

RAVEL

Manuale per l'industria

Concetti e dati concernenti
la gestione dell'energia nell'azienda

In merito al presente manuale

Chi nella propria azienda vuole conoscere a menadito il settore dell'energia, troverà nel presente manuale una grande quantità d'informazioni utili – dalle formule e dalle tabelle di conversione concernenti le descrizioni delle funzioni degli elementi tecnici più importanti, fino alle liste di controllo orientate verso l'economia di mercato. Oltre ad informazioni sempre valide il presente manuale contiene anche numerose indicazioni concernenti ulteriori fonti d'informazione come erano disponibili quando è stata portata a termine l'edizione del giugno 1993. La validità successiva dei dati non può essere garantita; in compenso la struttura elastica offre molto spazio per le notizie personali. Il manuale per l'industria RAVEL non vuole essere solo un'opera di consultazione basilare, bensì anche uno strumento di lavoro. La presentazione sotto forma di classificatore ad anelli offre la possibilità di aggiungere in qualsiasi momento fogli con annotazioni personali. Gli autori, la redazione e l'editore augurano a tutti i lettori ed a tutte le lettrici di mietere molti successi grazie alle misure adottate ed agli investimenti fatti nel settore dell'energia.

Hanno collaborato

Editore:	Ufficio federale dei problemi congiunturali, Berna
Ufficio RAVEL:	c/o Amstein & Walther AG, Zurigo
Caposettore industria:	Prof. dott. Daniel Spreng, SPF Zurigo
Autori:	Alois Huser, INFEL, Zurigo Dott. Adalbert Huber, Von Roll AG, Gerlafingen Geri Huser, IFTS, Schinznach-Dorf
Disegni e grafica:	Artpage AG, Zurigo Atelier Blaser, Erlenbach
Redazione:	Christian Bachmann, pcb Pressebüro, Zurigo
Stampa e distribuzione:	UCFSM, Berna © Ufficio federale dei problemi congiunturali, Berna, giugno 1993

La riproduzione parziale è autorizzata purché sia citata la fonte.

N. d'ordinazione: 724.370 i
ISBN
Form. 724.370 i

1. Concetti generali d'energia	
1.1 Energia	
1.2 Contenuto d'energia	
1.3 Vettori energetici, tipi d'energia	
1.4 Trasformazione dell'energia, perdite d'energia, rendimento	
1.5 Concetti di tempo e di potenza	
1.6 Parametri per l'utilizzazione	
2. Redditività	
2.1 Costi, tariffe, prezzi	
2.2 Concetti del valore	
2.3 Verifica della redditività	
2.4 Valutazioni della redditività	
2.5 Criteri di redditività	
3. Approvvigionamento energetico	
3.1 Panoramica dei vettori energetici	
3.2 Elettricità	
Produzione di elettricità	3.2 / 1
Elettricità in Svizzera	3.2 / 14
Leggi, indirizzi	3.2 / 18
3.3 Prodotti del petrolio	
Giacimenti	3.3 / 1
Composizione del petrolio	3.3 / 2
Raffinazione del petrolio	3.3 / 3
Petrolio in Svizzera	3.3 / 4
Trasporto ed immagazzinamento	3.3 / 6
Costituzione di scorte obbligatorie	3.3 / 8
Caratteristiche di diversi prodotti del petrolio	3.3 / 9
Leggi, indirizzi	3.3 / 10
3.4 Gas naturale	
Giacimenti	3.4 / 1
Composizione del gas naturale	3.4 / 2
Gas naturale in Svizzera	3.4 / 3
Trasporto ed immagazzinamento	3.4 / 5
Misurazione di masse di gas naturale	3.4 / 6
Caratteristiche del gas naturale distribuito in Svizzera	3.4 / 7
Leggi, indirizzi	3.4 / 8
3.5 Carbone	
Giacimenti	3.5 / 1
Composizione (valori medi)	3.5 / 2
Trattamento del carbone	3.5 / 3
Carbone in Svizzera	3.5 / 4
Caratteristiche del carbone	3.5 / 4
Leggi, indirizzi	3.5 / 5
3.6 Teleriscaldamento	
3.7 Legna	

