

## Resa nella produzione di tavolette per pallets con misure diverse

La resa, intesa come rapporto fra il volume netto delle tavolette prodotte e quello del legname tondo lavorato, varia con le dimensioni (larghezza e spessore) delle tavolette e col diametro medio del tronco lavorato.

L'obiettivo della presente analisi è il computo della resa e delle quantità di segatura e di cippato prodotti nella produzione di tavolette per pallets con spessore e larghezza diversi al variare del diametro medio dei tronchi lavorati e l'elaborazione di un criterio per comparare fra loro le rese relative a vari tipi di tavolette.

Vengono prese in esame tavolette con le seguenti dimensioni: 60x13 mm, 75x17 mm, 90x17 mm e 98x22 mm, tutte lunghe 120 cm.

### 1) Computo del volume utile dei tavoloni e delle tavole secondarie producibili.

Per tale computo sono state fatte le seguenti ipotesi:

- sia 4,8 m la lunghezza dei tronchi lavorati dalla segatronchi e 1,2 m quella dei pezzi lavorati dalla multilama;
- sia 1,5 cm/m la rastremazione media dei tronchi, assunti diritti e con sezione circolare;
- sia il 98% del diametro minimo dei tronchi da 4,8 m la massima larghezza utilizzabile per produrre tavoloni con spessore eguale alla larghezza delle tavolette in produzione (tavoloni primari) e tavole con spessore fisso 17 mm (tavole secondarie) da cui si ipotizza di ricavare comunque tavolette da 75 x 17 mm;
- sia pari a 3 mm lo spessore del taglio della lama della segatronchi e pure quello delle lame della multilama.
- si trascura la lavorazione della circolare troncatrice.

Si considerano i diametri medi pari da 26 a 50 cm; per ogni diametro il numero di tavoloni primari si ottiene dividendo il diametro minimo del tronco di lunghezza 4,8 m, ridotto del 2% come da ipotesi, per la larghezza delle tavolette incrementata dello spessore della lama della segatronchi. Se la parte decimale di tale rapporto supera un valore compreso fra 0,2 e 0,4<sup>1</sup>, il numero di tavoloni è assunto pari alla parte intera del rapporto stesso; in caso contrario il numero di tavoloni è assunto pari a detta parte intera diminuita di un'unità. Questo accorgimento è stato introdotto per far sì che nel processo venga prodotta almeno una tavola secondaria, come avviene di solito sia quando l'ottimizzazione è fatta dall'esperienza dell'operatore sia quando dall'impianto computerizzato di ottimizzazione.

Sottraendo dal diametro minimo, ridotto del 2% come da ipotesi, lo spessore complessivo dei tavoloni producibili, incrementato dello spessore dei relativi tagli della lama della segatronchi, si ottiene la quota di tronco che, divisa per lo spessore delle tavole secondarie, incrementato di quello della lama della segatronchi, dà, trascurando i decimali del rapporto, il numero intero di tavole secondarie producibili che viene limitato a tre.

Si assume che i due sciaveri laterali vadano in cippato.

Avendo individuato il numero dei tavoloni primari e quello delle tavole secondarie producibili, per il calcolo della resa e della segatura si fa riferimento ad un tronco lungo 1,2 m, lunghezza normale delle tavolette, con diametro medio pari a quello del tronco lungo 4,8 m in esame, ed i risultati percentuali ottenuti sono chiaramente estendibili al tronco intero.

Vengono calcolati, partendo dal tavolone centrale, se il numero di tavoloni è dispari, o dalla coppia di tavoloni centrali, se il numero di tavoloni è pari, le parti di tavolone che possono dare tavolette integre senza alcun smusso. Analogo computo viene eseguito per le tavole secondarie.

Il calcolo del volume utile viene eseguito come se i pezzi di tavolone e di tavola secondaria, lunghi 1,2 m, venissero utilizzati per tutta la larghezza corrispondente al lato più corto della faccia relativa

---

<sup>1</sup> Tale valore è funzione del rapporto fra lo spessore di una tavola secondaria e quello di un tavolone.

al diametro minimo del tronco lungo 1,2 m, ipotizzando in linea teorica che tale larghezza sia delimitata esternamente da due tagli della multilama, detti tagli estremi.

## **2) Computo della resa**

La resa viene computata come rapporto fra il volume complessivo delle tavolette ottenute dalla lavorazione del tronco lungo 1,2 m e quello del tronco stesso, rapporto che corrisponde a quello fra la somma delle sezioni di tutte le tavolette ottenute e la sezione circolare corrispondente al diametro medio del tronco stesso.

