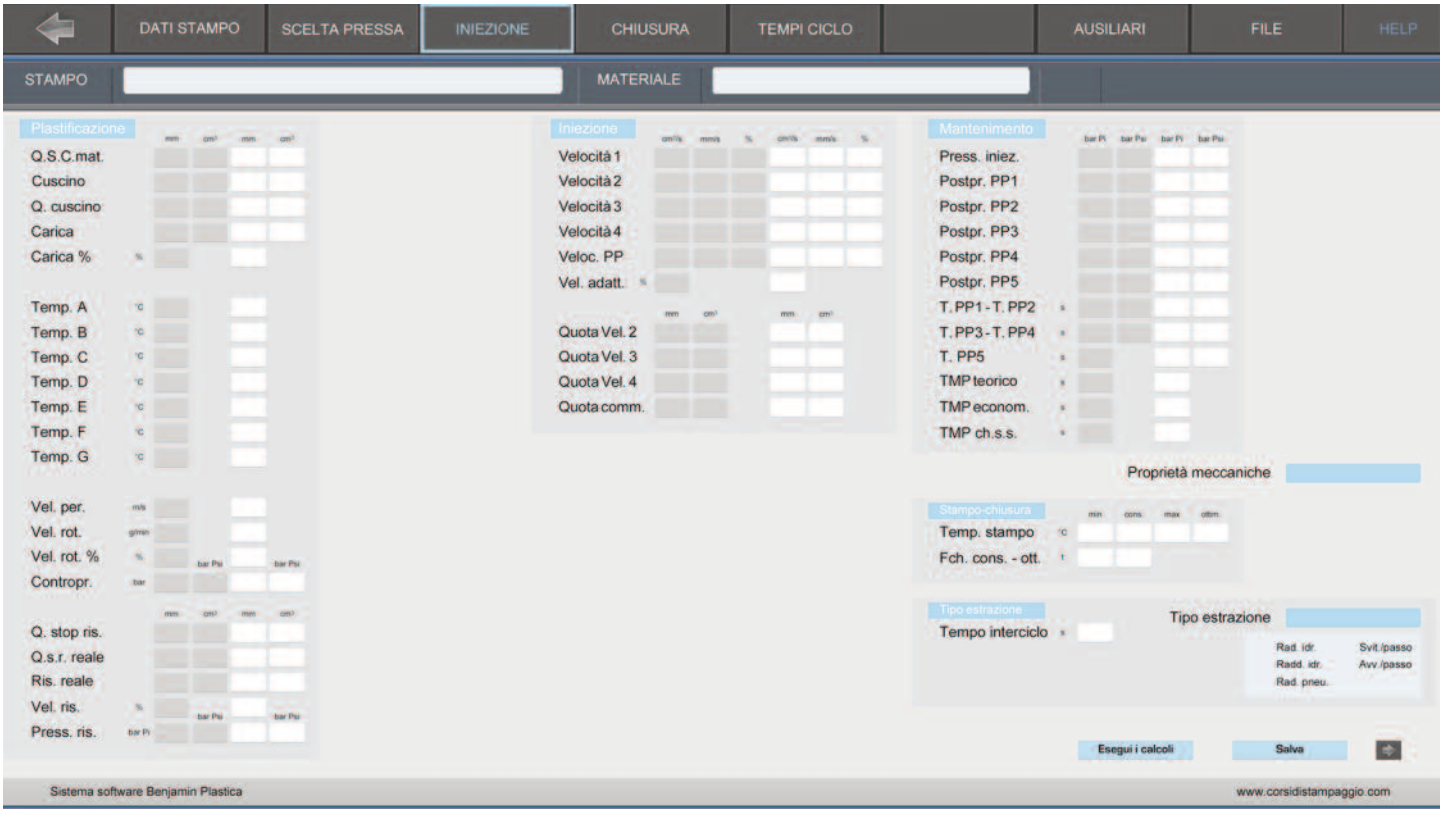
Per assolvere a questo compito, il Modulo contiene le schermate dedicate a: dati stampo, figura, punti iniezione, canali, carota, camere calde e pressa.
Vi è inoltre la sezione “File” in cui si può:

- salvare immagini;
- eseguire PDF;
- salvare in automatico dei PDF sviluppati dai Moduli “Dimensionamenti” e “Prova stampo”;
- gestire files STP per visualizzazioni 3D.

