



**OFFICINA  
EMILIA**

OFFICINA EMILIA | LABORATORIO DI STORIA DELLE COMPETENZE E DELL'INNOVAZIONE NELLA MECCANICA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA  
Via Tito Livio, 1 | 41100 Modena | tel. 059 2057112 | fax 059 2057113  
www.officinaemilia.it | info.oe@unimore.it | partita IVA 00427620364

## **SCHEDA MACCHINA UTENSILE**

### **Fresatrice Induma**

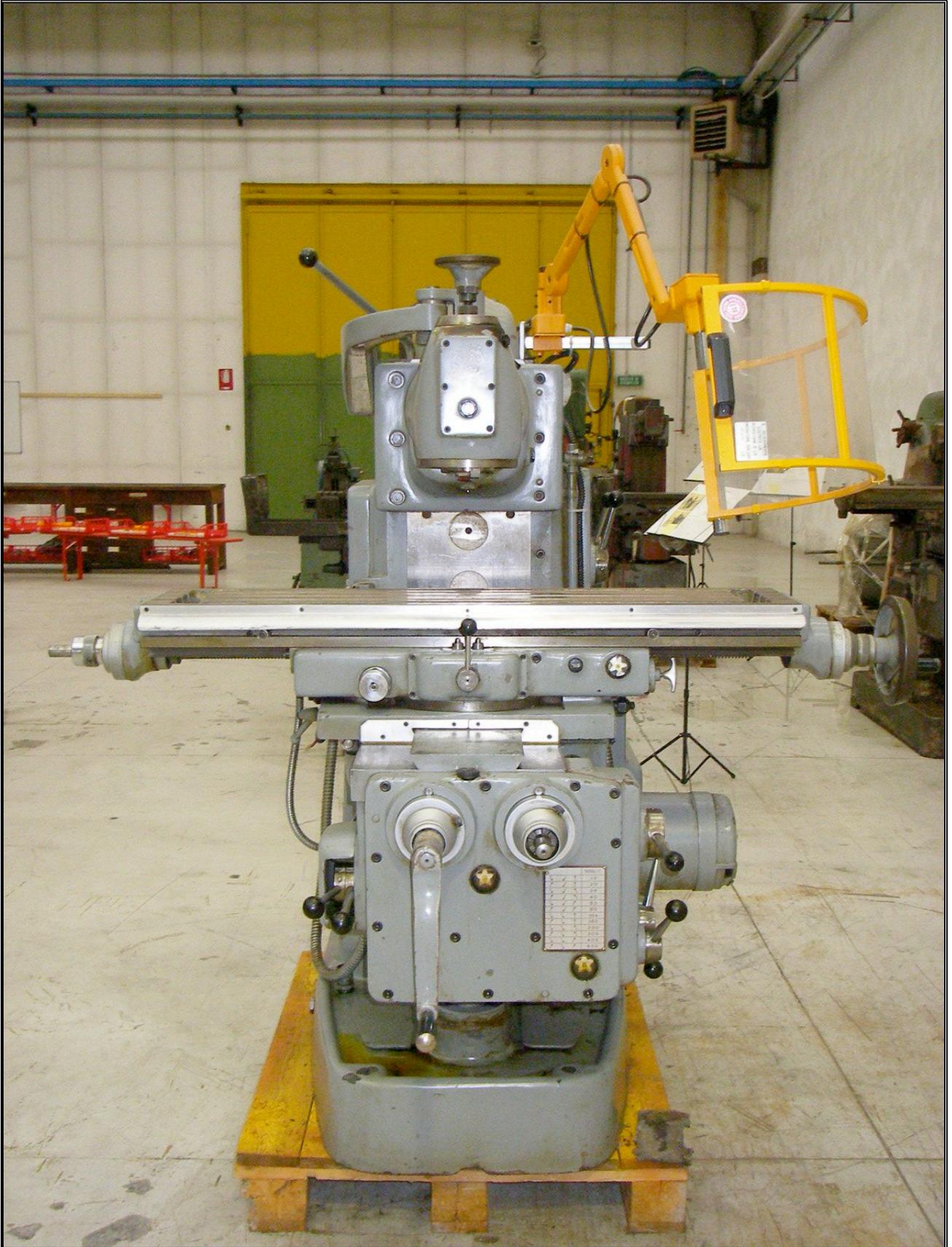


A cura di **Gianluca Fontana**  
Progetto stage del Master in  
"Conservazione, Valorizzazione e Gestione  
del Patrimonio Industriale"  
realizzato in collaborazione con Officina Emilia  
Università di Modena e Reggio Emilia  
Modena, novembre 200

