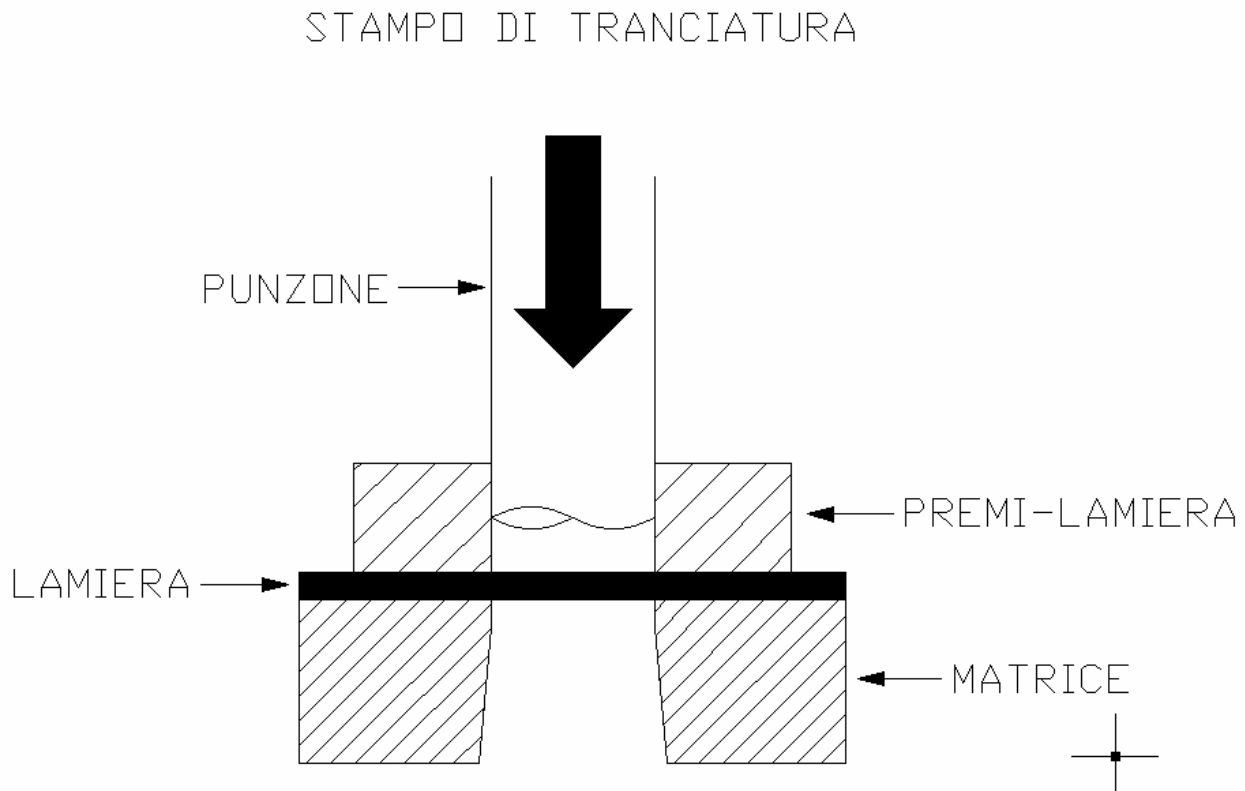


Alice Tosin, *Un progetto del Dipartimento di Meccanica: realizzazione di uno stampo di tranciatura per lamiera.*

La classe 4MA del Dipartimento di Meccanica dell'ITI "Omar" di Novara dal gennaio 2011 ha intrapreso, su proposta dei docenti di Tecnologia Meccanica e Laboratorio, lo studio per la realizzazione di uno stampo di tranciatura per lamiera. Questo lavoro ha due essenziali obiettivi didattici: il primo prevede di verificare sperimentalmente le sollecitazioni a cui è sottoposto il materiale (lamiera) durante l'operazione di tranciatura, applicando le nozioni teoriche apprese nel corso dell'anno scolastico, il secondo prevede, dopo una adeguata analisi delle forze che intervengono nel processo, di procedere al dimensionamento dei singoli particolari, alla loro realizzazione pratica e all'assemblaggio del complessivo, approfondendo in questo modo lo studio delle macchine utensili e delle tecniche di lavorazione e montaggio.

