



Misura standardizzata LU-01

Impianti di ventilazione

Documentazione

Numero della misura

LU-01

Versione

2.0 (11.2025)

Versione	Modifiche rispetto alla versione precedente
1.0	Prima versione
2.0	Estensione del metodo per le misure di ottimizzazione dell'esercizio Calcolo dei risparmi energetici sulla base delle ore di funzionamento effettive per gli impianti a una o due velocità e con timer Calcolo dei risparmi di elettricità computabili in kWh Diverse modifiche testuali



1 Premessa

Con la legge federale su un approvvigionamento elettrico sicuro con le energie rinnovabili, nella sessione autunnale del 2023 il Parlamento ha fissato l'obbligo per i fornitori di elettricità di adottare misure di miglioramento dell'efficienza energetica. Secondo l'articolo 46b della legge sull'energia (RS 730.0; LEne), i fornitori di elettricità devono realizzare gli obiettivi mediante misure volte a migliorare l'efficienza energetica applicate ad apparecchi, impianti e veicoli elettrici esistenti presso i consumatori finali svizzeri oppure, se le misure vengono realizzate da terzi, devono fornire le relative prove. L'Ufficio federale dell'energia (UFE) definisce ogni anno un elenco di misure standardizzate e i relativi risparmi di elettricità computabili. Le misure non incluse nel catalogo delle misure standardizzate possono essere sottoposte all'UFE per approvazione come cosiddette misure non standardizzate.

Per ogni misura standardizzata, l'UFE fornisce un protocollo di risparmio con cui i fornitori di elettricità possono notificare le misure adottate. Nella documentazione accompagnatoria viene illustrata in modo chiaro la metodologia utilizzata per determinare il risparmio di elettricità computabile. Questa metodologia fornisce una stima generale del risparmio cumulativo di elettricità (energia finale) generato dall'adozione della corrispondente misura di efficienza elettrica per la durata dell'effetto. Si basa su un calcolo *ex ante* e utilizza ipotesi e fattori che sono stati definiti in base a norme attuali, studi di mercato, letteratura scientifica e contributi di esperti.

La documentazione si rivolge ai fornitori di elettricità, a coloro che adottano misure di miglioramento dell'efficienza energetica ed anche a chiunque altro sia interessato al risparmio di elettricità nell'ambito del miglioramento dell'efficienza energetica in base all'articolo 46b LEne.

2 Obiettivo

L'obiettivo del presente documento è quello di stimare il risparmio di elettricità derivante del risanamento di impianti di ventilazione esistenti o di loro componenti.

3 Simboli, termini e unità di misura

Lettere latine

Simbolo	Termine	Unità
E	Consumo annuo di elettricità	kWh/a
ΔE_{eco}	Risparmio cumulativo di elettricità	kWh
f	Fattore	-
N_s	Durata standard dell'effetto	a
q_v	Portata volumetrica	m ³ /h
Δp	Differenza di pressione totale	Pa
P_m	Potenza meccanica	kW
t	Ore d'esercizio	h/a

Lettere greche

Simbolo	Termine	Unità
η	Rendimento	-

Indici

x	Stato (vecchio, nuovo)
i	Intervalli di carico
M	Motore
T	Trasmissione
V	Ventilatore
CF	Convertitore di frequenza



4 Descrizione del calcolo ex ante

4.1 Risparmio di elettricità computabile

Il risparmio di elettricità computabile ΔE_{eco} della misura è determinato dalla differenza fra il consumo annuale di elettricità attuale (stato attuale) E_{alt} e quello nuovo (stato dopo il rinnovamento) E_{neu} , cumulato nel corso della durata standard dell'effetto N_s .

Per tenere conto del tasso di rinnovamento e ottimizzazione naturale di apparecchi e impianti, che porta a una riduzione del consumo energetico non dovuto a obblighi di legge, il risparmio di elettricità computabile viene ridotto mediante un fattore di riduzione f_{eco} pari a 0.75.

$$\Delta E_{eco} = (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s \quad (1)$$

ΔE_{eco}	Risparmio cumulativo di elettricità in kWh
E_{alt}	Consumo annuo di elettricità nel vecchio stato in kWh/a
E_{neu}	Consumo annuo di elettricità nel nuovo stato in kWh/a
f_{eco}	Fattore di riduzione
N_s	Durata standard dell'effetto in anni

4.2 Consumo annuale di energia

Per il risanamento degli impianti di ventilazione sono stati definiti due metodi standard. La soluzione migliore è procedere innanzitutto a un'analisi di dettaglio o delle esigenze che permette di realizzare il nuovo impianto in maniera ottimale. L'esperienza dimostra che in questi impianti è possibile un maggiore risparmio di elettricità. In alternativa, il risparmio di elettricità ottenuto può essere calcolato anche in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto. In tal caso il risparmio di elettricità è raggiunto solamente attraverso i nuovi componenti più efficienti oggi disponibili.