### Inquadramento generale:

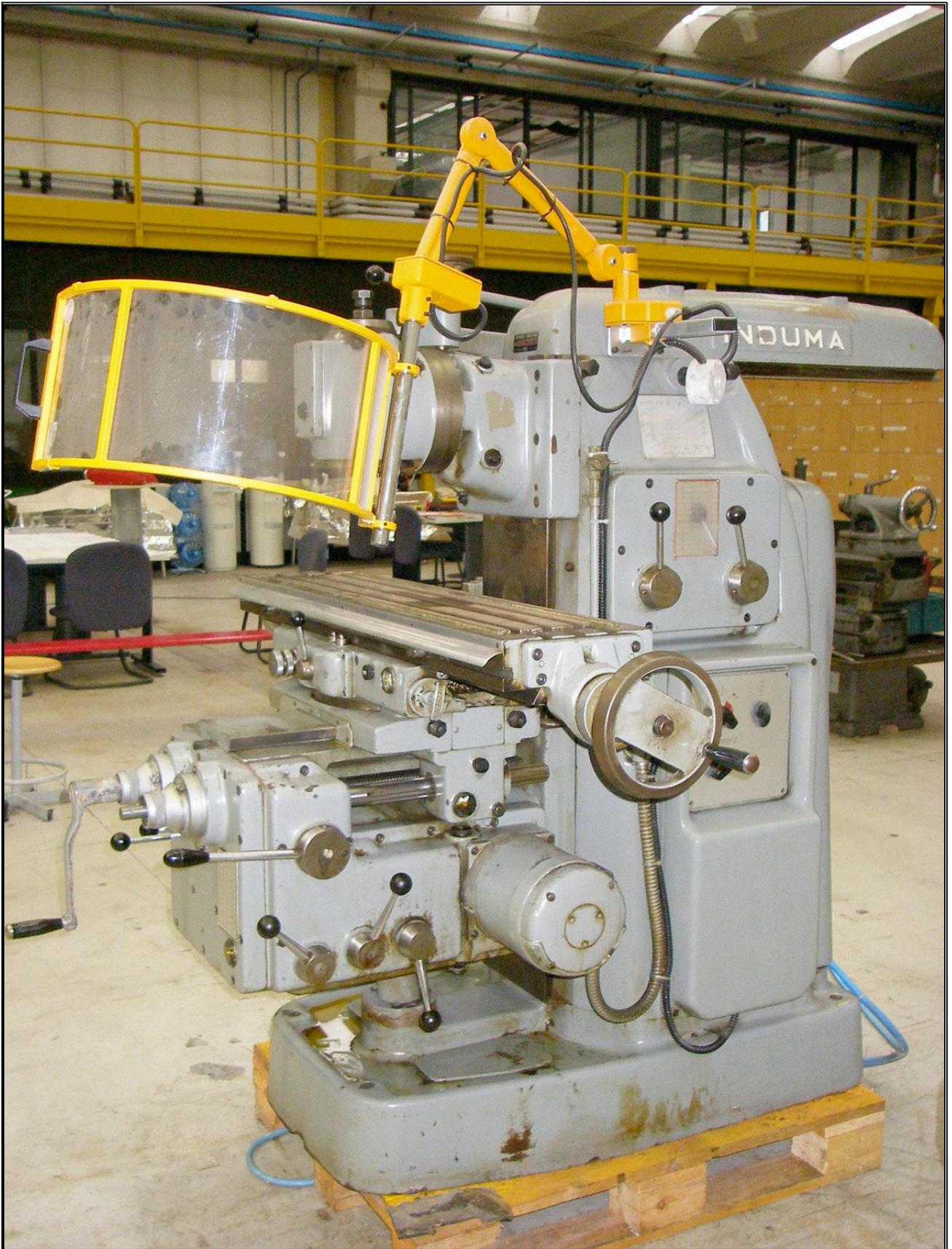
Le fresatrici sono le macchine utensili più diffuse nelle officine dopo i torni. Lavorano per asportazione di materiale utilizzando un utensile, la fresa, definito politagliante poiché possiede diversi denti la cui azione, per ciascun dente, è simile a quella di un utensile monotagliante (come ad esempio gli utensili utilizzati nel tornio). La fresa è un utensile che viene utilizzato anche da altre macchine, come ad esempio le alesatrici. La fresa possiede un moto di taglio (movimento che consente l'asportazione del materiale in eccesso sotto forma di truciolo) di tipo rotatorio, mentre il pezzo da lavorare è fissato con staffe e bulloni alla tavola e possiede un moto di alimentazione (movimento che permette l'avanzamento della lavorazione) di tipo rettilineo.

Esistono 3 principali tipologie di fresatrici: fresatrice orizzontale (mandrino e albero porta fresa orizzontali), fresatrici verticali (mandrino e albero porta fresa verticali), fresatrice universale (unisce le funzionalità delle altre due e possiede una tavola porta pezzi con una piattaforma girevole da 0 a 90° sul piano orizzontale, spesso unita ad un accessorio chiamato "divisore" per una più precisa rotazione e lavorazione dei pezzi). La fresatrice universale, per queste ragioni, permette una grande varietà di lavorazioni, risultando idonea all'utilizzo in attrezzerie dove sono richieste flessibilità e duttilità nelle lavorazioni a fronte di un numero limitato di pezzi lavorati, molto spesso pezzi unici, campionature, singole modifiche o adattamenti e piccolissime serie.









## 1. Descrizione fisica

### Denominazione:

Fresatrice Universale Induma

### Modello:

1U-CE

### Matricola numero:

"1130267" punzonato sul piano guida di scorrimento longitudinale della tavola.

### Ingombri e pesi:

l. 160 cm x p. 160 cm x h. 190 cm, 1700 kg.

### Principali parti che compongono la macchina:

Basamento, montante, traversone/slittone, mensola con slitte/guide di scorrimento verticale, tavola porta pezzi per staffatura del pezzo in lavorazione, slitte/guide di scorrimento tavola per movimento trasversale, longitudinale e di rotazione; viti conduttrici di comando tavola; nonio per graduare lo spostamento; testa verticale (riceve il moto da una coppia conica che trasforma la rotazione del motore elettrico dall'asse orizzontale all'asse verticale) e mobile (può ruotare sull'asse orizzontale e lavorare inclinata oppure essere spostata di lato sull'apposito braccio per lavorazioni con albero porta frese orizzontale); cono porta utensile ASME 40 (1"  $\frac{3}{4}$ ) sulla testa verticale; motore per la rotazione degli utensili; motore per le traslazioni della tavola; fermi per la passata in automatico; cinghie e pulegge; cambio di velocità mandrino e cambio di velocità avanzamento (targhetta sul fianco della macchina con diagramma a ventaglio per il calcolo delle velocità di taglio e la scelta dei giri al minuto dell'utensile in base al diametro della fresa utilizzata).

