

Report Rilevazione Consumi Energetici

Analisi completa dei consumi energetici secondo ISO 14955-2:2018
- Articolo 9. Questo documento presenta i risultati della campagna di misura effettuata su una pressa, fornendo una valutazione dettagliata delle prestazioni energetiche della macchina utensile.





Scopo e Contesto Normativo

L'Impatto Ambientale delle Macchine Utensili

L'impatto ambientale rappresenta una criticità comune a tutti i prodotti industriali. Considerando la crescente scarsità delle risorse naturali, risulta fondamentale definire precisi criteri di prestazione ambientale per le macchine utensili, specificandone le modalità di utilizzo.

Gli aspetti critici includono lo spreco di materie prime, l'utilizzo di sostanze ausiliarie come lubrificanti, la conversione di energia elettrica in calore, il trasferimento del calore mediante fluidi e l'impiego di aria compressa.

Il Framework Normativo ISO 14955

La serie normativa ISO 14955 pone particolare attenzione agli impatti ambientali derivanti dall'energia impiegata dalle macchine utensili nella fase operativa. L'energia richiesta può variare significativamente in base alla tipologia di pezzo prodotto e alle condizioni operative adottate.

La norma ISO 14955-1 stabilisce una metodologia strutturata per la valutazione ambientale, mentre le norme successive (ISO 14955-3 fino a ISO 14955-5) definiscono l'applicazione pratica per categorie specifiche di macchine.



Obiettivi del Documento

Conformità Normativa

Strutturazione secondo l'Articolo 9 della norma ISO 14955-2, che definisce le modalità operative per le misurazioni dell'energia fornita alla macchina utensile e ai suoi componenti.

Comparabilità dei Risultati

Indicazione dei parametri di riferimento come **condizioni standard di test**, strumenti da utilizzare, tempi e modalità di misura, assicurando che le misurazioni siano riproducibili e indipendenti da fattori esterni non previsti.

Assegnazione Energetica

Espressione dell'assegnazione della quota energetica ai singoli componenti (motori, sistemi di controllo, ausiliari) in modo da garantire la coerenza con le funzioni generali descritte nella ISO 14955-1.

Questo approccio è fondamentale per supportare la progettazione efficiente dal punto di vista energetico, permettendo di individuare le aree di miglioramento. Tale metodologia aiuta i costruttori a documentare gli interventi progettuali in modo rigoroso e a valutare l'energia consumata per la produzione di uno specifico pezzo.

Applicando questo approccio è possibile eseguire confronti oggettivi tra macchine e configurazioni diverse, convertendo i dati reali in condizioni standardizzate.

Caratteristiche della Macchina e Configurazione - Esempio pratico

Dati Identificativi

La macchina oggetto di analisi è una pressa per stampaggio, completa di unità periferiche e sistemi ausiliari.

Componenti Principali

- Chiller - 8,30 kW
- Pompa - 4 kW
- Pompa - 11 kW
- Assi principali - variabile
- Robot di carico - 1,60 kW
- Nastro scarico - 0,18 kW
- Circuito aria compressa

Matrice Componenti-Funzionalità

I componenti della macchina sono stati mappati rispetto alle funzionalità principali:

- **Funzionamento della macchina:** produzione, movimentazione e controllo
- **Condizionamento del processo:** lubrificazione e raffreddamento/riscaldamento
- **Manipolazione dei pezzi:** carico e scarico automatizzato
- **Cambio/gestione stampi:** sistemi automatici di cambio
- **Termo-gestione:** controllo temperatura macchina

L'energia consumata dal sistema costituito dagli assi per la movimentazione è destinata per il 99% al funzionamento della macchina, mentre il circuito aria compressa è distribuito tra più funzioni (20% funzionamento, 50% condizionamento, 30% manipolazione).