La tranciatura è una lavorazione plastica a freddo che consiste nel sollecitare a taglio una lamiera posta tra due taglienti sagomati, punzone e matrice, generando una frattura che riproduce la forma dei taglienti stessi. Il prodotto della tranciatura è rappresentato dal pezzo tagliato. Questa operazione permette di produrre dei pezzi di lamiera di forma e dimensioni prestabilite.



Si è deciso di costruire un'attrezzatura in grado di effettuare la tranciatura di lamiere di acciaio o in lega di alluminio, di spessore inferiore o uguale a 1 mm, utilizzando la forza prodotta da un cilindro oleodinamico. Si vuole realizzare uno stampo a blocco dotato di matrice e punzone smontabili, al fine di poter ottenere con la stessa macchina profili differenti. Verranno realizzati due esemplari dello stesso stampo, uno per ciascuno dei due gruppi nei quali la classe viene normalmente organizzata nelle ore di laboratorio.

Il piano di lavoro prevede due fasi: una prima fase di studio, attualmente in corso, che verrà terminata nel presente anno scolastico 2010-2011, e una successiva di realizzazione pratica dell'attrezzatura, prevista per il prossimo anno.

Partendo dal disegno di una prima possibile versione della tranciatrice, presentatoci dal docente di laboratorio, sono stati effettuati i disegni costruttivi e sono stati compilati i cicli di lavorazione di ogni componente.

A ciascun allievo, o a gruppi di due, è stato assegnato lo studio di un particolare, come dal seguente prospetto:

- basamento: Riccardo Surace
- montante: Antonio Fusco
- traversa: Matthew Albieri, Davide Ronzulli
- piastra inferiore: Andrea Clemente, Simone Negrelli
- piastra intermedia: Federico Manfreda, Emanuele Panarello
- piastra superiore: Zakaria El Mharrar, Alessandro Scifo
- matrice con espulsore: Alice Tosin
- porta-punzone: Matteo Nebbia

Per avviare la realizzazione è stato necessario, innanzitutto, verificare quali grezzi fossero disponibili in magazzino, al fine di ridurre al minimo le spese di acquisto del materiale.

Il lavoro di progettazione e dimensionamento di ciascun particolare ha reso necessaria la collaborazione fra tutti i componenti della classe, in quanto i vari pezzi si dovranno accoppiare perfettamente fra loro, tenendo conto di eventuali giochi o interferenze, bloccaggi o movimenti reciproci fra le parti. Ognuno ha deciso il metodo di lavoro ritenuto più idoneo, scegliendo di utilizzare le macchine utensili tradizionali, quali tornio, trapano e fresatrice oppure, per la lavorazione dei componenti che richiedevano una tolleranza dimensionale più ristretta, come ad esempio la matrice, il centro di lavoro a controllo numerico (CNC).

Questa prima fase del lavoro ha dimostrato che occorreva ripensare il disegno iniziale dell'assemblato. Si è quindi proceduto alla sua modifica, inserendo le misure corrette e i vari componenti di collegamento ipotizzati.

Sono state calcolate le forze agenti durante il processo di tranciatura, quali la forza di taglio (forza di tranciatura) e la forza di movimentazione delle piastre porta-punzone e premi-lamiera, tenendo conto di fattori quali la contropressione esercitata dall'espulsore, la spinta delle molle, la resistenza del materiale da tranciare, lo spessore della lamiera e il tipo di taglio che si vuole ottenere. Si è potuto a questo punto calcolare il gioco teorico tra matrice e punzone, al fine di poterli dimensionare, il diametro del cilindro in grado di esercitare tale sforzo di taglio, la velocità di avanzamento del punzone e la precisione della lavorazione.

È stato necessario ripetere più volte questi calcoli, ipotizzando diversi valori per lo spessore della lamiera e per il diametro del pistone, ottenendo di volta in volta valori di forza di taglio e di pressione da impiegare diversi, fino ad avere risultati ritenuti accettabili per una tranciatrice di queste dimensioni.