### Caratteristiche tecniche:

Tavola: superficie della tavola: 1120mm x 254mm; numero e dimensioni scanalature a "T": 3x16mm; distanza tra le scanalature: 55mm; rotazione nei due sensi: 45°; spostamenti manuale/automatico: longitudinale 720mm/700mm, trasversale 250mm/230mm, verticale 420mm/400mm; distanza tra asse mandrino e tavola (min/max): 0/420mm;

Mandrino: cono ASME 40 (1"  $\frac{3}{4}$ ); numero cambi di velocità: 12 (da 25 a 1500 giri/min);

Avanzamenti: numero cambi di velocità: 12 (longitudinale e trasversale da 13 a 620, verticale da 6,5 a 310); passo delle viti: 6;

La macchina è dotata di arresti elettrici automatici che consentono l'arresto della tavola con una precisione di +o- 0,1mm.

### Energia motrice:

3 motori elettrici: motore mandrino (4/6 poli): 3,5 CV; motore avanzamenti (4 poli): 1,3 CV; motore elettropompa liquido lubrorefrigerante: 0,12 CV.

### Principali organi di controllo:

Sulla mensola: comandi e noni per la traslazione della tavola porta pezzo, leve di movimento e arresto automatico tavola, fermi automatici, leve per comandare il cambio di velocità per la traslazione della tavola, comandi per la lubrificazione delle parti mobili;

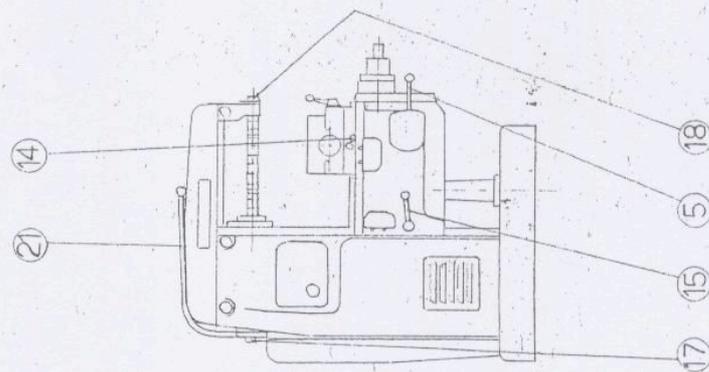
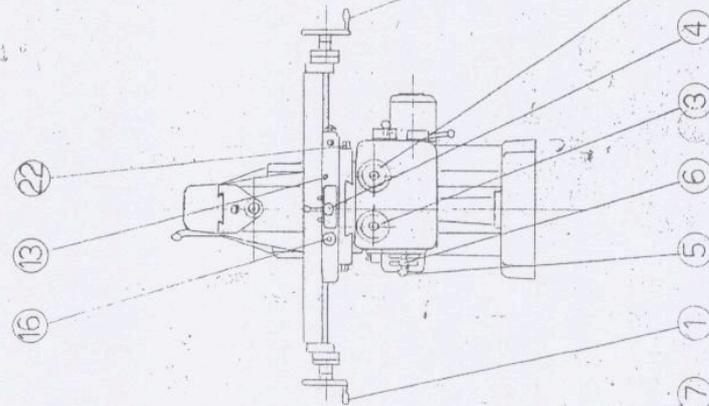
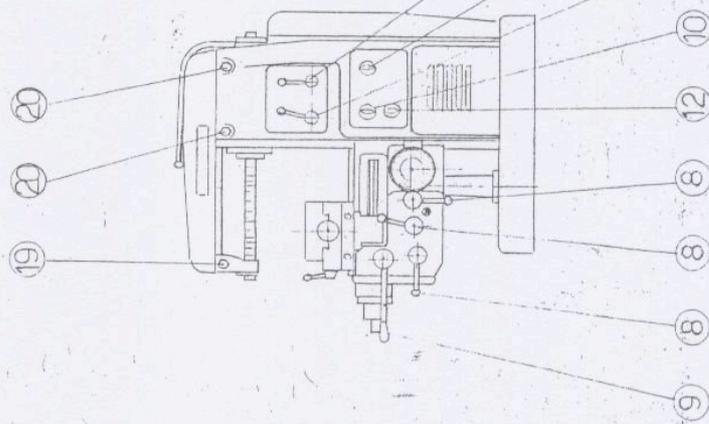
Sul montante: interruttore di avviamento del motore per il movimento automatico tavola, interruttore per selezionare il senso di rotazione della fresa e la velocità del motore, interruttore per l'accensione della pompa del liquido lubrorefrigerante, cambio di velocità fresa, sblocco a spostamento testa verticale, innesto frizione mandrino.

