



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.3 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

***IL SETTORE INDUSTRIALE
DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO***

2026

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	6
2.1	Stampaggio per iniezione	8
2.2	Formatura per estrusione di profili e film in bolla.....	9
2.3	Termoformatura	10
2.4	Stampaggio per estrusione e soffiaggio.....	11
2.5	Stampaggio per iniezione e soffiaggio.....	12
2.6	Dispositivi per la produzione di bottiglie PET	13
2.7	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	13
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	14
4	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	16
5	BIBLIOGRAFIA	17

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Le materie plastiche vengono prodotte nelle industrie chimiche (sotto forma di polvere, granuli, pastiglie, cilindretti etc.) e risulta di fondamentale importanza la ricerca di tecniche di lavorazione che consentano di produrre materiali plastici sempre più performanti. In prima approssimazione i polimeri possono essere classificati in base al loro comportamento al riscaldamento distinguendo tra materie termoplastiche e termoindurenti.

Le **materie termoplastiche** (polistirene, polipropilene, polivinilcloruro, resine acriliche, poliammidi, etc.) reagiscono al calore con un processo reversibile entro un dato limite di temperatura in quanto ammorbidiscono se riscaldate, acquisendo una data malleabilità che ne permette la modellazione per formare prodotti finiti, mentre induriscono se raffreddate successivamente.

Le **materie termoindurenti** (poliuretano, politetrafluoroetilene, etc.) reagiscono al calore con un processo irreversibile. Infatti, per effetto del riscaldamento durante il processo di formatura induriscono permanentemente, perdendo la propria capacità di scorrimento e la possibilità di essere ammorbidite con riscaldamenti successivi.

Per le due tipologie di materie plastiche sopra descritte, nella figura seguente sono riportati i processi maggiormente utilizzati per la loro lavorazione.

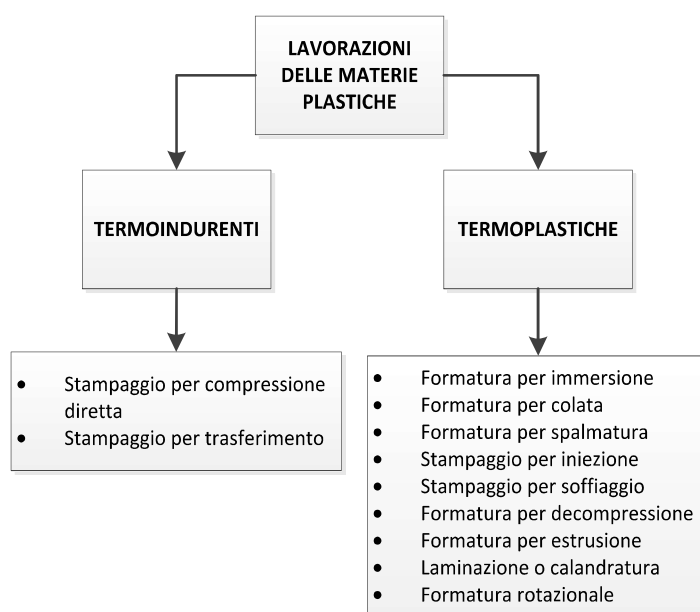


Figura 1: Macrocategorie per la lavorazione delle materie plastiche (Fonte: Elementi di tecnologia, 2011)

Mentre nelle lavorazioni termoindurenti le reazioni di polimerizzazione vengono interrotte a uno stadio intermedio, in modo che il materiale possa essere plasmato nella fase di formatura, nelle lavorazioni termoplastiche le reazioni di polimerizzazione vengono completate prima della formatura e gli stampi vengono riscaldati solo per rendere il materiale malleabile.

Nei seguenti paragrafi verranno approfondite e descritte alcune delle principali tecnologie di lavorazione delle materie plastiche:

- *stampaggio a iniezione*: lo stampaggio a iniezione, utilizzato ad esempio per la realizzazione di filettature e cruscotti di autoveicoli, viene effettuato tramite un macchinario detto “pressa ad iniezione” che è costituito da un “gruppo iniezione” collegato a un “gruppo chiusura”.