Per l'effettuazione dei calcoli si sono considerati i seguenti valori teorici:

$$s = 1\text{mm}$$

$$\tau = 80\text{ N/mm}^2$$

$$p = 70\text{ bar}$$

$$d_N = 30\text{mm}$$

$$s = \text{spessore della lamiera}$$

$$\tau = \text{carico unitario di rottura a sforzo di taglio}$$

$$p = \text{pressione del fluido di lavoro (olio)}$$

$$d_N = \text{diametro nominale del disco tranciato}$$

Vengono di seguito riportati i calcoli eseguiti per il dimensionamento dello stampo di tranciatura:

$$l = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 30\text{mm} = 94,2\text{mm}$$

$$F_T = \tau \cdot l \cdot s = 80\text{N/mm}^2 \cdot 94,2\text{mm} \cdot 1\text{mm} = 7536\text{N}$$

$$d_C = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_T \cdot 1,5}{\pi \cdot p \cdot 9,81}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{7536\text{N} \cdot 1,5}{3,14 \cdot 70\text{bar} \cdot 9,81}} = 4,6\text{cm} \cong 50\text{mm}$$

$$g_{MIN} = \frac{c_{MIN} \cdot s \cdot \sqrt{\tau}}{\sqrt{10}} = \frac{0,005 \cdot 1 \cdot \sqrt{80}}{\sqrt{10}}\text{mm} = 0,014\text{mm}$$

$$g_{MAX} = \frac{c_{MAX} \cdot s \cdot \sqrt{\tau}}{\sqrt{10}} = \frac{0,035 \cdot 1 \cdot \sqrt{80}}{\sqrt{10}}\text{mm} = 0,09\text{mm}$$

$$g = \frac{g_{MAX} + g_{MIN}}{2} = \frac{0,09 + 0,014}{2}\text{mm} = 0,05\text{mm}$$

$$D_M = d_N + g \cdot s = (30 + 0,05 \cdot 1)\text{mm} = 30,05\text{mm}$$

$$d_P = d_N - g \cdot s = (30 - 0,05 \cdot 1)\text{mm} = 29,95\text{mm}$$

l = perimetro della figura tranciata

F_T = forza di taglio

d_C = diametro del cilindro oleodinamico

g = gioco tra punzone e matrice

c è un coefficiente che varia da 0,005 (sforzo di tranciatura minimo) a 0,035 (taglio netto e preciso)