Schema analitico degli organi di controllo:

- ① Volantino per comando movimento longitudinale  
Handwheel for longitudinal movement control
- ② Comando trasversale  
Cross control
- ③ Comando verticale  
Vertical control
- ④ Leva innesto movimento longitudinale  
Lever for engaging the longitudinal movement
- ⑤ Leva innesto movimento trasversale  
Lever for engaging the cross movement
- ⑥ Leva innesto movimento verticale  
Lever for engaging the vertical movement
- ⑦ Leva per selezione velocità mandrino  
Lever for selecting the spindle speeds

- ⑧ Leva per selezione velocità avanzamento  
Lever for selecting the feed speeds
- ⑨ Leva comando avanzamenti rapidi  
Control lever for rapid traverses
- ⑩ Interruttore-commutatore motore mandrino  
Spindle motor switch
- ⑪ Interruttore motore pompa refrigerante  
Coolant pump switch
- ⑫ Interruttore motore avanzamenti  
Feed motor switch
- ⑬ Bloccaggio tavola  
Locking for table
- ⑭ Bloccaggio carro  
Locking for car

- ⑮ Leva bloccaggio mensola  
Lever for locking the knee
- ⑯ Controllo fresatura unidirezionale  
Climb milling control
- ⑰ Bloccaggio albero portafresa  
Locking for milling arbor
- ⑱ Bloccaggio fresa  
Locking for tool
- ⑲ Bloccaggio supporto albero portafresa  
Locking for milling arbor support
- ⑳ Bloccaggi alittone  
Lockings for overarm
- ㉑ Innesco frizione mandrino  
Lever for engaging the spindle clutch
- ㉒ Bloccaggio rotazione carro  
Locking for car

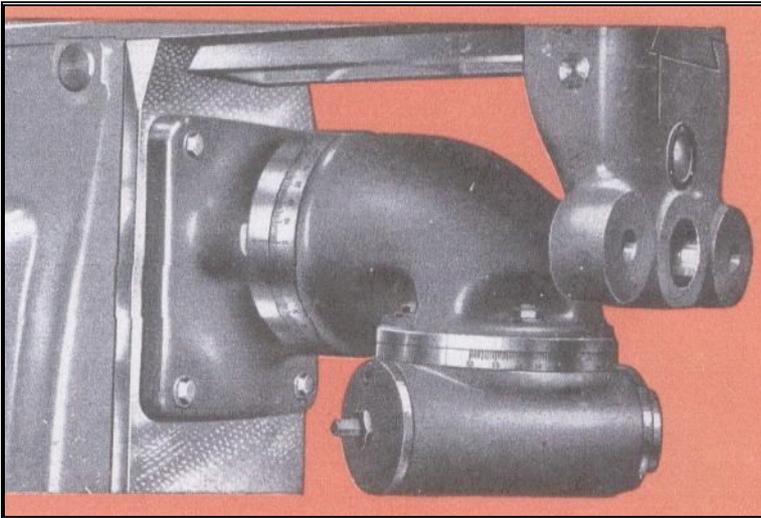


### Accessori:

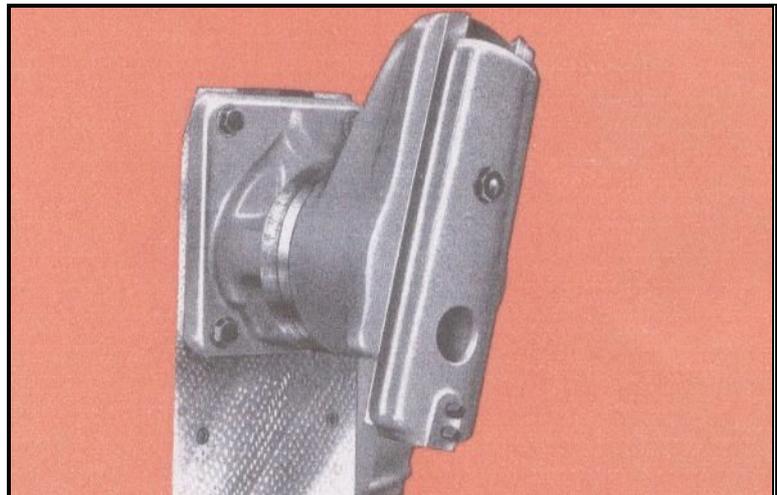
Sulla macchina attualmente non sono installati accessori oltre alla dotazione standard, erano però disponibili per questa macchina numerosi dispositivi aggiuntivi per migliorarne la fruibilità ed adattarla alle più diverse esigenze di utilizzo:

testa universale (per fresature con ogni tipo di inclinazione e per cremagliere); testa a stozzare; slittone con testina motorizzata per attrezzisti (universalmente ruotante per alesatura, foratura e fresatura a qualsiasi angolo senza spostare il pezzo sulla tavola); slittone motorizzato (con motore e cambio dedicati) con testa universale orientabile; apparecchio per fresare alberi scanalati e ingranaggi; apparecchio automatico a dividere; morsa universale.