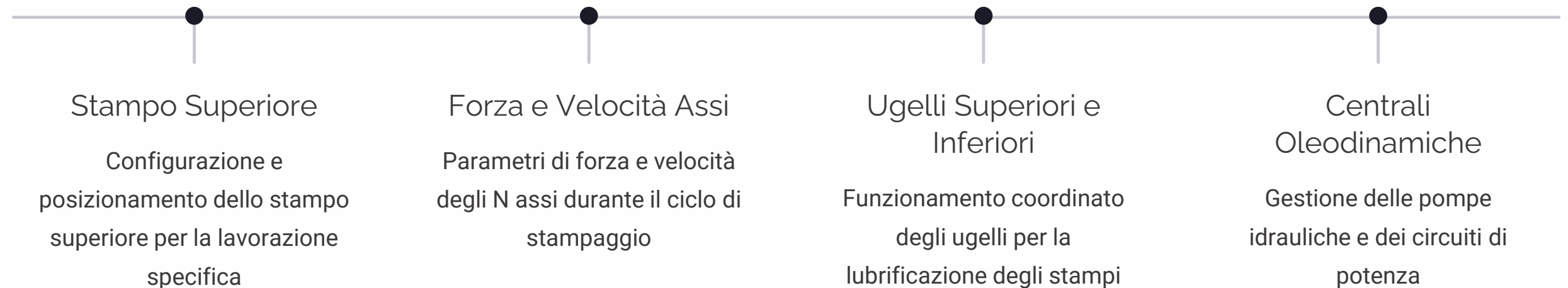
Parametri di Lavoro e Confini del Sistema

Parametri Operativi Rappresentativi

La campagna di misura è stata condotta adottando parametri di lavoro rappresentativi delle condizioni operative tipiche della macchina.

È opportuno evidenziare che la variazione di tali parametri può incidere in modo significativo sui consumi energetici rilevati.

I parametri selezionati dipendono strettamente dalla tipologia di produzione in esecuzione, con conseguenti differenze nei profili di assorbimento energetico.



Vettori Energetici Scambiati

Il sistema scambia con l'ambiente esterno tre principali vettori energetici: **energia elettrica** fornita per il funzionamento della macchina e delle periferiche, **aria compressa** utilizzata per lubrificazione e azionamenti pneumatici, e **fluido di raffreddamento** per mantenere entro limiti accettabili la temperatura della macchina e dei suoi componenti.

Confini del Sistema di Misura ed Esclusioni

Distinzione tra Confini

È necessario distinguere chiaramente tra i **confini del sistema** e i **confini del sistema di misura**. I confini del sistema di misura possono differire da quelli del sistema complessivo, introducendo specifiche esclusioni mirate a garantire la coerenza e l'accuratezza delle rilevazioni.

Esclusioni Principali

- **Sistema di aspirazione:** Non rientra nel confine del sistema in quanto non è parte integrante della fornitura della pressa. La macchina è dotata unicamente della predisposizione per il collegamento a un impianto di aspirazione esterno.
- **Pompa da 30 kW:** Esclusa dal perimetro di misura in quanto utilizzata esclusivamente per specifiche tipologie di lavorazione non rappresentative dell'uso standard (utilizzata in meno del 10% dei casi).

Questa architettura rende la misura sul sistema di recupero rappresentativa dell'andamento energetico complessivo dei principali attuatori della macchina, fornendo dati già "compensati" dall'effetto del recupero energetico e più allineati ai consumi effettivi in esercizio.

Scelte Operative Strategiche

Per la caratterizzazione energetica, risulta più significativo misurare i flussi energetici attraverso il sistema di rigenerazione, piuttosto che monitorare singolarmente i consumi dei motori degli assi.

Il sistema di recupero converte la corrente alternata in corrente continua, alimentando il circuito DC BUS comune da cui vengono alimentati gli N assi della pressa.

Funzioni del sistema di recupero:

- Recupero e reimmissione di energia durante le fasi di decelerazione
- Modulazione della potenza assorbita riducendo i picchi di assorbimento
- Utilizzo dell'energia rigenerata per alimentare i motori nelle fasi di spunto

Strumentazione di Misura e Setup Sperimentale

Strumenti Utilizzati per le Rilevazioni

Power meter C.A 8333

Analizzatore di potenza e qualità dell'energia trifase per misurazioni professionali. Supporta analisi di armoniche fino al 50° ordine con precisione $\pm 0,5\%$. Tensione misurabile fino a 1000 V AC/DC, corrente fino a 10 kA AC.