D_M = diametro della matrice

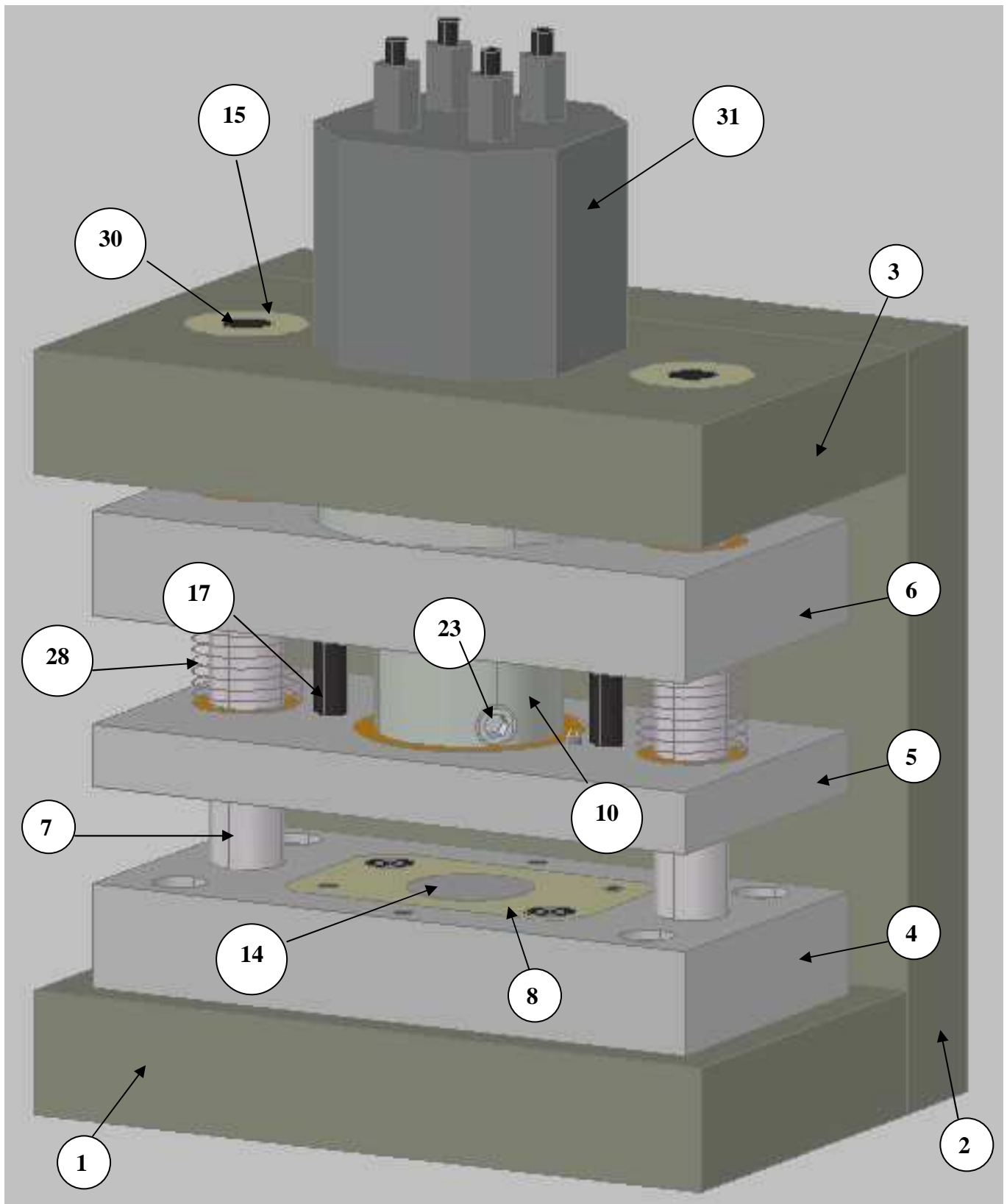
d_P = diametro del punzone

Si sono effettuate ulteriori modifiche per quanto riguarda le dimensioni complessive dello stampo, le quali sono state ridotte in modo da ottenere un ingombro totale pari a mm. 180 x 130 x 180, senza cilindro.

Si è inoltre attuato uno studio particolare per quanto riguarda il posizionamento, l'arresto e l'avanzamento della lamiera, decidendo la realizzazione di un bordino perimetrale, e quella di un espulsore, inserito nella matrice, per permettere una più semplice fuoriuscita del pezzo dallo stampo una volta tranciato. Si è deciso di effettuare un bloccaggio del punzone di tipo Weldon, simile a quello impiegato su molti portautensili, mediante l'utilizzo di un apposito grano (vite senza testa di dimensioni ridotte).

Per i collegamenti fra le parti si sono impiegate viti a testa cilindrica con esagono incassato (TCEI) di varie dimensioni, viti a testa svasata e spine cilindriche di posizionamento. Sono state progettate anche delle boccole, da inserire fra le guide cilindriche (colonne) e le piastre, al fine di garantire un adeguato scorrimento fra i due elementi.

Si è realizzato quindi il disegno finale dello stampo e la distinta base di tutti i componenti dell'assemblato, inserendo per ognuno i dati relativi circa quantità, materiale e dimensione del grezzo. Qui di seguito si riproduce tale disegno nelle sue varie componenti. Come già accennato, si prevedono la realizzazione pratica dello stampo e il suo collaudo entro il prossimo anno scolastico: l'iniziativa impone tempi lunghi vista la sua natura complessa, che richiede di ripensare globalmente il progetto ogni volta si introduce in esso qualche sia pur circoscritta modifica.