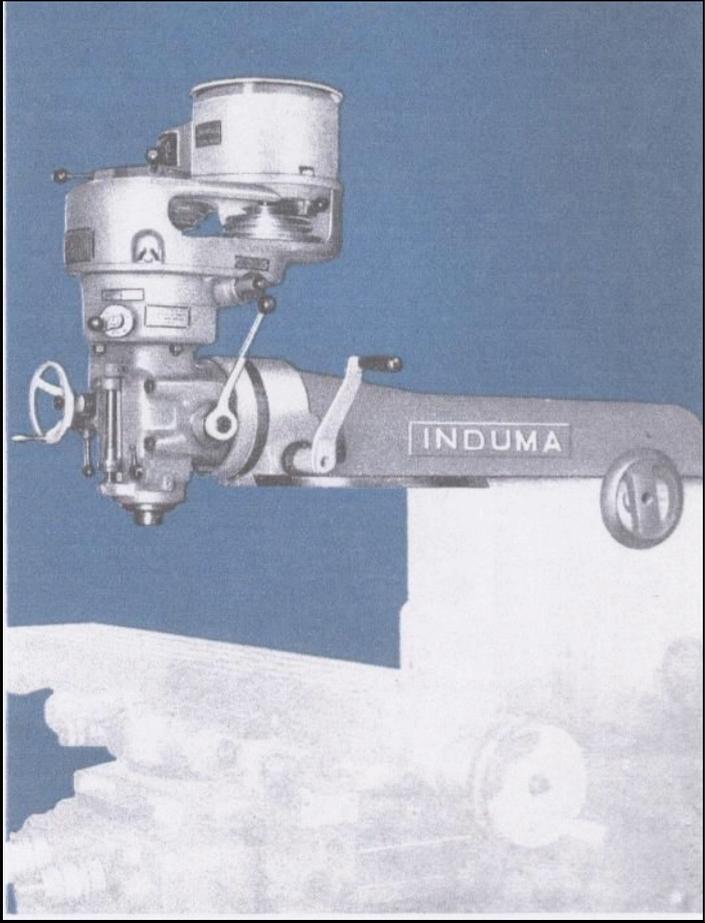
### Testa universale



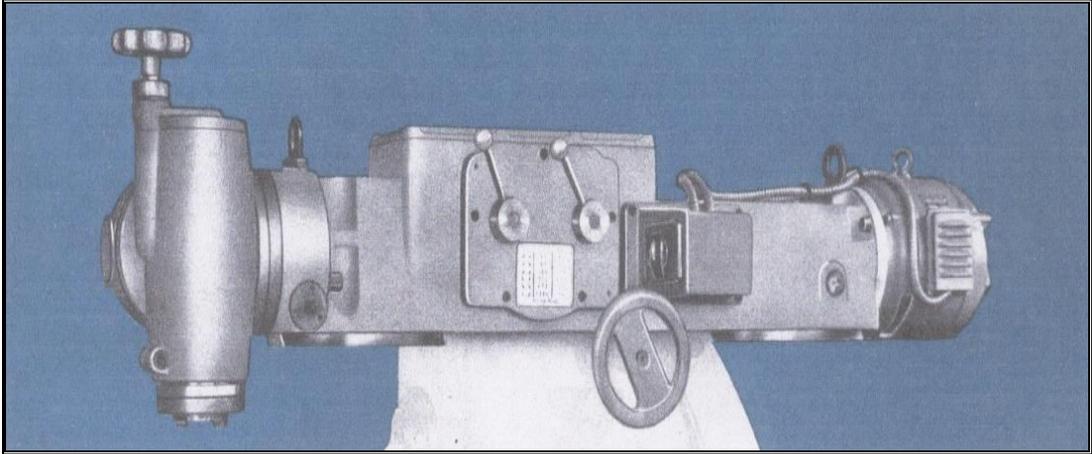
### Testa a stozzare



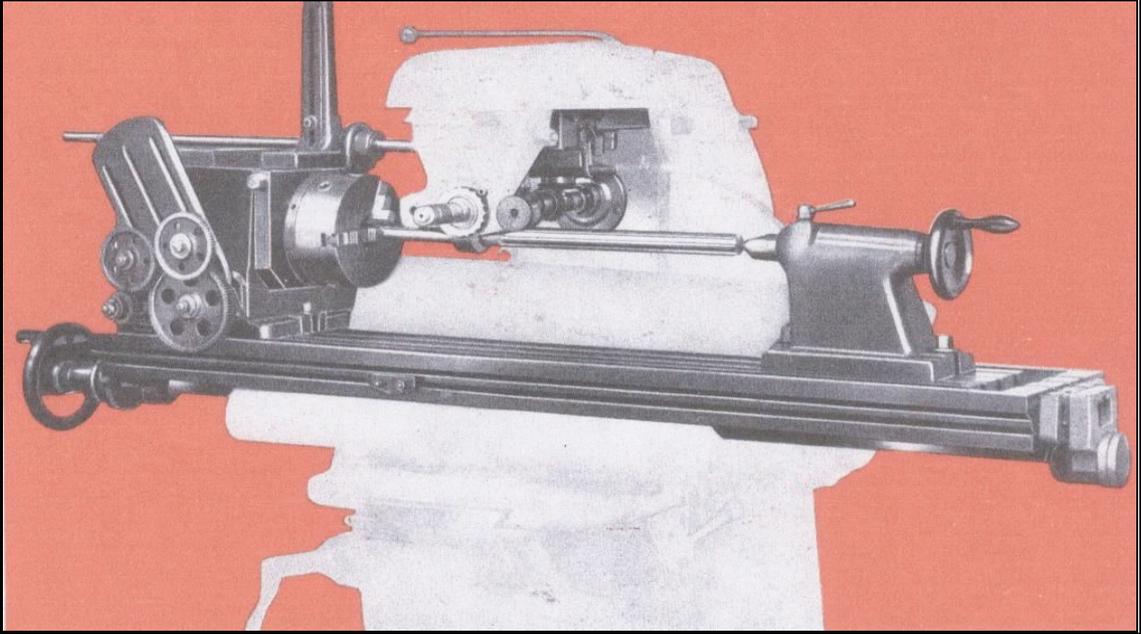
Slittone/traversone con testa motorizzata