3.8 Energia solare	
Irradiazione	3.8 / 1
Sfruttamento	3.8 / 2
4. Utilizzazione dell'energia nell'azienda	
4.1 Gestione dell'energia	
Flusso energetico nell'azienda	4.1 / 1
Rilevamento dell'energia ed accertamento dei costi	4.1 / 3
Misurazione di potenze e di energie	4.1 / 4
Analisi e valutazione	4.1 / 6
Immagazzinamento e distribuzione dell'energia	4.1 / 11
Fabbisogno di potenza calorifica di un edificio	4.1 / 13
Comando e regolazione	4.1 / 15
Reazioni sulla rete	4.1 / 19
Impianti di compensazione	4.1 / 23
4.2 Tecniche fondamentali dell'energia	
Trasformatore	4.2 / 1
Convertitori statici di corrente	4.2 / 3
Fornitura di energia elettrica senza interruzioni	4.2 / 5
Batterie	4.2 / 7
Produzione di aria compressa	4.2 / 9
Pompe di calore	4.2 / 11
Produzione del freddo	4.2 / 15
Bruciatori, caldaie	4.2 / 19
Azionamenti elettrici	4.2 / 23
Pompe	4.2 / 33
Ventilatori	4.2 / 37
Illuminazione	4.2 / 43
Calore di processo	4.2 / 47
Utilizzazione del calore residuo e recupero del calore	4.2 / 49
5. Ambiente	
5.1 Sostanze nocive	
5.2 Combustione di vettori energetici fossili	
5.3 Rumore	
5.4 Legislazione per la protezione dell'ambiente in Svizzera	
6. Centri di consulenza sull'energia	
7. Unità di misura e fattori di conversione	
8. Indice analitico	

1. Concetti generali d'energia

1.1 Energia

1.2 Contenuto d'energia

1.3 Vettori energetici, tipi d'energia

1.4 Trasformazione dell'energia, perdite d'energia, rendimento

1.5 Concetti di tempo e di potenza

1.6 Parametri per l'utilizzazione

1. Concetti generali d'energia

1.1 Energia

L'energia è la proprietà di un sistema di provocare effetti esterni. L'energia può manifestarsi, ad esempio, sotto le forme seguenti:

- energia meccanica
- energia termica
- energia chimica di legame
- energia radiante elettromagnetica
- energia elettrica
- ecc.

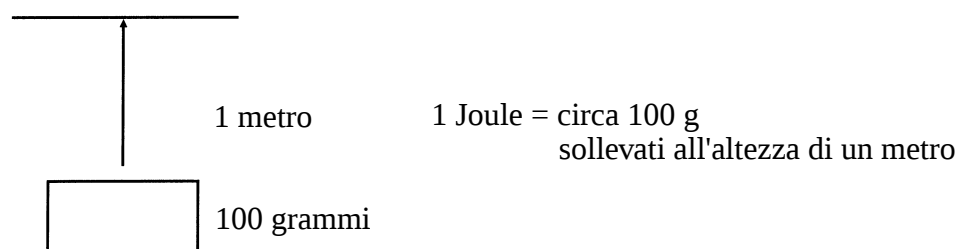
Forme d'energia

I concetti di energia e di lavoro hanno lo stesso significato. Si parla spesso di lavoro per definire l'energia utilizzata in un processo. La potenza è il lavoro fornito in un'unità di tempo ben determinata.

Lavoro

L'unità di misura internazionale dell'energia è il Joule (J). La stessa può essere rappresentata come segue: un peso di 100 g, sollevato all'altezza di 1 metro, possiede l'energia potenziale di circa 1 Joule.

Joule



$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ Ws}$$

Energia potenziale

Energia potenziale: $E_p = m \cdot g \cdot h$ [kg · (m/s²) · m]
m: massa [kg]
g: accelerazione di gravità [m/s²]
h: altezza [m]

Energia cinetica

Energia cinetica: $E_k = m \cdot v^2 / 2$ [kg · m²/s²]
v: velocità del corpo [m/s]

Energia elettrica

Energia elettrica: $E_{el} = U \cdot I \cdot t$ [V · A · s]
U: tensione [V]
I: corrente [A]
t: tempo [s]

Per ulteriori unità di misura
cfr. capitolo 7 «Unità di misura
e fattori di conversione».