4.2.1 Sostituzione con analisi di dettaglio

Se il consumo di energia elettrica nel nuovo e nel vecchio stato E_x è noto grazie a un'analisi di dettaglio o grazie a delle misurazioni (cfr. allegato A), il risultato può essere utilizzato per calcolare il risparmio computabile di elettricità.

4.2.2 Sostituzione senza analisi di dettaglio

Questo metodo si limita a una potenza elettrica installata complessiva di 20 kW. Il consumo di energia elettrica E_x di un impianto di ventilazione dipende dalla portata volumetrica $q_{v,x}$, dalla differenza di pressione totale Δp_x nonché dalla durata di esercizio $t_{i,x}$ [4]. In questo ambito, il rendimento η dei componenti utilizzati influisce direttamente sul consumo di energia. Nei nuovi impianti il prodotto dei rendimenti parziali viene spesso riassunto nel rendimento totale η_{tot} . Nei nuovi impianti compatti, esso viene indicato nella scheda tecnica.

Nell'esercizio a potenza parziale, la potenza elettrica assorbita dei ventilatori diminuisce proporzionalmente a un valore pari a 2.5 volte la potenza della portata volumetrica. Per il calcolo del consumo di energia, i tempi di esercizio a potenza parziale annuali sono dunque suddivisi in diversi intervalli di carico e in seguito sommati. Gli indici i e x definiscono, in modo indipendente l'uno dall'altro, gli intervalli di carico, ossia lo stato attuale (*alt*) o quello dopo il rinnovamento (*neu*). Il consumo annuo di elettricità viene espresso quindi nella maniera seguente:

$$E_x = \frac{q_{v,x} \cdot \Delta p_x}{3.6 \cdot 10^6} \cdot \sum_i \frac{t_{i,x}}{\eta_{V,x} \cdot \eta_{T,x} \cdot \eta_{M,x} \cdot \eta_{CF,x}} \cdot \left(\frac{q_{v,i,x}}{q_v} \right)^{2.5} \quad (2)$$

E_x	Consumo annuo di elettricità, in kWh/a
$q_{v,x}$	Portata volumetrica, in m ³ /h
Δp	Differenza di pressione totale, in Pa



$t_{i,x}$	Ore di esercizio h/a
$\eta_{V,x}$	Rendimento del ventilatore
$\eta_{T,x}$	Rendimento della trasmissione
$\eta_{M,x}$	Rendimento del motore
$\eta_{CF,x}$	Rendimento del convertitore di frequenza

In assenza di informazioni precise relative al vecchio impianto, è possibile stimare il consumo energetico dell'impianto di ventilazione servendosi dei dati nominali del motore originario (targhetta di identificazione). A causa dell'estrema imprecisione e del possibile sovradimensionamento, il calcolo viene effettuato con un fattore di riduzione forfettario pari a 0.75. In questo caso il consumo annuo di elettricità può essere calcolato in questo modo:

$$E_{alt} = 0.75 \cdot \frac{P_{m,alt}^{nom}}{\eta_{M,alt} \cdot \eta_{CF,alt}} \cdot \sum_i t_{i,alt} \cdot \left(\frac{q_{V,i,alt}}{q_{V,alt}} \right)^{2.5} \quad (3)$$

E_{alt}	Consumo annuo di elettricità nel vecchio stato in kWh/a
$t_{i,alt}$	Ore di esercizio h/a
$q_{V,alt}$	Portata volumetrica, in m ³ /h
$\eta_{M,alt}$	Rendimento del motore
$\eta_{CF,alt}$	Rendimento del convertitore di frequenza
$P_{m,alt}^{nom}$	Potenza nominale del motore sull'albero, in kW

Il rendimento del convertitore di frequenza può essere espresso come funzione della potenza nominale del motore (sull'albero) $P_{m,x}^{nom}$ [4]:

$$\eta_{CF,x} = 0.79 + 0.22 \cdot \left(1 - \frac{1}{\log_{10}(40 \cdot P_{m,x}^{nom})} \right) \quad (4)$$

$P_{m,x}^{nom}$	Potenza nominale del motore (sull'albero), in kW
$\eta_{CF,i,x}$	Rendimento del convertitore di frequenza

5 Variabili di ingresso

Generali

- Portata volumetrica, in m³/h (*valore*)
- Differenza di pressione, in Pa (*valore*)
- Ore di funzionamento, in h/a (*valore*)
- Potenza nominale (sull'albero) del motore, in kW (*valore*)
- Numero di poli (*scelta multipla*)
- Anno di fabbricazione del motore (*scelta multipla*)
- Tipo di trasmissione (*scelta multipla*)
- Tipo di esercizio (*scelta multipla*)
- Categoria di edifici SIA (*scelta multipla*)



6 Ipotesi e dati

Generali

- i. La durata standard dell'effetto della misura N_s in base al tipo di attuazione è definita nella tabella 1.