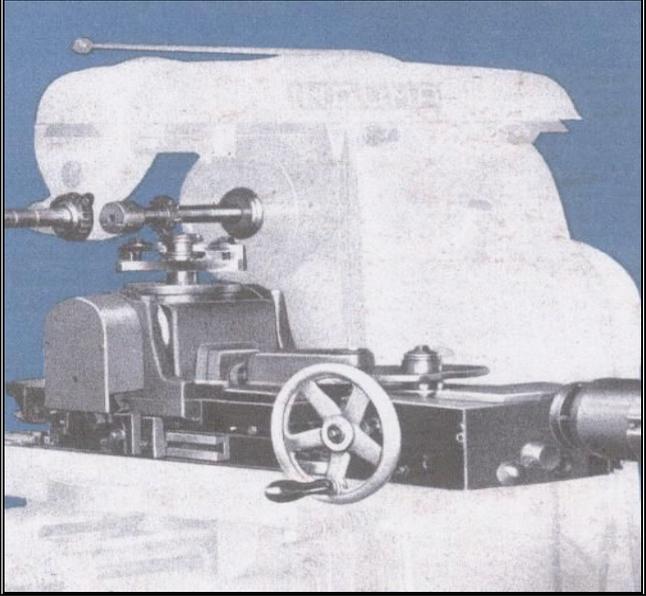
Slittone/traversone motorizzato



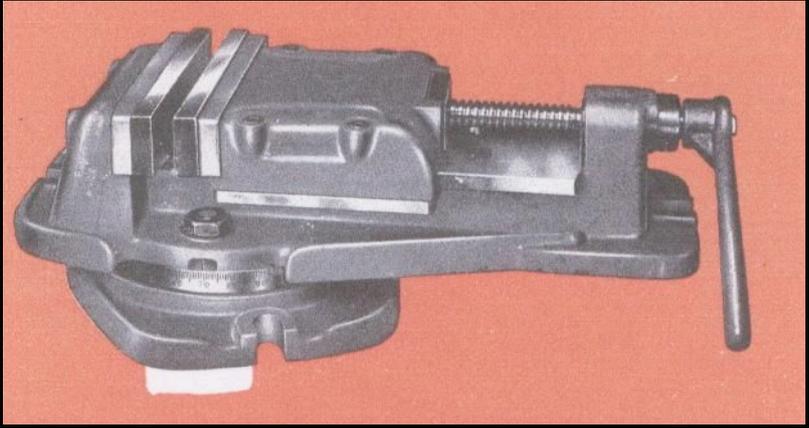
Apparecchio per alberi scanalati e ingranaggi



Apparecchio divisore automatico



Morsa universale



## 2. Dati storici

**Ditta costruttrice:**

Induma gse S.R.L., via Salvo d'Acquisto 49, 20049 Concorezzo, Milano, Italia

**Periodo/anno di fabbricazione:**

1967

**Primo impianto:**

ITIS Corni di Modena

**Periodo di funzionamento:**

scopi didattici dal '60 al...

**Proprietari successivi:**

ITIS Corni di Modena, Facoltà di Ingegneria dell' Università di Modena, donata al Museolaboratorio di Officina Emilia il 4 maggio 2007.

## 3. Descrizione funzionale

**Tipologia di lavorazione:**

Lavorazioni per asportazione di materiale (detto sovramentallo) sotto forma di truciolo, scanalatura, sfilettatura, foratura su pezzi piani, spianatura (per certe lavorazioni può sostituire limatrici e pialatrici), alesature semplici (lavorazione delle superfici interne), cremagliere, ruote dentate cilindriche a denti dritti in pochi esemplari e di precisione non elevata (ingranaggi ad elevata precisione di accoppiamento, in grande quantità di produzione, a denti elicoidali, o ruote dentate coniche vengono realizzati attraverso l'utilizzo di macchine utensili apposite, chiamate "dentatrici").

**Modalità di funzionamento:**

Il pezzo da lavorare viene fissato alla tavola porta pezzo; si avviano i motori elettrici di tavola e fresa tramite i 2 comandi sul lato del montante; attraverso i movimenti rapidi della tavola si porta il pezzo in prossimità dell'utensile scelto per la specifica lavorazione; con la fresa in funzione, per non correre il rischio di spaccare l'utensile in caso di forte interferenza tra pezzo e utensile, si fissa il "punto zero" della lavorazione andando a "pelare" con l'utensile il pezzo (cioè accostandoli fino a sfiorarli); si allontana il pezzo dall'utensile senza però variare la posizione sull'asse opposto a quello della lavorazione da effettuare (es. lavorazione del pezzo sull'asse longitudinale: si allontana il pezzo con un movimento su quell'asse senza modificare il valore trasversale del punto zero appena trovato); con i noni relativi ai movimenti longitudinale, trasversale e verticale si regolano le misure di lavorazione che la macchina dovrà effettuare (es. nel caso precedente, lavorazione del pezzo sulla faccia dell'asse longitudinale, si regolerà la profondità di taglio

agendo sull'asse trasversale); si posizionano, eventualmente, i fermi per la passata in automatico affinché la macchina arresti il movimento di traslazione della tavola (su cui è bloccato il pezzo) nel punto fissato dall'operatore; si impostano, attraverso i 2 cambi di velocità, le velocità di alimentazione (movimento tavola) e quella di taglio (velocità di rotazione dell'utensile) a seconda delle dimensioni della fresa, del materiale del pezzo da lavorare e delle caratteristiche di finitura volute per la superficie lavorata del pezzo. È possibile selezionare diverse velocità e molto spaziate tra loro per la rotazione dell'albero del mandrino: tipico numero di velocità di rotazione del mandrino è 12, realizzate con un cambio a 3 ingranaggi più una coppia di ruote dentate che costituisce un'ulteriore riduzione, chiamata "ingranaggio di volata e ritardo", perciò  $3 \times 2 = 6$ . Le 6 velocità vengono infine raddoppiate attraverso il motore elettrico a doppia velocità, generalmente 1400-2800 giri/min. Quindi per selezionare la velocità del mandrino si utilizzano la leva del cambio di velocità (3 posizioni), la leva del ritardo (2 posizioni), ed il commutatore elettrico del numero di poli del motore.