Per ciascun tavolone, il cui numero e dimensioni sono computati con il procedimento sopra illustrato, si calcola il numero di tavolette integre ottenibili, supponendo che uno dei tagli estremi della multilama corrisponda a uno dei due teorici utilizzati sopra per il computo del volume utile. Il taglio estremo opposto, esterno all'ultima tavoletta integra, dato che il numero di tavolette ricavabili varia per interi, nella migliore delle ipotesi può coincidere col teorico opposto utilizzato sopra, ma più probabilmente ricade nella parte computata come utile. In questo secondo caso c'è un incremento dei refili e segatura pari alla differenza fra la quota utile teorica e quella effettiva.

Analogo procedimento si è seguito per il calcolo del numero di tavolette da 75x17 mm, che si è ipotizzato di ricavare dalle tavole secondarie.

Inoltre se la larghezza delle tavolette è maggiore o eguale a 70 mm si è assunto di poter recuperare una quota delle parti laterali di segmento circolare, che andrebbero in refili, in quanto l'operatore a valle della multilama provvede normalmente a selezionare le tavolette non intere, ma con poco smusso, che possono essere riutilizzate con larghezza inferiore, assunta per semplicità pari al 70% di quella delle tavolette in esame.

Per la valutazione di tale recupero viene computata la differenza fra la faccia più larga e la più stretta di ciascun tavolone in corrispondenza del diametro minimo del tronco lungo 1,2 m e a questa viene sommata l'eventuale differenza fra la larghezza utile teorica e quella effettiva, valutata come al capoverso precedente. Se la metà di questa somma è compresa fra il 1,8 e 3,5 volte lo spessore delle tavolette in esame, si ipotizza di recuperare una sola tavoletta per ogni tavolone, mentre se invece supera il 3,5 volte si ipotizza di recuperarne due.

Per le tavole secondarie si è trascurato il recupero, in quanto la probabilità di poter recuperare la prima tavoletta scartata è circa 4 volte<sup>2</sup> inferiore al caso precedente.

## **3) Computo della segatura e cippato**

Per il calcolo della segatura si fa riferimento alla sezione corrispondente al diametro medio del tronco lungo 120 cm e viene calcolata la superficie corrispondente a ciascun taglio della segatronchi e, per ciascun tavolone e tavola secondaria, la superficie corrispondente ai tagli della multilama, compresi quelli ridotti relativi ai refili esterni alla parte utile di ciascun tavolone.

La somma delle superfici relative a tutti i tagli viene rapportata alla superficie corrispondente al diametro medio ottenendo la quota relativa alla segatura valida per l'intero tronco.

Per ogni valore del diametro medio la quota relativa al cippato prodotto è ottenuta per differenza, sottraendo dal volume totale le quote relative alla resa ed alla segatura.

## **3) Analisi dei risultati**

Le considerazioni che seguono valgono solamente se nel processo non si opera la selezione dei tronchi in funzione dei relativi diametri, indirizzandoli alla produzione di diversi tipi di tavolette o altri semilavorati, in maniera da ottimizzare il processo.

Con riferimento alla produzione di tavolette con sezione 75x17 mm, dalla tabella di figura 1, ottenuta con i conteggi di cui sopra, si può desumere come variano col diametro medio del tronco

---

<sup>2</sup> E' circa il rapporto fra la larghezza e lo spessore delle tavolette.

lavorato, la resa, la quantità di segatura ed il recupero espressi in %, il numero di tavoloni, quello di tavole secondarie e quello delle tavolette, quest'ultimo riferito al tronco lungo 120 cm<sup>3</sup>.

Nel grafico di figura 2 sono riportati i valori di detta tabella relativi alla resa in funzione del diametro medio e si può osservare come i punti presentino una certa dispersione, dovuta alla variazione per interi del numero di tavoloni, di tavole secondarie e di tavolette producibili. Di conseguenza la comparazione fra le rese nella lavorazione di diversi tipi di tavolette risulterebbe difficoltosa. Pertanto si sono interpolati detti punti con una funzione algebrica di secondo grado, riportata nel grafico stesso, che, oltre a dare una rappresentazione più regolare, per ogni diametro dà un valore indicativo della resa relativa ad una partita di legname avente tale diametro come valore medio.

Nel grafico di fig. 3 sono riportati i valori della tabella di cui sopra relativi alla quota che va in segatura e valgono le stesse considerazioni fatte per il grafico relativo alla resa di cui al capoverso precedente.