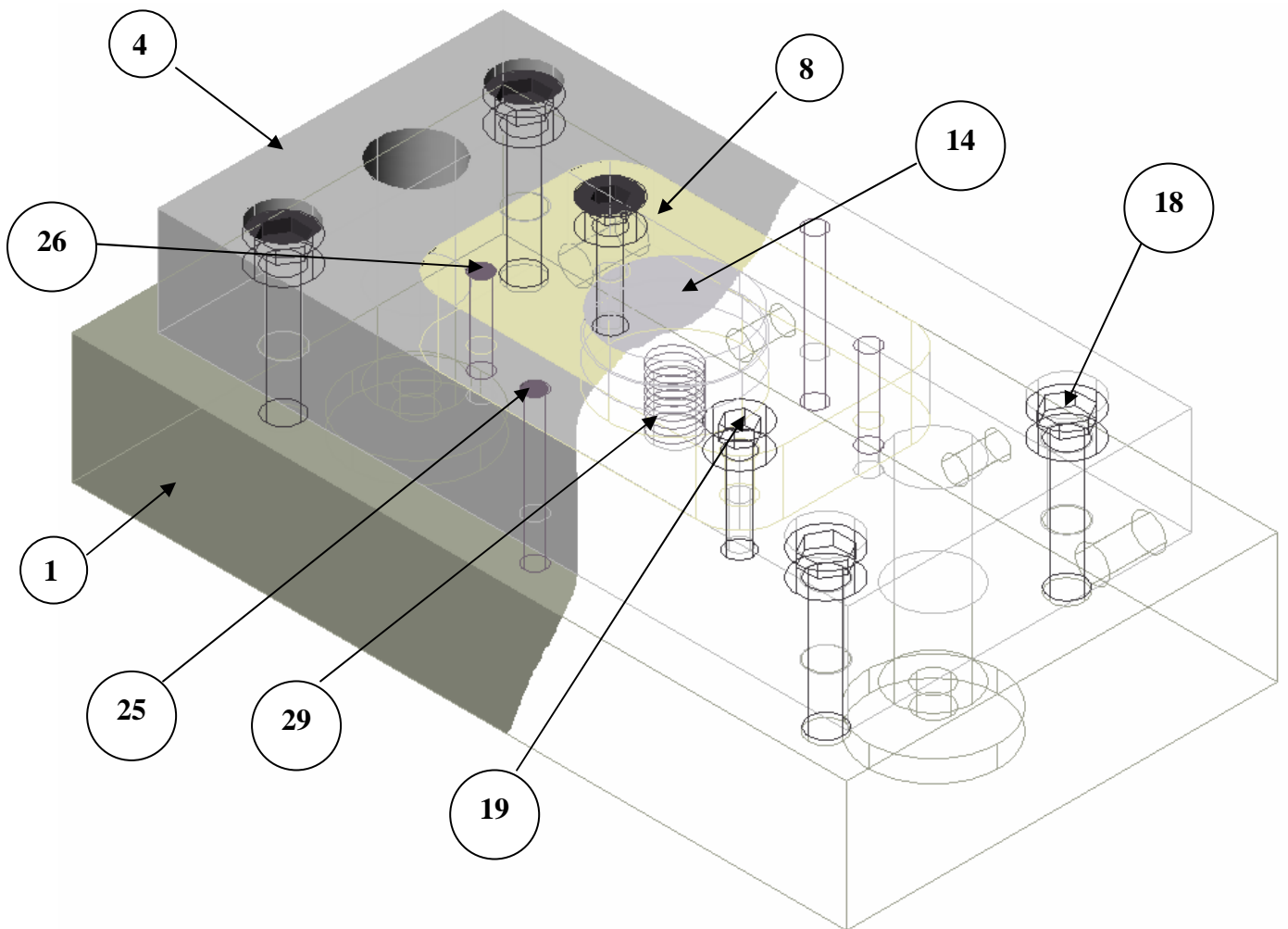
Dal punto di vista costruttivo si può individuare nel complessivo una struttura di sostegno principale all'interno della quale si trova il gruppo operativo, diviso a sua volta in tre sotto-gruppi: assieme basamento, assieme piastre e assieme traversa.

La struttura completa rispecchia lo schema "a sviluppo piramidale" indicato di seguito, nel quale sono riconoscibili, a diverso livello gerarchico, i vari assiami, sotto-assiami e singoli particolari.