Nel gruppo iniezione i granuli del polimero plastico, contenuti in un apposito serbatoio, detto tramoggia, tramite la rotazione e l’arretramento della vite di alimentazione vengono fatti cadere all’interno di un cilindro, dove sono riscaldati da una serie di resistenze elettriche oltre la loro temperatura di fusione e plastificati. Successivamente, tramite l’azione di un pistone o di una vite mobile, il materiale plastico viene spinto all’interno di uno stampo mantenuto chiuso dal gruppo di chiusura per contrastare l’alta pressione generata dal gruppo iniezione. Il materiale viene mantenuto in pressione fino alla solidificazione del pezzo stampato, che raffreddandosi subisce un ritiro volumetrico compensato tramite una successiva fase di iniezione detta di “compattamento o mantenimento”. Infine, la pressa effettua l’apertura dello stampo per permettere l’estrazione del pezzo stampato. Lo stampaggio ad iniezione può avvenire tramite (i) l’iniezione di monomateria o di bimatéria a seconda che si utilizzi un solo polimero o due diversi polimeri, (ii) l’iniezione bicolore o multicolore con polimeri uguali ma di colori differenti, (iii) l’iniezione in costampaggio per la realizzazione di materiale plastico con elementi estranei, (iv) l’iniezione a gas per ottenere cavità interne (ovvero stampaggio per soffiaggio). Le principali presse utilizzate in tali lavorazioni sono della tipologia oleodinamica o idraulica, ibrida ed elettrica;

- *formatura per estrusione*: è un processo di produzione industriale di deformazione plastica che consente di produrre pezzi con sezione costante, come ad esempio tubi, film e profilati di varie forme. Attraverso una tramoggia il materiale plastico viene caricato e preriscaldato in forma granulare e, successivamente, viene fatto cadere all’interno di un cilindro. In quest’ultimo è presente una vite senza fine che trascina il polimero fino a farlo passare attraverso un’apertura, chiamata testa di estrusione o filiera, che impartisce la propria forma in maniera continua. L’estrusore può essere monovite o bivate: nel secondo caso l’efficienza della miscelazione è migliore e le due viti parallele possono ruotare nello stesso senso (estrusore bivate co-rotante) o in senso opposto (estrusore bivate contro-rotante), scelto a seconda della specifica applicazione. La temperatura della macchina di estrusione è controllata in modo che il materiale processato acquisti il grado di fluidità adatto ed esca allo stato solido, a seguito di un’eventuale successiva sezione di raffreddamento.

Un ulteriore processo di estrusione prevede la possibilità di unire diversi materiali polimerici, affini sia dal punto di vista chimico che termico. Gli impianti in grado di eseguire tali tipi di lavorazioni vengono definiti di co-estrusione;

- *termoformatura*: è un processo di deformazione a caldo di film o lastre di materiale plastico modellate tramite l’azione esercitata da uno stampo. Tramite questa tecnologia di lavorazione delle materie plastiche è possibile realizzare, ad esempio, contenitori per l’imballaggio e vassoi termoformati per automazione e logistica. Una delle caratteristiche intrinseche della termoformatura è l’assenza di apporto di nuovo materiale, infatti, tale processo consiste nella sola deformazione di una quantità predeterminata di materiale. Le principali difficoltà legate al processo di termoformatura derivano dalla deformazione a caldo di materiale plastico già sottoposto a processi di trasformazione in quanto la memoria plastica del materiale può causare alterazioni rispetto alle caratteristiche tecniche attese dei prodotti realizzati;

- *stampaggio per soffiaggio*: è un processo di produzione impiegato per creare parti cave in plastica su larga scala come ad esempio bottiglie, taniche, flaconi e serbatoi. Il processo prevede l'estrusione di un tubo in verticale introdotto in uno stampo che, chiudendosi, consente di saldare il fondo e il collo superiore del tubo per via dell'elevata temperatura. Successivamente, all'interno della cavità (nel tubo), si immette dell'aria in pressione facendo aderire il materiale alle pareti dello stampo, che raffreddandolo gli conferiscono la forma desiderata. Esistono tre tipi principali di stampaggio per soffiaggio, ovvero stampaggio per estrusione e soffiaggio (EBM), stampaggio per iniezione e soffiaggio (IBM) e stampaggio per iniezione, stiramento e soffiaggio (ISBM).

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, nonché alla letteratura di settore e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica relativi al settore della produzione di articoli in materiale plastico presenti nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025.

Nell'ambito dello stampaggio ad iniezione, attualmente la migliore tecnologia disponibile è definita dalle presse elettriche, ibride e idrauliche, mentre relativamente al processo di estrusione, la migliore tecnologia disponibile prevede l'utilizzo di sistemi di azionamento efficienti, quali motori alimentati in corrente alternata ad alta efficienza, che consentono di ridurre il consumo di energia elettrica.