Invece di riportare le tabelle ed i grafici relativi ai quattro tipi di tavolette esaminati, si è optato per la tabella di sintesi di figura 5 in cui, per ciascun valore intero pari di diametro medio compreso fra 26 e 50 cm, sono riportati in %, per ciascun tipo di tavolette, i valori corrispondenti delle funzioni algebriche di secondo grado di interpolazione dei valori calcolati per la resa, la segatura ed il cippato, come sopra illustrato.

Utilizzando quest'ultima tabella si possono comparare le rese nella produzione dei quattro tipi di tavolette diversi. Riferendosi ad esempio al diametro medio di 36 cm, frequente per le partite di legname fornite, prendendo a riferimento la resa più elevata, che è quella ottenuta nella lavorazione di tavolette da 75x17 mm, si osserva come nella lavorazione di tavolette da 60x13 mm la resa è il 94,1% di quella presa a riferimento, mentre nella lavorazione di tavolette da 90x17 mm e 98x22mm è rispettivamente del 95,3% e del 97,4%.

Dalla tabella di sintesi di figura 5 si desume che il valore percentuale della segatura prodotta cambia relativamente poco al variare del diametro dei tronchi lavorati, mentre varia, anche se non di molto, con le dimensioni delle tavolette prodotte. Questo perché la maggior parte della segatura è legata al numero di tavolette prodotte e la quantità di segatura relativa a ciascun tipo di tavolette dipende dalle relative dimensioni<sup>4</sup>.

Nella tabella stessa si può osservare come la quota di cippato prodotta dipende relativamente dal tipo di tavoletta, mentre varia molto al variare del diametro dei tronchi lavorati.

In una precedente analisi si è ipotizzato che la quantità di cippato prodotta sia assimilabile a una corona circolare avente spessore 1,5 cm e diametro esterno pari a quello medio del tronco al netto della corteccia<sup>5</sup>.

Nel diagramma di figura 4 in colore nero è riportata, al variare del diametro, la linea di tendenza che interpola con un'equazione algebrica di secondo grado i valori del cippato calcolati con il procedimento della presente analisi per tavolette da 75x17 mm e in colore lilla la curva corrispondente all'ipotesi di cui al capoverso precedente, ma assumendo come spessore della corona circolare 1,7 cm e si osserva che le due curve sono praticamente coincidenti.

Facendo lo stesso confronto per tavolette da 90x17 mm si ottiene che per far praticamente coincidere le due curve lo spessore della corona circolare deve essere pari a 2,05 cm.

Un sentito ringraziamento ai titolari delle segherie di Don, sempre disponibili per i chiarimenti del caso.

---

<sup>3</sup> Il numero delle tavolette normalmente non è intero in quanto quelle ottenute dalle tavole secondarie sono riferite, col rapporto delle sezioni, alle principali e quelle recuperate sono valutate all'70%.

<sup>4</sup> E' pari ad un taglio della multilama lungo quanto la larghezza della tavoletta più uno della segatronchi lungo quanto lo spessore, incrementato dello spessore del taglio della multilama.

<sup>5</sup> Tale ipotesi è emersa da considerazioni geometriche per quanto riguarda l'andamento in funzione del diametro, mentre lo spessore di 1,5 cm è stato individuato in modo che la funzione riferita a un diametro medio pari a 38 cm, corrispondesse a una stima grossolana della produzione di cippato media per la segheria in esame.