Una volta terminate le operazioni di impostazione della macchina, si può avviare la pompa del liquido lubrorefrigerante, indirizzare l'ugello di fuoriuscita in prossimità del punto di attrito utensile-pezzo, e tramite i comandi a leva posizionati sulla mensola si dà avvio al movimento di alimentazione (che nell'esempio citato è longitudinale, ma può essere trasversale e, più raramente, verticale) che porterà il pezzo alla velocità precedentemente impostata in contatto con la fresa, permettendo così la corretta asportazione del sovrametallo sotto forma di truciolo. Ad ogni singolo movimento di passata, cioè ogni volta che l'utensile scorre sulla superficie del pezzo lavorandolo, deve essere effettuato il ritorno, ovvero la traslazione della tavola nella direzione contraria, agendo manualmente sui comandi, e deve essere impostata da capo una nuova misura di taglio (negli esempi precedenti si interverrà nuovamente agendo sul nonio dell'asse trasversale), oppure dovrà essere sostituito il pezzo lavorato con uno da lavorare: in questo caso se le lavorazioni da effettuare sono le stesse di prima le impostazioni della macchina non dovranno essere modificate, altrimenti i procedimenti dovranno riprendere da capo.

Poiché ogni dente dell'utensile lavora per una parte limitata della rotazione della fresa, ha il tempo per raffreddarsi più efficacemente di un utensile sempre in presa, permettendo così velocità di taglio relativamente elevate.

Durante le lavorazioni alla fresatrice, di particolare importanza è l'utilizzo del liquido lubrorefrigerante (generalmente olio speciale emulsionato con acqua): grazie ad una irrorazione continua ed abbondante della zona di taglio si ottiene il contenimento del calore prodotto dagli attriti tra utensile e pezzo, garantendo così maggiore precisione nella lavorazione grazie alle minori dilatazioni termiche, maggiore durata dell'utensile, una migliore finitura superficiale del pezzo, l'allontanamento dalla zona di taglio dei trucioli prodotti nella lavorazione, e si provvede a proteggere dall'ossidazione il metallo del pezzo lavorato. Controindicazioni: l'emulsione unita ai residui della lavorazione genera fenomeni di ossidazione e proliferazione batterica nel serbatoio di raccolta nel basamento.

#### 4. Contestualizzazione della specifica lavorazione nel ciclo produttivo completo (percorso di senso: dal pezzo grezzo all'artefatto):

Dopo la fusione, dove il metallo prende, in modo ancora grossolano, la forma prescritta nei progetti di ingegneri e progettisti, attraverso le operazioni di fresatura e tornitura il pezzo acquista le sue dimensioni, forme e caratteristiche pressoché definitive. La

fresatrice, in particolare, è in grado di conferire al pezzo le caratteristiche funzionali che risultano spesso definitive, la sua accoppiabilità con altri pezzi, e il corretto dimensionamento. Le fresatrici sono adatte inoltre ad essere utilizzate per ridimensionare, trasformare o modificare pezzi già in uso.

A seconda degli usi a cui sono destinati, tuttavia alcuni pezzi fresati possono richiedere ulteriori lavorazioni con macchine utensili specifiche come trapanatrici, alesatrici, dentatrici, filettatrici, brocciatrici, stozzatrici, pialatrici, oppure possono richiedere lavorazioni di finitura superficiale per trattare le superfici metalliche in base alle esigenze di utilizzo del pezzo finito, in questo caso si tratta ad esempio di lappatrici, rettificatrici, alesatrici, molatrici.

Va detto che la lavorazione alla fresa, se svolta con bassa velocità di alimentazione, permette una buona finitura superficiale che spesso non necessita di rettifica.

## 5. Piano dinamico dell'evoluzione tecnico-produttiva (le lavorazioni):

Fase precedente (come venivano eseguite le stesse lavorazioni precedentemente all'introduzione della macchina in questione): Precedentemente all'introduzione delle fresatrici, le lavorazioni rese possibili dalla fresatrice venivano svolte sostanzialmente a mano, ad esempio con lima, mola, pialla, trapani a manovella, e quasi esclusivamente su legno: trattandosi di un materiale facilmente reperibile, semplice da lavorare ancorché dalle caratteristiche meccaniche non elevate, potevano essere realizzati quei pezzi, relativamente elaborati per forma e funzione, che successivamente vennero realizzati attraverso la lavorazione dei metalli. In legno ad esempio si realizzavano rudimentali ruote dentate, a pioli, viti e madre viti, pezzi scanalati, guide di scorrimento, telai, alberi di rotazione e relativi supporti, ecc. Le caratteristiche del materiale però, a causa degli attriti e delle elevate usure, non offrivano ovviamente gli standard di durata e precisione che successivamente il metallo fu in grado di offrire. La crescente richiesta di pezzi, strutture, mezzi di produzione e di trasporto sempre più robusti, efficienti e precisi ha favorito l'introduzione delle leghe metalliche stimolando lo sviluppo e l'innovazione delle tecniche di lavorazione. Il passaggio dall'energia motrice "umana" a quella del vapore prima ed elettrica poi, ha dato l'impulso definitivo allo sviluppo delle lavorazioni, sia per la precisione e l'accuratezza del manufatto, ma soprattutto per i volumi di produzione: macchine a vapore ed elettriche, con le loro grandi forze motrici sempre disponibili, hanno permesso un forte aumento della produzione abbattendo i tempi di lavoro, consentendo inoltre di ottenere standard di produzione prima inimmaginabili per produzioni manuali.