Tipologie di intervento del settore della produzione di articoli in materiale plastico <i>Allegato 2, Tabella 1 del D.M.21 luglio 2025</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Presse	10	10	5
Estrusori	10	10	5
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche	10	10	5
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	10	10	5
Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-
Misure comportamentali: Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli	3	-	-
Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	5	-	-
Misure comportamentali: Variazione del processo produttivo per la realizzazione di prodotti finiti o semilavorati funzionalmente analoghi	5	-	-
Misure comportamentali: Impiego di risorse a minor impatto energetico	5	-	-
Misure comportamentali: Elettrificazione dei consumi attraverso l'impiego di sistemi alimentati da energia elettrica proveniente da FER	5	-	-

Tabella 1: tipologie di intervento del settore di produzione degli articoli in materiale plastico, Allegato 2, tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025.

Per gli interventi riconducibili alle *Misure Comportamentali*, il calcolo dei risparmi potrà essere effettuato in relazione al consumo specifico del “*sistema tecnologico assunto come riferimento*”, ovvero sia del componente primario. Tale condizione è da applicare agli interventi di installazione/sostituzione di componenti “secondari” su componenti “primari” (ad esempio: sistemi di automazione e controllo - secondario – su una pressa - primario; etc.).

L'applicazione di differenti modalità di calcolo dei risparmi verrà valutata dal GSE nell'ambito dell'iter istruttorio, qualora sia comunque garantita la corretta quantificazione dei risparmi sul componente assunto come riferimento.

Si specifica che la tipologia di intervento “*Impiego di risorse a minor impatto energetico*”, qualora applicabile, consente di rendicontare i risparmi di energia primaria ottenibili dalla riduzione dell'utilizzo della risorsa impiegata nella situazione di baseline in luogo di materiali secondari¹. Inoltre, qualora l'utilizzo di tali materiali secondari comporti anche un efficientamento indotto sul componente, ad esempio sulla pressa,

1 Secondo quanto previsto dall'Allegato 3 alla Guida Operativa

sarà possibile rendicontare i risparmi di energia primaria ottenuti tramite la tipologia di intervento *“Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l’utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato”*².

Così come previsto dal D.M. 21 luglio 2025, si specifica che, nel caso di sostituzione, ovvero di efficientamento energetico integrato di macchinari, sarà necessario effettuare il confronto tra la configurazione antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, ovvero quella di riferimento³, e il macchinario installato, normalizzando ove possibile i consumi energetici sulla base della producibilità oraria e di eventuali ulteriori variabili operative che influenzano i consumi.

Di seguito si riportano degli esempi di progetti di *efficientamento energetico integrato* per le tipologie di intervento di cui alla [Tabella 1](#):

- *“Presse”, “Estrusori”*: contestuale sostituzione del motore elettrico della pressa, ovvero dell’estrusore, con l’installazione di un inverter e l’implementazione di un sistema di controllo innovativo;
- *“Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche”*: contestuale sostituzione della pompa per il vuoto e l’implementazione di un sistema di controllo innovativo;
- *“Dispositivi per produzione di bottiglie PET”*: contestuale sostituzione dei motori elettrici e dei sistemi di pompaggio asserviti ai dispositivi per la produzione di bottiglie di PET.

Infine, si precisa che il consumo specifico elettrico delle presse e degli estrusori può essere influenzato da numerosi fattori, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le caratteristiche chimico-fisiche del polimero in ingresso, la velocità di rotazione delle macchine, le caratteristiche meccaniche della pressa, le caratteristiche dimensionali del prodotto realizzato, etc.

Al fine di semplificare l’analisi e gli algoritmi di calcolo, la presente guida individua le correlazioni tra il consumo specifico *“Specific Energy Consumption”* (SEC), espresso in kWh/kg, e la produzione oraria, *“Production rate”* (P), espressa in kg/h.

² Secondo quanto previsto dall’Allegato 3 alla Guida Operativa

³ Nei casi previsti dal punto 1.3 dell’Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025

2.1 Stampaggio per iniezione

Con riferimento al documento “*Energy Management in Plastics Processing*”, 2018, R. Kent (di seguito Documento), è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per le presse idrauliche e per le presse elettriche/ibride, tramite le relative equazioni di seguito riportate:

$$\text{presse idrauliche} \quad SEC_{rif} = \frac{14,89}{P} + 0,75$$

$$\text{presse elettriche/ibride} \quad SEC_{rif} = \frac{4,10}{P} + 0,62$$

Nella Figura 2 sono riportati gli andamenti dei consumi specifici di riferimento per le presse idrauliche e per le presse elettriche/ibride in funzione del “Production rate”.