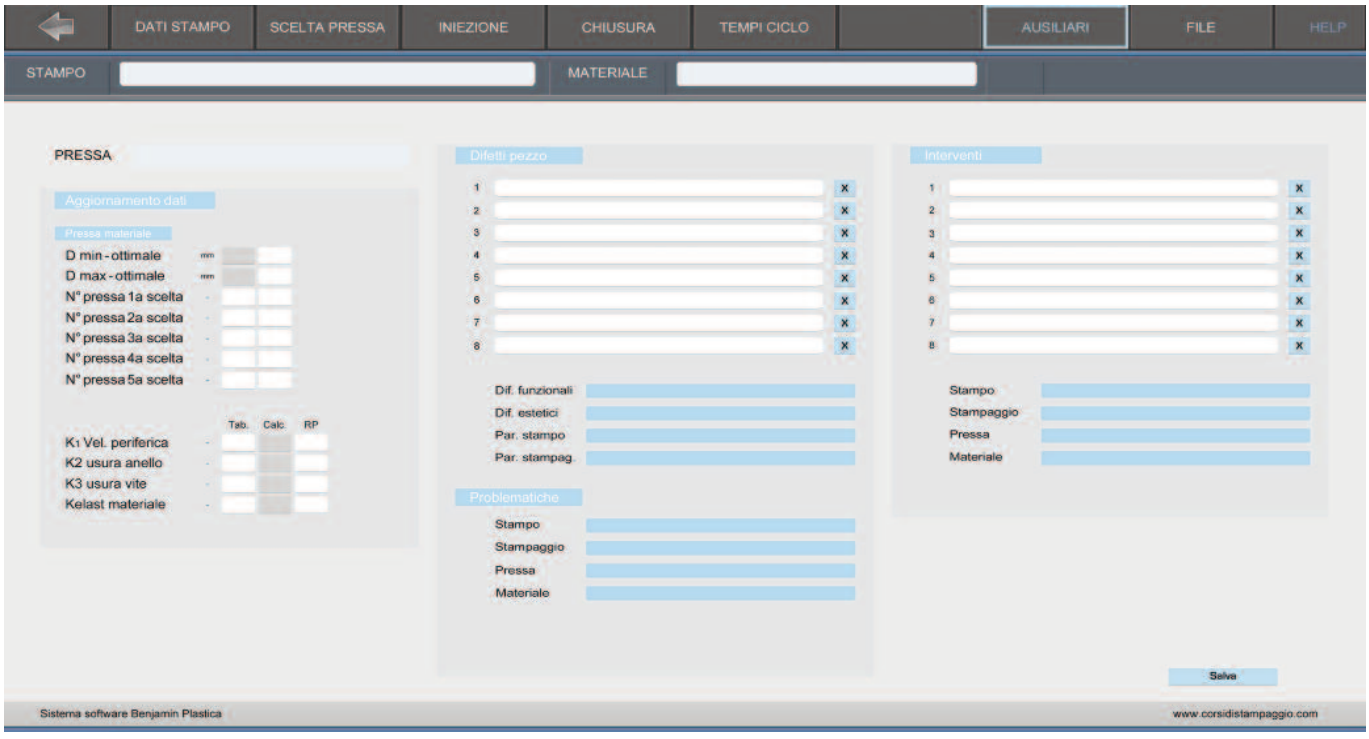
Nell’ultima sezione “Help”, comune a tutti i Moduli, è descritta la procedura d’uso di ciascuna schermata software contenuta nel Modulo.

IL MODULO “PROVA STAMPO”

Dopo aver ottimizzato i dimensionamenti dei passaggi materiale dello stampo, si procede con il calcolo di tutti i parametri che compongono il programma stampo, con il Modulo “Prova stampo”.
Questo modulo è composto dalle schermate dedicate a: dati stampo, scelta pressa ottimale, parametri plastificazione e iniezione, chiusura, tempi ciclo e ausiliari.
Anche in questo Modulo, appaiono le sezioni “File” e “Help”.



Nella schermata “Ausiliari” si possono modificare i parametri pressa soggetti ad usura e si accede all’archivio difetti e azioni correttive per consigli sul come affrontare e risolvere i difetti del pezzo.



IL MODULO “CURVA VISCOSITÀ REALE”