Le prime frese, dagli anni '30 agli anni '50 circa, pur consentendo un notevole miglioramento rispetto alle lavorazioni fatte a mano, avevano movimenti e regolazioni limitate: le frese orizzontali non permettevano le lavorazioni verticali, i movimenti della tavola erano ridotti, non servoassistiti, dunque pesanti per l'operatore e lenti da eseguire; per l'esecuzione di diverse lavorazioni erano necessarie più macchine con conseguente maggior impegno di capitale, il pezzo in lavorazione doveva essere staffato, staccato e staffato di nuovo più volte, andavano eseguite numerose regolazioni coi noni di ogni macchina su cui il pezzo era lavorato, rendendo così laboriose e dispendiose le operazioni di lavorazione di ogni singolo pezzo. La produzione di massa, le grandi quantità di pezzi richieste dall'industria e dalla società dei consumi, il profitto economico derivante dalla minimizzazione dei costi (dunque anche dei tempi) e dalla massimizzazione della

produzione resero presto inadeguate queste prime macchine già dagli anni '60, favorendo l'innovazione tecnica, la ricerca della razionalizzazione di produzione e obbligando ad un turn-over delle stesse generalmente ogni 4/5 anni.

**Fase successiva (come verranno eseguite le stesse lavorazioni grazie alle innovazioni introdotte successivamente):**

L'evoluzione tecnica ha permesso di realizzare macchine capaci di lavorazioni non più soltanto sui 3 assi x, y, z, ovvero longitudinale, trasversale e verticale, ma anche su altri assi obliqui, come ad esempio le macchine a 5 assi. Questi nuovi e più evoluti macchinari, che operano in automatico grazie al controllo numerico CNC (computer numerical control) sono chiamati "centri di lavoro". Tali fresatrici spesso sono dotate di sistemi automatici per la sostituzione degli utensili, rendendo così ancora più veloci ed automatizzate, di conseguenza anche più vantaggiose da un punto di vista economico, le lavorazioni.

#### 6. Piano dinamico dell'evoluzione della specifica macchina (le macchine):

**Aspetti di innovazione introdotti dalla macchina (prerogative positive):**

Trattandosi di una fresatrice universale, questa macchina permetteva molteplici lavorazioni rispetto a fresatrici più semplici, senza la necessità di utilizzare più macchine utensili: lavorazioni sull'asse orizzontale, lavorazioni sull'asse verticale e la rotazione del pezzo in lavorazione. Tale duttilità della macchina, passo avanti rispetto alle fresatrici precedenti o meno sofisticate, ha permesso la realizzazione di pezzi più complessi con risparmio di tempo e di denaro rendendo possibili diverse lavorazioni su una stessa macchina utensile. La fresatrice Induma 1U-CE introduceva negli anni '60 il secondo motore per gli spostamenti della mensola e tavola: le lavorazioni risultavano più spedite e flessibili rispetto alle fresatrici con un unico motore alloggiato nel montante e con la trasmissione del moto alla mensola attraverso albero e giunti cardanici. Inoltre il secondo motore permetteva di mantenere la catena cinematica all'interno della macchina, consentendo di eliminare una fonte di pericolo per gli operatori alla macchina quale era un albero rotante esterno.

**Margini di progresso/evoluzione lasciati aperti (aspetti problematici, eventualmente risolti da innovazioni tecnologiche successive):**

Come sempre, velocità e razionalizzazione della produzione sono gli obiettivi a cui tende l'evoluzione delle macchine utensili: facilità nell'impostare i comandi, velocità di fissaggio e di stacco dei pezzi sulla tavola, diminuzione dei tempi morti, possibilità di automatizzare certe operazioni di routine o certe fasi di lavorazione, ma anche l'economia di realizzazione della macchina stessa sono i traguardi cui mireranno le macchine successive.

Dopo l'introduzione del motore sulla mensola, l'evoluzione ha portato alla realizzazione dei motori in corrente continua, soluzione che attraverso cinghie, pulegge ed elettronica, ha permesso l'eliminazione delle scatole cambio di velocità, con un notevole risparmio in termini di realizzazione meccanica della macchina (alberi, ingranaggi, rinvii, frizioni, giunti

e cuscinetti che sono parti di difficile realizzazione, vengono fortemente ridotti e in buona parte soppiantati da schede elettroniche). Ogni movimento della mensola sui 3 assi è assistito da un piccolo motore cc e dal suo controllo elettronico: non solo le lavorazioni ne traggono maggiori possibilità e funzionalità, ma anche in caso di guasto la sostituzione dei componenti è più rapida ed economica della loro riparazione meccanica. Successivamente lo stesso percorso sarà seguito dai motori dei mandrini.

Gli attriti e le conseguenti usure dovuti alle guide del tipo a coda di rondine (attrito radente) negli anni vennero ridotti utilizzando guide a sfera o a rulli (attrito volvente): in una macchina utensile la riduzione degli attriti e delle usure significa maggiore precisione e controllo nella lavorazione del pezzo, nonché maggiore durata della stessa.

#### 7. Aspetti di adeguamento alle normative antinfortunistiche:

Sono 3 le principali situazioni di rischio legate all'utilizzo delle fresatrici: proiezioni di materiali in lavorazione (specialmente trucioli in elevata quantità per effetto degli utensili politaglienti) o frammenti di utensile; contatti accidentali con l'utensile in rotazione; schiacciamenti e cesoiamenti dovuti alle operazioni di cambio utensile oppure alle traslazioni della tavola portapezzo.

Per tali ragioni, sulla macchina in questione è stato installato uno schermo para trucioli mobile trasparente per isolare l'operatore dalla zona di lavoro e per consentire all'operatore il controllo delle lavorazioni. Tale schermo dovrebbe essere dotato di interruttore elettrico a relè per impedire il funzionamento della macchina a schermo non in posizione ed interromperlo nel caso lo schermo venisse aperto durante la lavorazione.

#### 8. Note e/o eventuali aneddoti:

Manca albero porta fresa o mandrino, supporto principale.