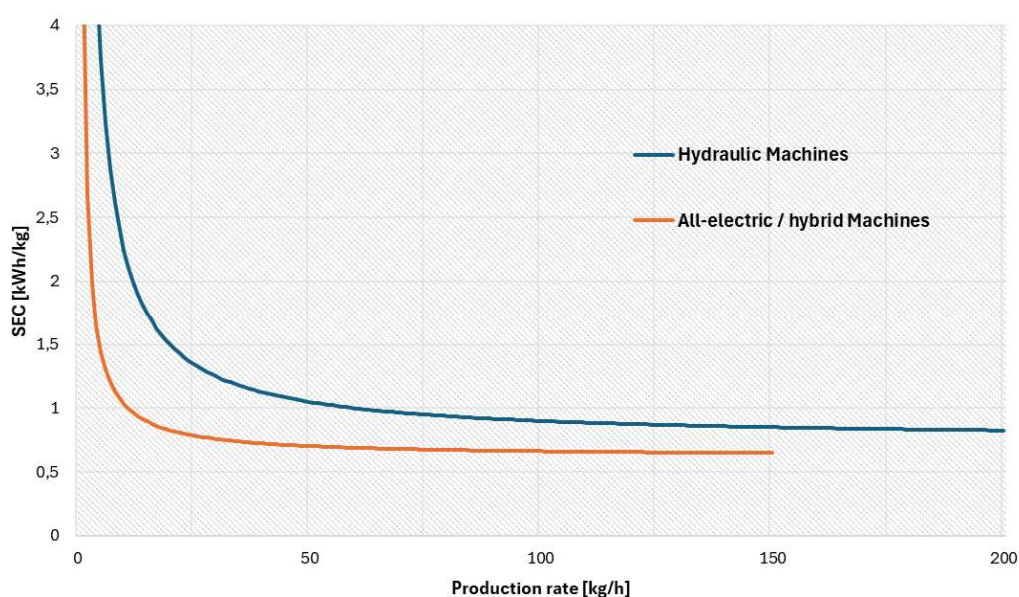


Figura 2: variazione del consumo specifico di riferimento delle presse idrauliche, elettriche e ibride in funzione del Production rate

2.2 Formatura per estrusione di profili e film in bolla

Con riferimento al Documento sopra indicato è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per gli estrusori di profili e film in bolla tramite le equazioni di seguito riportate. In particolare, il SEC è definito in funzione dei valori di “Production rate” della macchina, come nelle equazioni di seguito riportate.

$$SEC_{rif} = \begin{cases} \frac{2,31}{P} + 0,38 & \text{se } 0 < P \leq 50 \\ 0,38 & \text{se } P > 50 \end{cases}$$

Nella Figura 3 è riportato l’andamento del consumo specifico di riferimento degli estrusori di profili e di film in bolla al variare del “Production rate”.