Power meter PEL 113

Registratore di potenza ed energia trifase compatto per monitoraggio continuo. Precisione $\pm 0,2\%$, installabile senza interrompere l'alimentazione. Comunicazione USB, Ethernet e Wi-Fi per accesso remoto ai dati.

Flussimetro digitale FLUX 2-1

Flussimetro digitale per aria compressa con sensori di pressione e temperatura integrati. Tecnologia di misurazione termica, portata 0-4000 NI/min. Precisione $\pm 1\%$ (0-20% FS), $\pm 3\%$ (20-100% FS).

Condizioni Ambientali di Misura

La campagna di misurazione è stata effettuata presso la sede operativa, monitorando costantemente i parametri ambientali per garantire la riproducibilità dei risultati:

Inizio Misurazioni

- Umidità relativa: 87%
- Temperatura ambientale: 12°C

Fine Misurazioni

- Umidità relativa: 54%
- Temperatura ambientale: 21°C

Stati Operativi e Ciclo di Lavoro

Il ciclo di lavoro della pressa è un processo completamente automatizzato, ottimizzato per garantire efficienza e precisione nello stampaggio a caldo. Sono stati identificati sette stati operativi principali, ciascuno con caratteristiche energetiche specifiche.



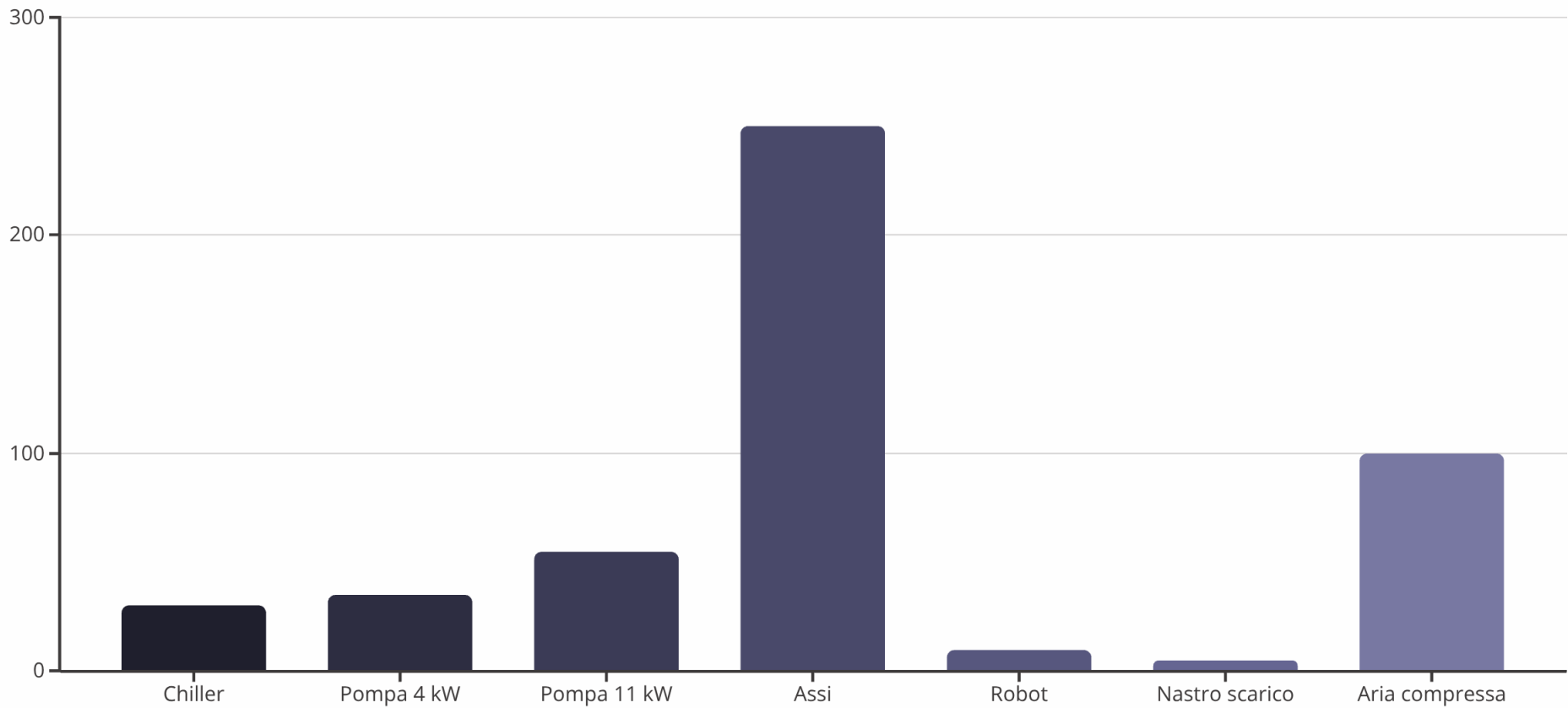
Per la stima della durata degli stati operativi sono stati considerati tre scenari tipici di utilizzo: lavoro su un turno, su due turni e su tre turni.