1.2 Contenuto d'energia

Come «energia grigia» viene definita la quantità globale di energia utilizzata direttamente o indirettamente per la fabbricazione di un prodotto. Essa comprende il consumo di energia per il processo di produzione ed il contenuto d'energia dei materiali accessori utilizzati nel processo di produzione.

Energia grigia

Per alcuni valori indicativi tipici cfr. capitolo 7 «Unità di misura e fattori di conversione».

$$EF = E_N / E_k$$

Coefficiente di raccolta

EF: coefficiente di raccolta

E_N : produzione netta di energia di un impianto durante la sua durata di vita

E_k : consumo d'energia cumulativo per la fabbricazione dell'impianto (energia grigia, contenuto d'energia dell'impianto), dei mezzi di produzione e dei materiali d'esercizio.

$$E_{\text{spec.}} = E / X$$

Consumo specifico di energia

$E_{\text{spec.}}$: consumo d'energia specifico di un sistema d'energia o di un processo

E: consumo d'energia

X: grandezza di riferimento caratteristica del sistema o del processo (ad es. energia utile emessa, quantità o peso dei beni prodotti, ecc.).

Esempi

Consumo specifico di corrente elettrica di una produzione di cemento (kWh/t)

Consumo specifico di corrente elettrica di una cella frigorifera (kWh/m³ per 24 h)

Consumo specifico di benzina di un'automobile (l/100 km)

Il potere calorifico inferiore H_u è costituito dalla quantità di calore che si sprigiona nella combustione totale di un'unità quantitativa di un combustibile (kg, m³), se l'acqua che si forma durante la combustione si presenta **sotto forma di vapore** ed i prodotti della combustione vengono raffreddati fino alla temperatura di riferimento di 25°C. I poteri calorifici dipendono dal tipo e dalla qualità del combustibile.

Potere calorifico inferiore

Per diversi valori medi del potere calorifico cfr. capitolo 7 «Unità di misura e fattori di conversione».

Il potere calorifico superiore H_o è costituito dalla quantità di calore che si sprigiona nella combustione totale di un'unità quantitativa di un combustibile (kg, m³), se l'acqua che si forma durante la combustione si presenta **sotto forma di liquido** ed i prodotti della combustione vengono raffreddati fino alla temperatura di riferimento di 25°C. Il potere calorifico inferiore e quello superiore sono diversi per il calore di evaporazione del vapore acqueo contenuto nei gas combusti.

Potere calorifico superiore

1.3 Vettori energetici, tipi d'energia

Vettori energetici sono ad esempio:

- petrolio
- gas naturale
- carbon fossile
- uranio
- gasolio
- benzina
- elettricità
- vapore, ecc.

Vettori energetici

Considerati come vettori energetici speciali, i termovettori sono particolarmente adatti a trasportare o a trasmettere energia sotto forma di calore. Esempi:

- acqua bollente
- vapore
- oli termici, ecc.

Termovettori

I vettori energetici, rispettivamente le fonti d'energia rinnovabili (atte a rigenerarsi) sono quelli che si rinnovano in modo naturale, sia continuamente, sia ciclicamente (ciclo annuo, alcune generazioni, ecc.) Esempi:

- forza idrica
- energia solare (irradiazione solare)
- calore ambiente (energia dell'ambiente)
- biomassa (ad es. legna)
- energia eolica.

Vettori energetici rinnovabili

È definita come energia dell'ambiente l'energia termica assorbita da quella solare (oppure proveniente, ad es. dall'industria e dalle economie domestiche sotto forma di calore residuo) ed immagazzinata nell'aria, nelle acque di superficie e nella falda freatica, nonché nel suolo.