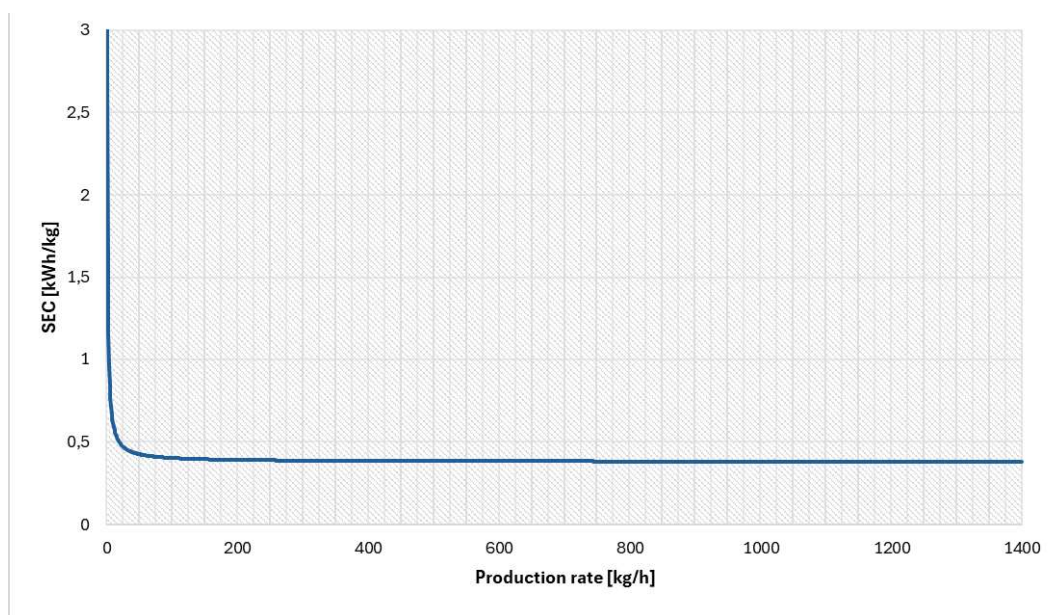


Figura 3: variazione del consumo specifico degli estrusori di profili e film in bolla in funzione del Production rate

2.3 Termoformatura

Con riferimento al Documento sopra indicato è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per le macchine termoformatrici tramite l'equazione:

$$SEC_{rif} = \frac{33,86}{P} + 0,0091$$

Nella Figura 4 è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento delle macchine utilizzate per la termoformatura al variare del "Production rate".

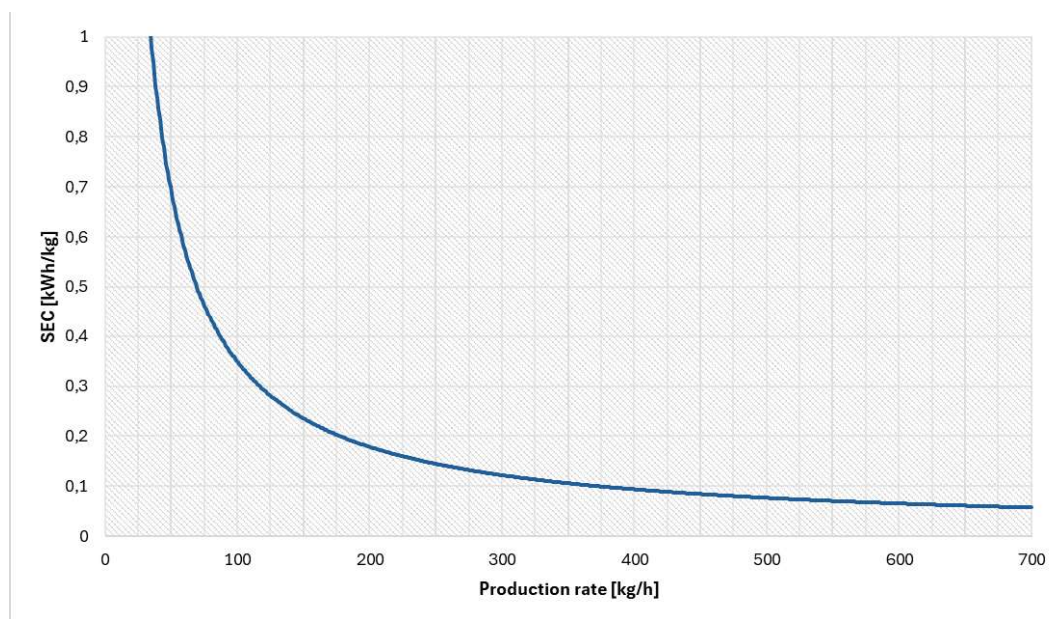


Figura 4: variazione del consumo specifico delle macchine utilizzate per la termoformatura in funzione del Production rate

2.4 Stampaggio per estrusione e soffiaggio

Con riferimento al Documento sopra indicato è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) delle macchine utilizzate per lo stampaggio per estrusione e soffiaggio tramite l'equazione:

$$SEC_{rif} = \frac{30,32}{P} + 0,27$$

Nella Figura 5 è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento delle macchine utilizzate per lo stampaggio per estrusione e soffiaggio al variare del "Production rate".