Denominazione	Dimensioni	N° particolare	Quantità
ASSIEME STAMPO			
• ASSIEME CORPO CENTRALE			
•• ASSIEME BASAMENTO			
••• ASSIEME PIASTRA INFERIORE			
•••• piastra inferiore		4	1
•••• matrice		8	1
•••• espulsore		14	1
•••• molla a tazza	B35GR2	29	1
•••• vite TCEI	M6x20	19	2
•••• spina cilindrica	φ 5x20	26	2
••• basamento		1	1
••• vite TCEI	M8x30	18	4
••• spina cilindrica	φ 5x35	25	2
•• ASSIEME PIASTRE			
••• ASSIEME PIASTRA PORTA PUNZONE			
•••• ASSIEME PIASTRA SUPERIORE			
••••• piastra superiore		6	1
••••• boccola		13	2
•••• ASSIEME PORTA PUNZONE			
••••• porta punzone		10	1
••••• punzone		9	1
••••• grano	M10x10	23	1
•••• vite TCEI	M6x12	20	2
•••• spina cilindrica	φ 6x20	27	2
••• ASSIEME PIASTRA INTERMEDIA			
•••• piastra intermedia		5	1
•••• boccola		11	1
•••• boccola		12	2
••• vite TCEI	M8x50	17	2
•• ASSIEME TRAVERSA			
••• traversa		3	1
••• cilindro		31	1
••• nipplo		16	1
••• vite TCEI	M8x80	21	4
•• colonna		7	2
•• molla	2x24x50	28	2
•• rondella		15	4
•• vite TS	M8x30	30	4
• montante		2	1
• vite TCEI	M8x50	22	4
• spina cilindrica	φ 6x40	24	4

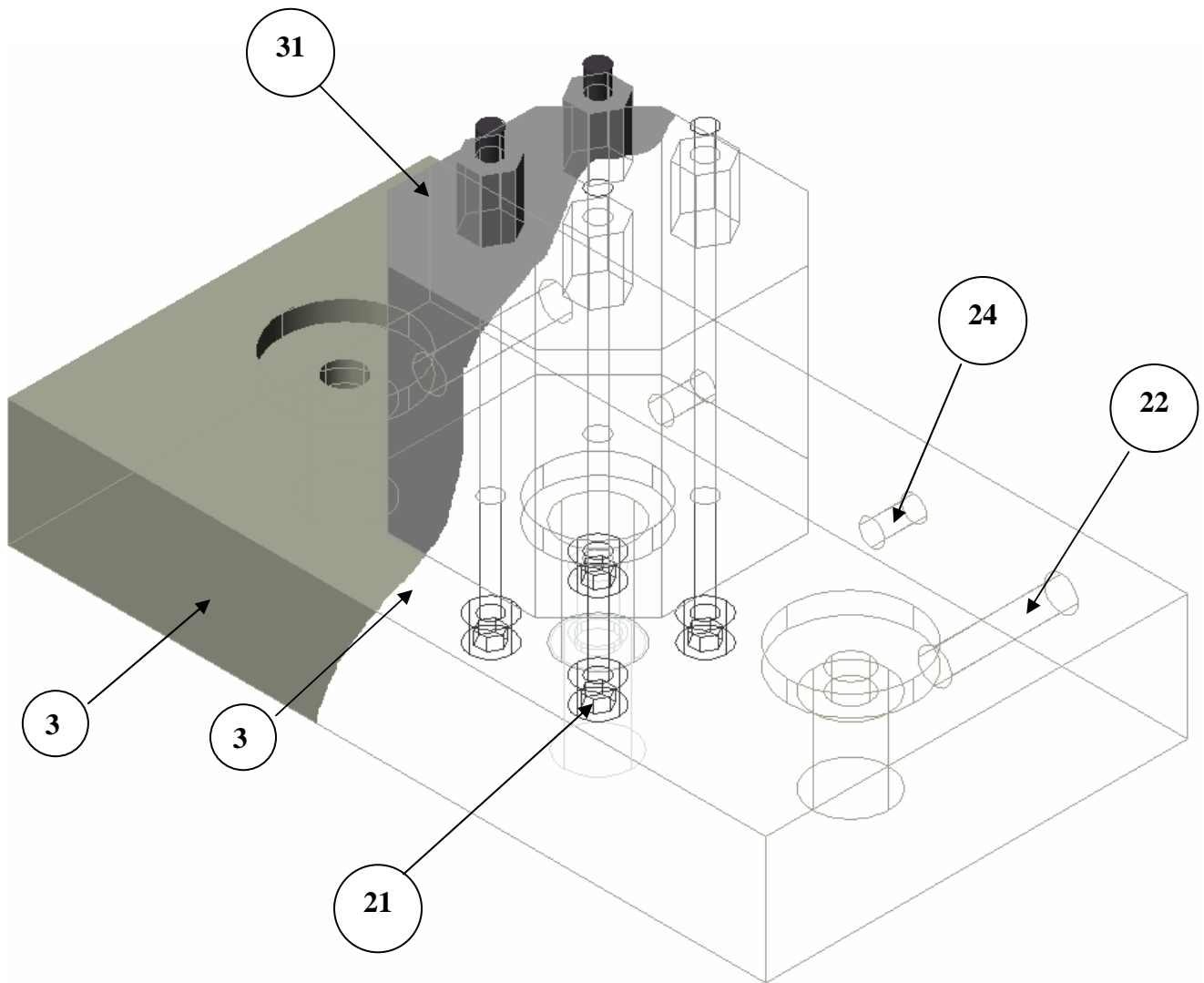
La struttura portante dello stampo è composta da un basamento, al quale è fissato un montante di sostegno e una traversa, tenuti insieme da viti e spine disposte trasversalmente rispetto al montante, in modo da formare una struttura a C.