Tabella 1 Durata standard di utilizzo

Tipo di attuazione	Durata standard dell'effetto [a]
Ottimizzazione del funzionamento: adeguamento dei tempi di funzionamento	1
Ottimizzazione del funzionamento: installazione di un sistema di controllo modulante	4
Sostituzione dell'intero sistema (motore, trasmissione e turbina)	15

- ii. I rendimenti dei motori corrispondono ai requisiti minimi delle classi di efficienza IE ai sensi del regolamento (UE) 2019/1781 [1]. La classe di efficienza del vecchio motore viene definita in base all'anno di fabbricazione secondo la tabella 2.

Tabella 2 Classi di efficienza per anno di fabbricazione [4]

Anno di fabbricazione	Classe
<1999	IE1
1999– 2007	IE2
2008– 2016	IE3
> 2016	IE4

- iii. I rendimenti dei comuni tipi di trasmissione per i ventilatori sono indicati nella tabella 3.

Tabella 3 Rendimento dei tipi di trasmissione comuni [3]

Tipo di trasmissione	Rendimento $\eta_{T,x}$ [-]
Nessuno/diretto	1.000
Cinghie piane o dentate	0.980
Cinghie trapezoidali	0.905

- iv. Per il calcolo del rendimento dei ventilatori esistenti $\eta_{V,alt}$ viene usato un unico valore composto in parte da ventilatori assiali o con pale curvate all'indietro e per un terzo da ventilatori con pale curvate in avanti e che viene espresso come funzione della potenza nominale del motore (sull'albero) $P_{m,alt}^{nom}$ [7]. Per il computo del nuovo impianto viene usato il rendimento totale $\eta_{tot,neu}$ secondo la scheda tecnica.

$$\eta_{V,alt} = 0.0357 \cdot \ln(P_{m,alt}^{nom}) + 0.6656 \quad (5)$$

- v. Le portate volumetriche nella zona di carico parziale $q_{V,i}$ per i diversi tipi di esercizio sono espresse in maniera proporzionale alla portata volumetrica nominale q_V e sono riassunte nella tabella 4.



Tabella 4 Produzione nella zona di carico parziale in base al tipo di esercizio [4]

Intervalli di carico i	Una velocità con timer	Due velocità con timer	Modulante, regolazione tramite sonda
0 %	0	0	0
1 % – 25 %	q_V	$0.67 \cdot q_V$	$0.30 \cdot q_V$
26 % – 50 %	q_V	$0.67 \cdot q_V$	$0.50 \cdot q_V$
51 % – 75 %	q_V	$0.67 \cdot q_V$	$0.75 \cdot q_V$
76 % – 100 %	q_V	q_V	q_V

- vi. I tempi di esercizio nei diversi intervalli di carico i per impianti con regolazione modulante (tramite sonda) sono definiti sulla base delle superfici e degli utilizzi di locali conformemente alla norma SIA 2024 [6]. Di norma sono utilizzate le tipiche quote di superficie degli utilizzi di locali per ogni categoria di edifici SIA conformemente all'allegato 6 della scheda tecnica. I valori seguenti sono riassunti nella tabella 5.

Tabella 5 Ore di funzionamento per intervalli di carico [6]

Categoria dell'edificio	0 %	1 – 25 %	26 – 50 %	51 – 75 %	76 – 100 %
Abitazioni plurifamiliari	2'774	110	1'843	1'241	2'792
Amministrazione	3'645	579	1'933	355	501
Scuole	3'752	519	2'120	436	310
Negozi	3'072	841	3'072	62	790
Restaurants	3'837	1'390	1'958	124	477
Locali pubblici	3'297	897	2'511	78	978
Ospedali	1'750	973	1'830	141	3'692
Industrie	2'864	1'125	2'109	454	561
Magazzini	1'167	1'485	2'125	1'133	953
Impianti sportivi	3'158	261	2'117	858	494
Piscine coperte	3'239	261	1'828	1'518	790
Albergo*	3'265	830	1'971	2'043	227

* Questa categoria è stata aggiunta all'elenco riportato nella scheda informativa.

7 Risultati

Considerati i dati e le ipotesi presentati, i risparmi di elettricità computabili per gli impianti di ventilazione sono calcolati in maniera uniforme. A seconda delle dimensioni della base di dati esistente, il risparmio computabile può essere definito in diversi modi. Inoltre, questo metodo di calcolo standardizzato offre valori standard per quasi tutti i parametri, che possono essere impiegati ogni qualvolta i dati necessari per il calcolo non sono disponibili. A tal fine vengono usate le liste di monitoraggio accessibile pubblicamente LU-01a e LU-01b.