Calore ambiente

1.4 Trasformazione dell'energia, perdite d'energia, rendimento

Durante la trasformazione (conversione) da una forma di energia in un'altra, si manifestano sempre delle perdite.

$$EV = E1 - E2$$

EV: perdita d'energia E1: impiego d'energia E2: ricavo d'energia

Perdite d'energia

Per la valutazione esatta delle perdite, le quantità d'energia utilizzate e quelle ricavate devono sempre essere convertite nella medesima unità d'energia.

Esempio

In una caldaia riscaldata a gas, con una quantità di gas di 1000 m³ si ricava una quantità di calore di 8 MWh. Il potere calorifico del gas è di 36.6 MJ/Nm³ (H_o).

$$36.6 \text{ MJ/m}^3 (\text{H}_o) = 33 \text{ MJ/m}^3 (\text{H}_u) = 9.2 \text{ kWh/m}^3 (\text{H}_u)$$

Contenuto d'energia di 1000 m³ di gas = 9.2 MWh

Perdite di trasformazione = 9.2 - 8 = 1.2 MWh (13%)

$$\eta = P1 / P2 [\%]$$

η : rendimento P1: potenza fornita utilizzabile P2: potenza addotta

Rendimento

Il rendimento vale per condizioni d'esercizio ed ambientali determinate. Esso varia ad esempio in caso di cambiamento da carico massimo a carico parziale.

$$\eta_G = \eta_A \cdot \eta_B \cdot \eta_C [\%]$$

η_G : rendimento di tutto un sistema

η_B : rendimento del sistema parziale B

η_A : rendimento del sistema parziale A

η_C : rendimento del sistema parziale C

Rendimento del sistema globale

Il grado di utilizzazione è costituito dal rendimento medio misurato su un ampio periodo di tempo (ad es. un anno).

Grado di utilizzazione

Esempio

Trasformatore

energia assorbita in un anno: 100 MWh

erogazione di energia annua: 90 MWh

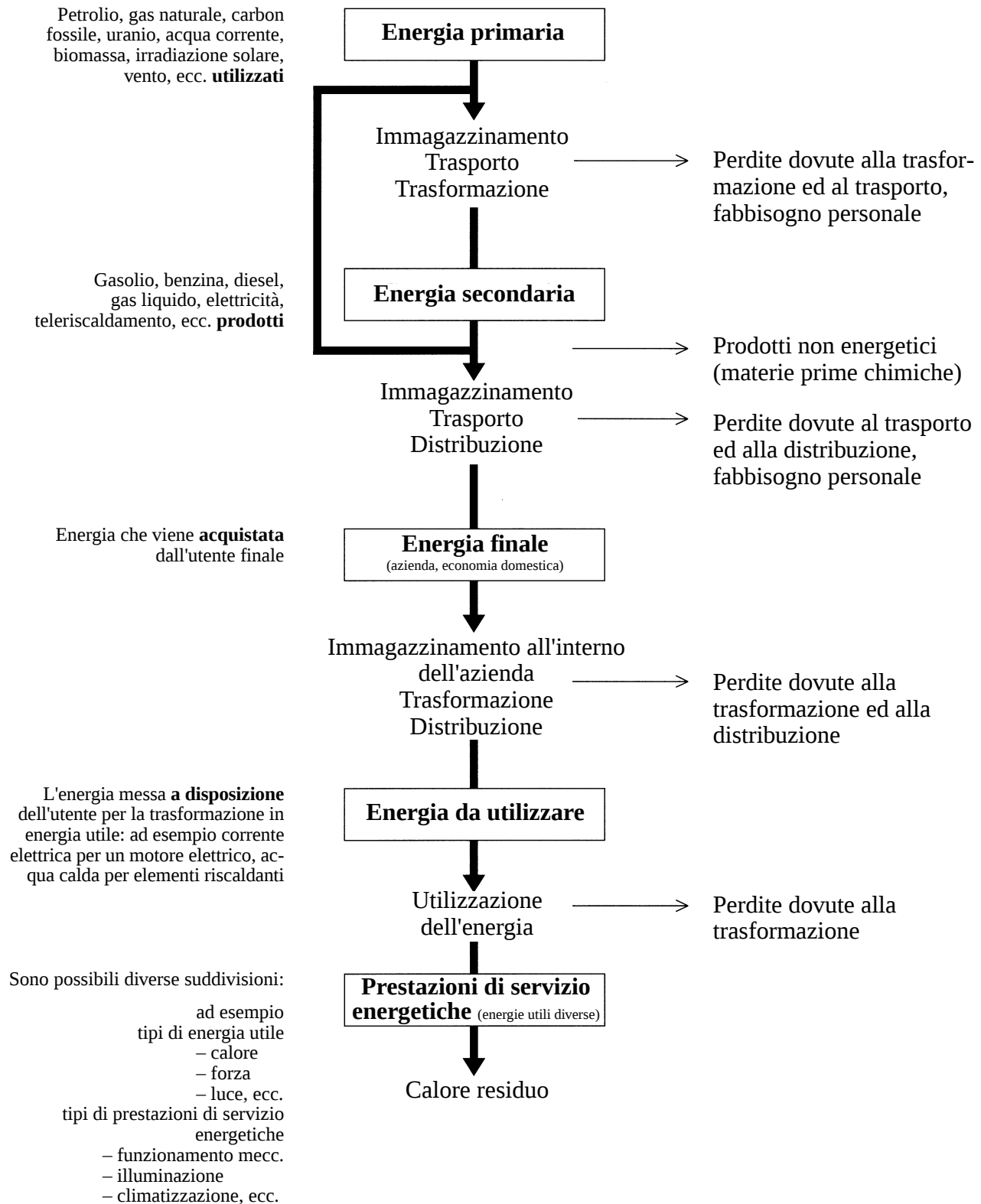
grado di utilizzazione annuo: 90/100 = 0.9