Questi scenari rappresentano situazioni operative reali e permettono di valutare accuratamente l'influenza relativa delle attività improduttive rispetto a quelle produttive.

Risultati delle Misurazioni Energetiche

Distribuzione Energetica per Componente

Le misurazioni hanno evidenziato la distribuzione dei consumi energetici tra i principali componenti della macchina durante il periodo di osservazione di 24 ore con utilizzo medio su due turni di lavoro.



Componente Dominante: Sistema assi (con recupero)

Il sistema degli assi rappresenta circa il **52,00%** dell'energia totale consumata (250,00 kWh), confermandosi come il componente energeticamente più rilevante. Questo sistema alimenta gli N assi e l'asse verticale, gestendo anche il recupero energetico durante le fasi di decelerazione.

Altri Contributi Significativi

L'aria compressa contribuisce per il circa **21,00%** (100 kWh), distribuita tra funzionamento (20%), condizionamento (50%) e manipolazione (30%). Le pompe idrauliche (11 kW e 4 kW) rappresentano rispettivamente l'11,00% e il 7,00% del consumo totale.

Risultato Finale e Conclusioni

485

Energia Totale Consumata

kWh nel periodo di osservazione (24 ore, utilizzo medio su due turni)

$\pm 30,00$

Incertezza di Misura

kWh calcolata considerando le caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati

90,0%

Copertura Componenti Misurati

Percentuale dell'energia totale coperta dai componenti selezionati per la misura esplicita

Allocazione Energetica per Funzione

L'analisi ha permesso di allocare l'energia consumata alle diverse funzionalità della macchina, evidenziando le aree di maggior interesse per eventuali ottimizzazioni:



Funzionamento Macchina

Produzione, movimentazione e controllo: quota maggioritaria dell'energia totale, principalmente attraverso il sistema di recupero (assi)



Condizionamento Processo

Lubrificazione e raffreddamento/riscaldamento: gestito principalmente da chiller e aria compressa



Manipolazione Pezzi

Carico e scarico automatizzato: robot e nastri trasportatori con contributo energetico limitato ma essenziale



Gestione Stampi

Cambio e gestione automatica degli stampi: sistema di cambio rapido con braccio dedicato

Conclusioni e Prospettive

La campagna di misura condotta secondo la norma ISO 14955-2:2018 ha fornito una caratterizzazione energetica completa e rigorosa della pressa. I risultati ottenuti costituiscono una baseline di riferimento affidabile per confronti futuri e valutazioni comparative di efficienza energetica. L'approccio metodologico adottato, basato su uno scenario machine - based con regime di turno specifico, ha permesso di rappresentare accuratamente le condizioni operative reali della macchina.

Le misurazioni hanno evidenziato che il sistema degli assi, le pompe idrauliche e il circuito di aria compressa rappresentano insieme oltre il 75% del consumo energetico totale, identificando così le aree prioritarie per eventuali interventi di ottimizzazione.