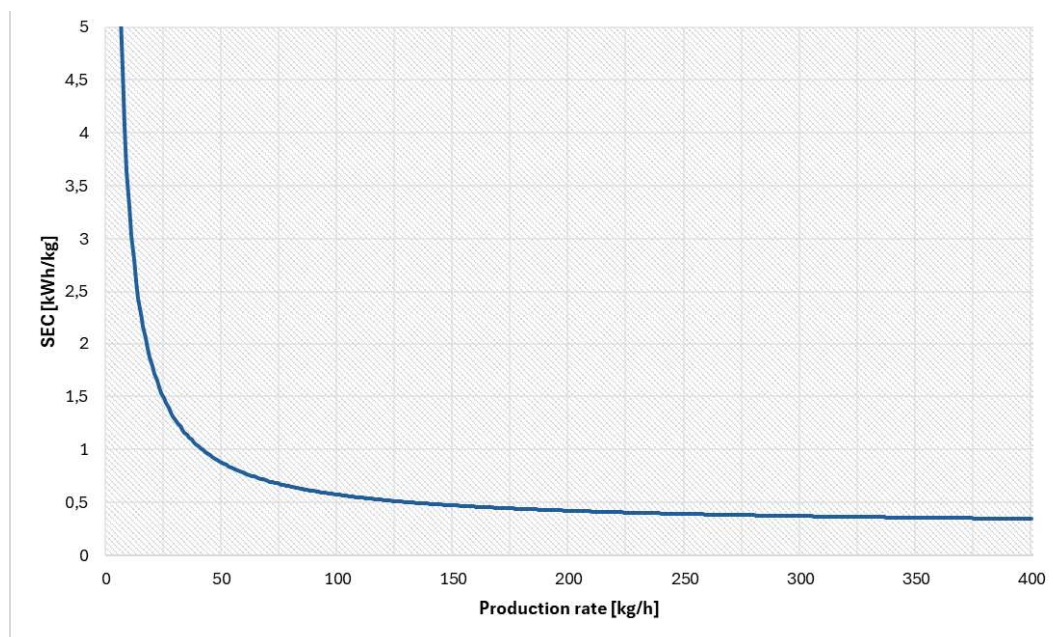


Figura 5: variazione del consumo specifico per le macchine utilizzate per lo stampaggio per estrusione e soffiaggio in funzione del Production rate

2.5 Stampaggio per iniezione e soffiaggio

Con riferimento al Documento sopra indicato, è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) delle macchine per iniezione e soffiaggio tramite la seguente equazione:

$$SEC_{rif} = \frac{26,48}{P} + 0,55$$

Nella Figura 6 è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento per le macchine utilizzate per il soffiaggio al variare del "Production rate".

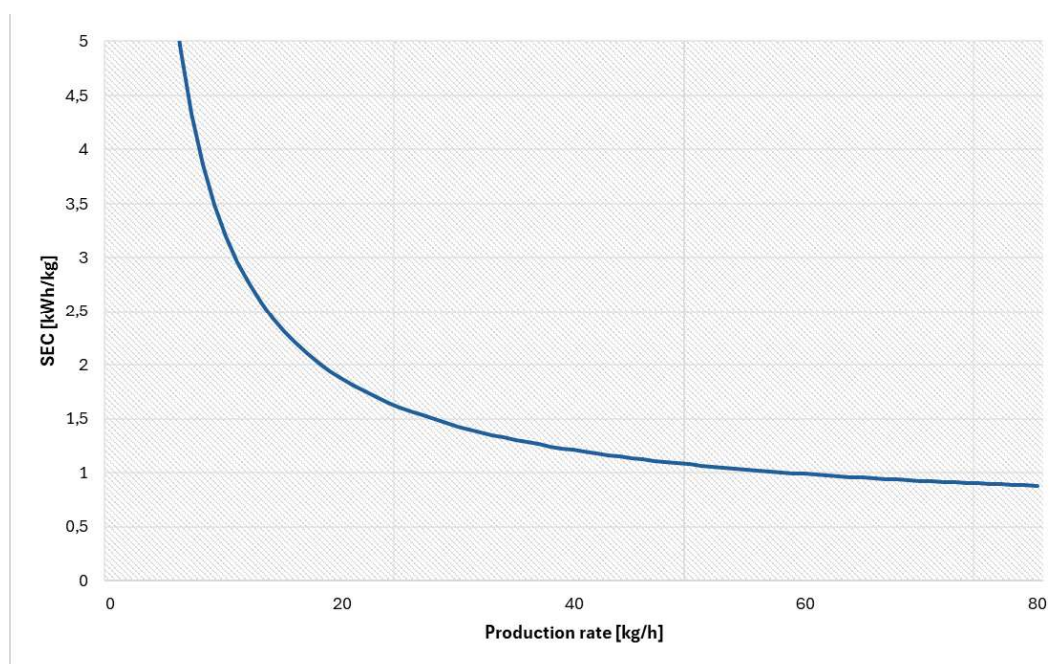


Figura 6: variazione del consumo specifico per le macchine utilizzate per iniezione e soffiaggio in funzione del Production rate