Sul basamento è posizionata la piastra inferiore contenente la matrice. All'interno di quest'ultima si trova l'espulsore, il quale permette un più facile recupero del prodotto ottenuto, e che è movimentato da una molla posta sotto di esso, la quale permette il ritorno dell'espulsore nella posizione iniziale una volta effettuata la tranciatura.



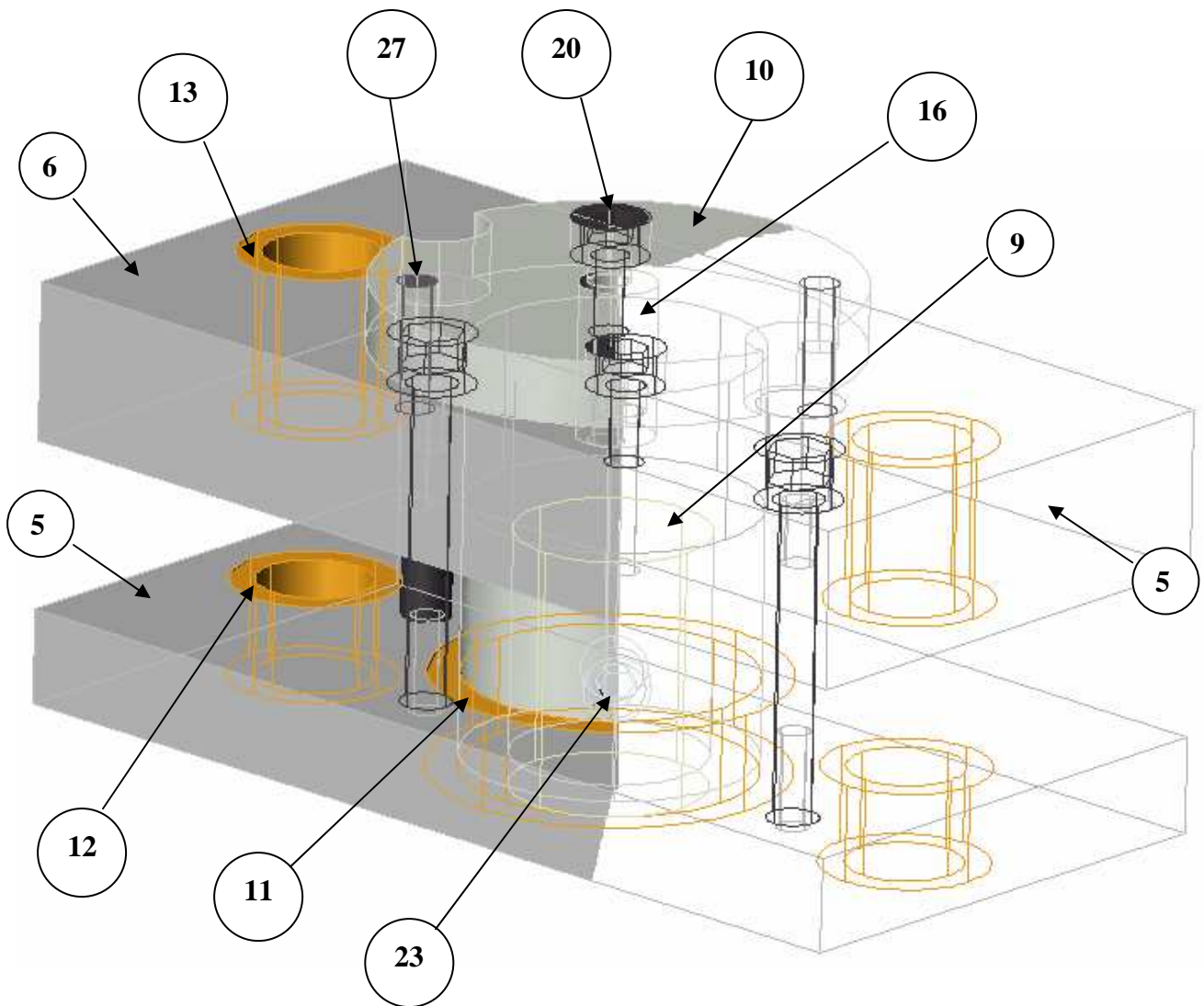
ASSIEME BASAMENTO

Nella parte superiore della traversa è posizionato il cilindro oleodinamico, il cui stelo viene fissato al porta-punzone mediante un nipplo, organo filettato di collegamento, mentre nella parte inferiore è alloggiato il porta-punzone, all'interno del quale viene montato il punzone mediante bloccaggio Weldon. Per limitare le dimensioni, si è scelto di adottare un cilindro compatto a corsa breve, a doppio effetto, con corpo in lega di alluminio anodizzato e pistone in acciaio al carbonio cromato.



ASSIEME TRAVERSA

Il porta-punzone viene montato sulla piastra superiore, mentre tra quest'ultima e la piastra inferiore viene posizionata la piastra intermedia, la quale svolge la funzione di premi-lamiera. Sulle piastre intermedia e superiore sono montate delle boccole rettificate, al fine di ridurre al minimo gli attriti e consentire un perfetto scorrimento delle due piastre lungo le colonne guida. Le due colonne hanno inoltre la funzione di fornire un ulteriore sostegno alla struttura e vengono fissate alla traversa e al basamento mediante rondelle e viti. La piastra intermedia è collegata a quella superiore mediante due viti fissate in quella intermedia e