8 Esempio

Scenario A: Vengono sostituiti i ventilatori (motori inclusi) dell'intero impianto di ventilazione di un centro commerciale. I singoli parametri e i consumi annui di elettricità prima e dopo l'attuazione vengono misurati/calcolati tramite un'analisi di dettaglio.



Utilizzazione	Consumo annuo di elettricità (vecchio) [kWh/a]	Consumo annuo di elettricità (nuovo) [kWh/a]	Risparmio di elettricità computabile [kWh]
Vendita	150'000	100'000	526'500

Scenario B: Viene sostituito un ventilatore (motori inclusi) dell'impianto di ventilazione di un edificio scolastico. I singoli parametri e i consumi annui di elettricità prima e dopo l'attuazione sono desunti dalle schede tecniche e dalle targhette di identificazione:

Stato attuale

- Ventilatore: senza dati
- Motore (secondo la targhetta identificativa): Potenza nominale 10 kW, 4 poli, anno di fabbricazione 1999-2007
- Trasmissione: Cinghie piane
- Regolazione: Due velocità, con timer
- Ore di funzionamento: a pieno carico 2'280 h/a (240 g/a, 12 h/a) e a carico parziale 480 h/a (240 g/a, 2 h/a)

Nuovo stato

- Ventilatore: portata volumetrica 33'000 m³/h, differenza di pressione totale 750 Pa
- Sistema: Efficienza complessiva 65.2 %
- Regolazione: modulante, con sonda

Utilizzazione	Consumo annuo di elettricità (vecchio) [kWh/a]	Consumo annuo di elettricità (nuovo) [kWh/a]	Risparmio di elettricità computabile [kWh]
Scuola	25'607	9'848	188'538

9 Fonti

- [1] Commissione europea, *regolamento (UE) 2019/1781 della Commissione del 1° ottobre 2019 che stabilisce specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici e dei variatori di velocità in applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recante modifica del regolamento (CE) n. 641/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile dei circolatori senza premistoppa indipendenti e dei circolatori senza premistoppa integrati in prodotti e abroga il regolamento (CE) n. 640/2009 della Commissione*, Bruxelles, 2019.
- [2] C. Burt, X. Piao, F. Gaudi, B. Busch, and N. Taufik, *Electric Motor Efficiency under Variable Frequencies and Loads*, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 134 (2), pagine 129-136, aprile 2008.
- [3] A. Huser, A. Huber et G. Huser, *Ravel Manuel de l'industrie – Notions et données d'économies d'énergie*, Ufficio federale dell'energia (UFE), Berna, 1994.
- [4] *Ersatz eines Lüftungsmonoblock*, Programma PEIK, Berna, 2019.
- [5] Commissione europea, *regolamento (UE) n. 327/2011 della Commissione, del 30 marzo 2011, recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile di ventilatori a motore la cui potenza elettrica di ingresso è compresa tra 125 W e 500 kW*, Bruxelles, 2011.
- [6] Società svizzera degli ingegneri e degli architetti, *Dati d'utilizzo di locali per l'energia e l'impiantistica degli edifici*, SIA 2024, 2021.
- [7] *Dati del progetto ProKilowatt, programmi di incentivazione di progetti per la ventilazione nell'ambito di Optivent 1, Optivent 2, OptiFood, OptiTown, OptiCare, OptiAct*, Renera AG, 2024.



Allegato A

Le analisi dettagliate degli impianti di ventilazione devono soddisfare almeno i seguenti requisiti e/o contenere i seguenti punti:

- Nell'analizzare un sistema, la parte elettrica (potenza in ingresso dei motori elettrici) non deve essere considerata isolatamente. La priorità va accordata all'analisi della domanda (requisiti di processo, portata volumetrica, differenze di pressione, potenza idraulica, punti operativi effettivi, regime di controllo, casi operativi tipici, ecc.)
- Discuti dei requisiti di processo con il personale operativo competente. Questo aspetto è importante perché, se troppo elevati, i volumi di pompaggio hanno un forte impatto in termini energetici soprattutto se si pompano gas (LTA) e fluidi in circuiti chiusi.
- *Stato effettivo*: il consumo annuo di energia elettrica del sistema è derivato in modo trasparente.
- *Stato previsto*: il consumo energetico previsto è determinato in modo chiaro e plausibile con l'aiuto di una descrizione delle misure tecniche.
- I lavori eseguiti devono essere documentati in una relazione di progetto. Questa deve comprendere anche un breve riassunto dei risultati e delle raccomandazioni relative alle misure.

Ulteriori informazioni sulla portata tipica di un'analisi dettagliata sono disponibili [qui](#).