2.6 Dispositivi per la produzione di bottiglie PET

In questa tipologia di intervento rientrano tutti gli interventi di efficienza energetica che vengono realizzati sui macchinari che fanno parte del processo produttivo per la realizzazione delle bottiglie in PET. Un esempio tipico delle fasi che caratterizzano il processo produttivo delle bottiglie in PET è il seguente:

- preriscaldamento del PET;
- soffiaggio delle preforme;
- riempimento delle bottiglie;
- tappaggio;
- etichettatura;
- controllo di conformità del prodotto;
- fardellatura;
- manigliatura;
- inscatolamento;
- pallettizzazione.

Le fasi sopra descritte potrebbero variare in funzione della tipologia di prodotto e delle richieste di mercato. L'intervento di nuova installazione, sostituzione o efficientamento energetico integrato potrà riguardare l'intera linea del processo produttivo delle bottiglie in PET, ovvero una parte di essa. Pertanto, ai fini della determinazione dei risparmi energetici di energia primaria conseguibili mediante un intervento di efficienza energetica che riguardi i *“Dispositivi per la produzione di bottiglie PET”*, sarà importante definire il perimetro oggetto di intervento, le variabili operative e i vettori energetici che lo caratterizzano, nonché gli eventuali effetti indotti sugli altri macchinari al di fuori del perimetro di intervento. Si rappresenta, infine, che, oltre al peso del PET prodotto, ovvero ai litri di prodotto liquido imbottigliato, il consumo specifico di baseline dovrà essere normalizzato rispetto ai diversi formati di bottiglie prodotte, fermo restando che dovrà comunque essere effettuata un'analisi delle possibili ulteriori variabili operative che potrebbero influenzare i consumi specifici di energia primaria del macchinario/linea oggetto di intervento.

2.7 Ulteriori interventi di efficienza energetica

A livello di stabilimento, ulteriori interventi di efficienza energetica riportati nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025, che non riguardano strettamente il processo produttivo della lavorazione delle materie plastiche e che dunque risultano essere trasversali a tutta l'industria in generale, sono relativi all'installazione o sostituzione di:

- gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, anche accompagnati dall'installazione di sistemi di free-cooling;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;
- sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter.
- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica, ivi compresi gli impianti solari termici;
- altri sistemi di recupero del calore;
- componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo sono indicati gli algoritmi di calcolo da utilizzare per la determinazione dei risparmi energetici addizionali per le tipologie di intervento di cui alla [Tabella 1](#).

Intervento	Indicatore	Algoritmo
Presse	SEC	1
Estrusori		
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche		
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	SEC, kWh/l	1, 2

Tabella 2: Corrispondenza tra interventi e formule da adottare per il calcolo dei risparmi

Per gli interventi relativi ai “Dispositivi per produzione di bottiglie PET” la scelta dell’algoritmo di calcolo più appropriato potrà essere valutata sulla base di un’analisi delle correlazioni ottenibili in funzione dei diversi indicatori riportati in tabella.

Formula	Algoritmo
1	$RISP = (SEC_{baseline} - SEC_{expost}) \cdot P \cdot f_e$
2	$RISP = (CS_{baseline} - CS_{expost}) \cdot V \cdot f_e$

Tabella 3: Algoritmi di calcolo dei risparmi

dove:

- $RISP$ è il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $SEC_{baseline}$ è il consumo specifico di baseline, che corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, mentre può corrispondere al consumo ante intervento, ovvero al consumo di riferimento⁴, nei casi di sostituzione o efficientamento energetico integrato del macchinario/della linea di produzione, espresso in [kWh/kg];
- SEC_{expost} è il consumo specifico post intervento del macchinario/della linea di produzione, espresso in [kWh/kg];
- P è il quantitativo prodotto, espresso in [kg];
- $CS_{baseline}$ è il consumo specifico di baseline, che corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, mentre può corrispondere al consumo ante intervento, ovvero al consumo di riferimento³, nei casi di sostituzione o efficientamento energetico integrato del macchinario/della linea di produzione, espresso in [kWh/l];
- CS_{expost} è il consumo specifico post intervento del macchinario/della linea di produzione, espresso in [kWh/l];
- V è il volume di liquido imbottigliato, espresso in [l];
- f_e è fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il programma di misura dovrà prevedere un campionamento orario delle grandezze che concorrono alla determinazione dei risparmi energetici addizionali. Il soggetto proponente può proporre una frequenza di campionamento diversa purché dimostri che le fluttuazioni del consumo specifico in funzione delle variabili

⁴ Secondo quanto previsto dal punto 1.3 dell’Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025

operative non intervengano a livello a orario, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione. La medesima frequenza dovrà essere uguale o superiore a quella adottata per la determinazione del consumo di baseline.