libere in quella superiore, in modo da consentire la discesa del premi-lamiera senza ostacolare quella del punzone e il ritorno degli elementi nella posizione iniziale anche grazie a due molle poste nel segmento delle colonne compreso fra le due piastre.



ASSIEME PIASTRE

Alice Tosin, *Descrizione del funzionamento dello stampo.*

La lavorazione di tranciatura avviene secondo la sequenza di operazioni di seguito descritte:

- viene fissato il punzone scelto al porta-punzone e la rispettiva matrice nella piastra inferiore;
- viene posizionata sulla piastra inferiore la lamiera da tagliare;
- viene portata in pressione la camera posteriore del cilindro oleodinamico mediante il fluido di lavoro (olio), generando l'uscita dello stelo e la discesa di piastra superiore, piastra intermedia e porta-punzone (assieme centrale);
- la piastra intermedia viene a contatto con la lamiera ed effettua il bloccaggio della stessa mentre la piastra superiore, vincendo la resistenza delle molle, consente al punzone di continuare la discesa e venire a contatto della lamiera;
- il punzone effettua la tranciatura della lamiera, vincendo la resistenza del materiale da tagliare e la forza della molla dell'espulsore;
- viene portata in pressione la camera anteriore del cilindro e scaricata la pressione in quella posteriore generando la corsa di risalita di porta-punzone, piastra intermedia e piastra superiore;
- la molla dell'espulsore consente il recupero del prodotto tranciato, mentre le molle delle colonne permettono il ritorno della piastra superiore alla posizione iniziale.