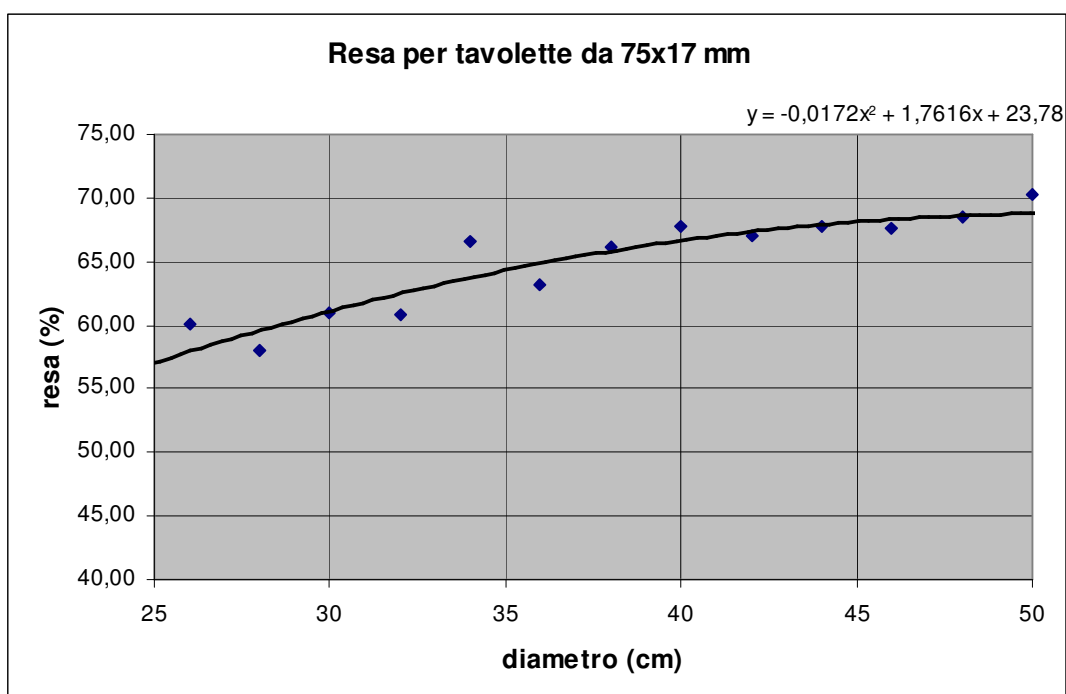
**Figura 1**

Tabella con i risultati della presente analisi per tavolette da 75x17 mm

diametro cm	segatura %	resa %	tavolette n°	tavoloni n°	tav. seco. n°	recupero %
26	17,31	60,04	25,00	2,00	3	0,00
28	16,52	57,98	28,00	2,00	3	0,00
30	17,44	60,97	33,80	3,00	1	5,05
32	17,38	60,88	38,40	3,00	2	2,22
34	17,75	66,56	47,40	3,00	3	1,97
36	17,10	63,13	50,40	3,00	3	1,75
38	17,56	66,10	58,80	4,00	1	3,15
40	17,66	67,78	66,80	4,00	2	2,84
42	17,69	67,00	72,80	4,00	3	2,58
44	17,37	67,75	80,80	4,00	3	2,35
46	17,76	67,67	88,20	5,00	1	3,22
48	17,77	68,49	97,20	5,00	2	2,96
50	17,92	70,26	108,20	5,00	3	2,73