Limitatamente ai casi di *sostituzione* o di *efficientamento energetico integrato*, al fine di determinare il consumo di baseline⁵, dovranno essere forniti i risultati della campagna di misura condotta nei 12 mesi ante intervento con dettaglio almeno orario, indicando, per ciascuna misurazione, il valore delle variabili operative del processo e dei consumi energetici. Qualora il soggetto proponente dimostri che le misure proposte siano rappresentative dei consumi annuali, ovvero del range annuale dei parametri di funzionamento che influenzano il consumo, e/o che le fluttuazioni non intervengono a livello orario, può proporre una durata e/o una frequenza di campionamento diverse, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione.

Qualora in sede di rendicontazione si registri una variazione significativa dei valori di produzione rispetto a quelli ipotizzati in sede di presentazione del progetto, per i casi in cui sia possibile assumere che la configurazione impiantistica ante intervento avrebbe comunque potuto garantire i nuovi livelli di produzione verificatisi, potrà essere previsto un fattore di normalizzazione del consumo specifico della situazione di baseline rispetto ai nuovi valori di produzione registrati in sede di rendicontazione. Qualora possibile, tale fattore di normalizzazione potrà essere determinato a partire da una misura degli effetti che la suddetta variazione di produzione ha avuto sulle prestazioni energetiche dei componenti post intervento, assumendo che tali effetti sarebbero stati riscontrati anche sui componenti che caratterizzano la situazione di baseline.

⁵ Secondo quanto previsto dal punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025

4 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Nel caso in cui il progetto preveda l'installazione di un nuovo macchinario, al fine di definire i consumi di riferimento relativi agli interventi realizzati negli stabilimenti di lavorazione delle materie plastiche, ci si è riferiti al database GSE e al documento *"Energy Management in Plastics Processing"* (di seguito "Documento"), 2018, R. Kent.

L'analisi delle istanze ha consentito di focalizzare l'attenzione sulle seguenti lavorazioni:

1. stampaggio per iniezione;
2. stampaggio per soffiaggio;
3. formatura per estrusione (profili, film in bolla);
4. stampaggio per estrusione e soffiaggio;
5. termoformatura.

Non sono state prese in considerazione le ulteriori fasi di processo in quanto l'elevata eterogeneità dei processi/prodotti e la poca rappresentatività dei dati a disposizione nel database GSE non hanno permesso una ricostruzione dei dati affidabili.

Dall'analisi della documentazione pervenuta, in riferimento alle suddette fasi di processo, è stata riscontrata un'elevata variazione dei consumi attribuibile a fattori inerenti alle differenti lavorazioni, quali la tipologia e le caratteristiche del prodotto, la producibilità oraria, le taglie dei macchinari, la durata del ciclo di lavorazione, etc.

L'elevata eterogeneità dei dati non ha permesso di individuare una correlazione univoca tra i consumi energetici e le suddette variabili. Pertanto, al fine di determinare il risparmio energetico addizionale, si è fatto riferimento a quanto proposto dal Documento. Tale studio individua una curva del consumo specifico al variare della producibilità oraria, sia per le presse idrauliche, ibride/elettriche, sia per gli estrusori e sia per le macchine utilizzate per la termoformatura.

5 BIBLIOGRAFIA

- *“Analisi dei dati relativi alle diagnosi energetiche e individuazione preliminare degli indici di prestazione nei settori della lavorazione della gomma e della trasformazione delle materie plastiche”, 2017, ENEA;*
- R. J. Kent, *“Energy Management in Plastics Processing”, ed. 2018;*
- C. Amerio, R. De Ruvo, S. Simonetti, *“Elementi di tecnologia” ed. 2011;*
- ENEA *“QUADERNI DELL’EFFICIENZA ENERGETICA - PLASTICA”, ed. 2024.*