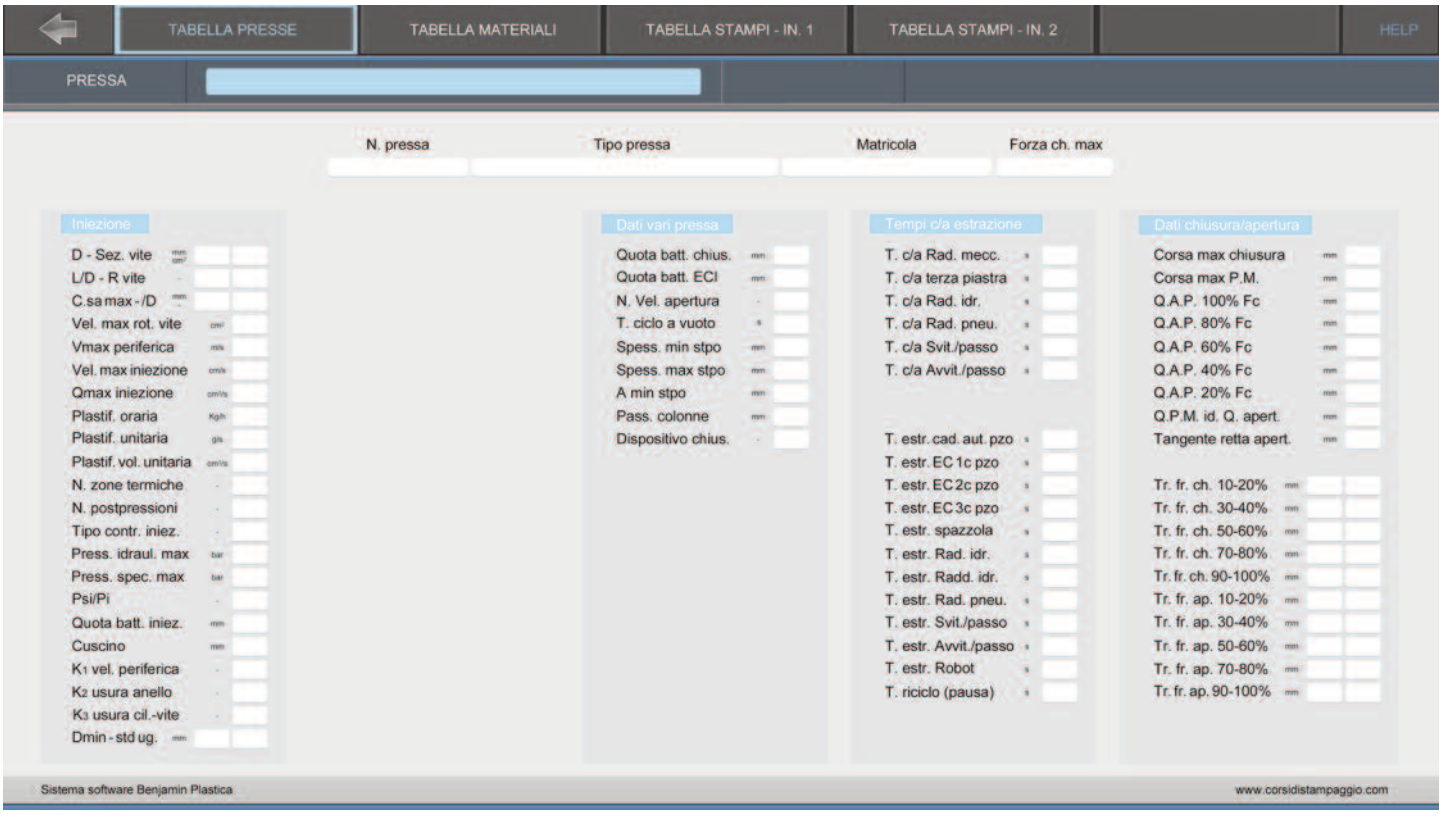
Questo Modulo, già illustrato a pagina 5, è costituito da diverse schermate, dedicate al tipo di pressa utilizzata per la prova, è parte integrante del sistema software Benjamin, ma può essere utilizzato anche come Modulo a se stante, per lo specifico uso del rilevamento della Curva di viscosità reale.
Il Modulo fornisce 30 valori di viscosità, in corrispondenza di altrettanti valori predefiniti di velocità impostate, oppure in presenza di almeno una ventina di questi valori.
Scelta la pressa per la prova, si seleziona la schermata, in funzione delle unità di misura delle velocità e delle corrispondenti pressioni disponibile sulla macchina.
Poi, si inseriscono i dati materiale e pressa:

- Tipo materiale;
- Nome commerciale;
- Fornitore;
- Temperatura di stampaggio e le due superiore e inferiore di 20°C;
- Diametro vite della pressa;
- Velocità massima d’iniezione;
- Rapporto Psi/Pi;
- Diametro ugello pressa;
- Lunghezza ugello pressa.

Impostate le velocità e rilevati i corrispondenti valori reali insieme a quelli di pressione, si eseguono i calcoli e si rappresenta la Curva, sul grafico della schermata.

IL MODULO “VISUALIZZAZIONE TABELLE”

Serve per visualizzare tutti i dati delle Tabelle presse, materiali e stampi.
La schermata sottostante è relativa alla Tabella presse.
La Tabella materiali è contenuta in una sola schermata:
La Tabella stampi, invece, è suddivisa in due schermate per i dati stampo della prima e seconda cavità.



Supporti didattici

Per il supporto didattico, da consegnare ad ogni partecipante al Corso, verrà fornito gratuitamente il PDF ad alta risoluzione del "Vademecum" al Cliente per la stampa in proprio delle copie necessarie.

Corsi presso la sede Cliente

Richiesta di un Corso

Per concordare contenuti e modalità di un Corso e ricevere un preventivo, contattare:

ADESSA
injection moulding knowledge

Via Sant'Antonio, 28
Brescia 25133
Tel. 377 5161732
E-mail: adessa.luca@gmail.com

www.corsidistampaggio.com
www.softwarestampaggio.com

Documenti per la richiesta di finanziamenti per Corsi di formazione

Per le richieste di finanziamento di Corsi di formazione, siamo in grado di fornire:

- curriculum vitae del Docente;
- programma del Corso, previamente concordato;
- PDF dei supporti didattici forniti al Corso;
- altri documenti che attestano l'impostazione professionale del Corso.