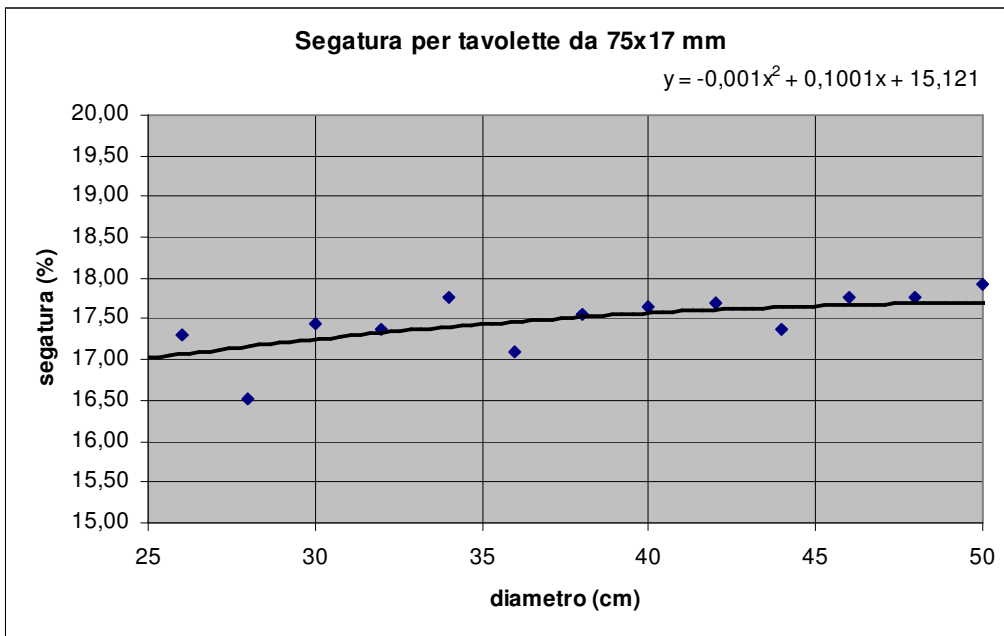
**Figura 2**

Resa: punti calcolati come da tabella di fig. 2 e curva di interpolazione



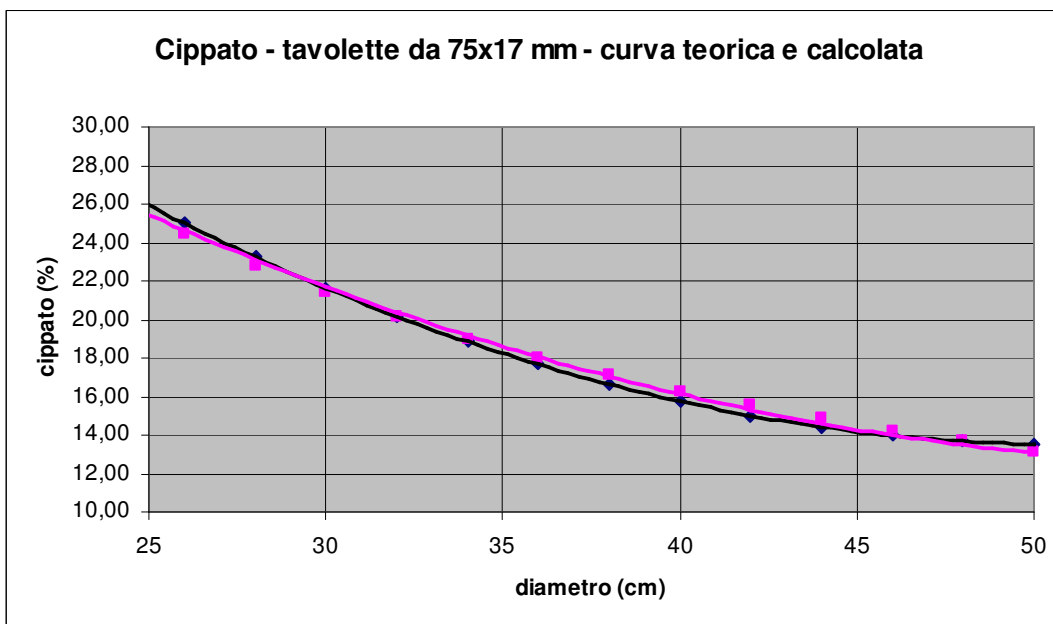
**Figura 3**

Segatura: punti calcolati come da tabella di fig. 2 e curva di interpolazione



**Figura 4**

Andamento del cippato col diametro nella produzione di tavolette da 75x17 mm  
Curva calcolata in colore nero e curva relativa alla corona circolare con diametro esterno pari al diametro medio e spessore 1,7 cm, in colore lilla



**Figura 5**

Tabella riassuntiva con i valori interpolati della resa, cippato e segatura per tavolette da 60x13 mm, 75x17 mm, 90x17 mm e 98x22 mm

diametro cm	Tavolette da 60x13 mm			Tavolette da 75x17 mm		
	segatura %	resa %	cippato %	segatura %	resa %	cippato %
26	19,87	54,29	25,84	17,05	57,95	25,00
28	20,16	55,95	23,89	17,14	59,62	23,24
30	20,42	57,46	22,13	17,22	61,15	21,63
32	20,65	58,81	20,54	17,30	62,54	20,16
34	20,85	60,02	19,13	17,37	63,79	18,84
36	21,02	61,08	17,90	17,43	64,91	17,67
38	21,16	61,99	16,86	17,48	65,88	16,64
40	21,27	62,74	15,99	17,53	66,72	15,75
42	21,35	63,35	15,30	17,56	67,43	15,01
44	21,41	63,80	14,79	17,59	67,99	14,42
46	21,43	64,11	14,46	17,61	68,42	13,97
48	21,42	64,26	14,32	17,62	68,71	13,67
50	21,39	64,27	14,35	17,63	68,86	13,51

diametro cm	Tavolette da 90x17 mm			Tavolette da 98x22 mm		
	segatura %	resa %	cippato %	segatura %	resa %	cippato %
26	15,60	54,66	29,74	13,65	56,30	30,04
28	15,82	56,33	27,85	13,72	57,84	28,44
30	16,03	57,88	26,09	13,78	59,30	26,92
32	16,21	59,32	24,47	13,84	60,68	25,48
34	16,37	60,64	22,99	13,89	61,98	24,12
36	16,52	61,84	21,64	13,95	63,20	22,85
38	16,64	62,93	20,43	14,00	64,34	21,67
40	16,74	63,90	19,36	14,04	65,39	20,57
42	16,82	64,76	18,42	14,08	66,37	19,55
44	16,88	65,50	17,62	14,12	67,26	18,61
46	16,91	66,12	16,96	14,16	68,08	17,76
48	16,93	66,63	16,44	14,19	68,81	17,00
50	16,93	67,03	16,05	14,22	69,46	16,32