quale paragone: rendimento in caso di carico nominale: 0.98

Procedimento per stabilire il rendimento:

1. stabilire le condizioni d'esercizio ed ambientali
2. misurazione della potenza assorbita e di quella erogata
3. calcolo del rendimento

Stadi della trasformazione dell'energia



1.5 Concetti di tempo e di potenza

Concetti di tempo

Come quantità di tempo è definito il numero di ore di un periodo di tempo determinato.

Quantità di tempo

Esempio

1 anno conta 8760 ore

Durante le ore di servizio (durata di funzionamento, numero delle ore di funzionamento) un impianto che sfrutta l'energia impiega o genera energia. Durante le ore di funzionamento (durata di utilizzazione) viene sfruttata in modo effettivo una prestazione di servizio energetica. Le ore di servizio e la durata d'impiego sono generalmente diverse le une dall'altra.

Ore di servizio

Esempio

Fotocopiatrice	ore di servizio:	3000 ore/anno
	durata d'impiego:	500 ore/anno

Durante lo stato di prontezza (durata dello stato di prontezza, numero di ore dello stato di prontezza) un impianto che utilizza l'energia è pronto ad entrare in funzione (ma non è in esercizio). Durante lo stato di prontezza l'impianto deve poter essere messo in funzione entro il suo tempo di avviamento normale.

Stato di prontezza

Il tempo di avviamento è il periodo di tempo che un impianto (ad es. motore, caldaia) impiega per giungere allo stato di funzionamento normale (numero di giri nominale, potenza nominale), partendo dallo stato di prontezza inattiva.

Tempo di avviamento

$$t_{VZ} = t_{B1} + t_{B2}$$

t_{VZ} : durata dello stato di disponibilità (ore di disponibilità)

t_{B1} : ore di servizio (ore di funzionamento)

t_{B2} : stato di prontezza (ore di prontezza)

Durata della disponibilità

Durante il tempo in cui non è disponibile, un impianto non è atto a funzionare per un periodo considerato. Per la durata della revisione (tempo di riparazione, durata progettata dell'arresto), un impianto di cui è prevista la revisione è fuori servizio finché non sia pronto ad entrare in funzione. Per tutta la durata dell'interruzione, un impianto fuori servizio a causa di un guasto imprevisto lo rimarrà finché non sia pronto ad entrare nuovamente in funzione.

Durata della non disponibilità
Durata della revisione
Durata della riparazione
Durata dell'arresto
Durata dell'interruzione

Il numero dei gradi/giorni di riscaldamento è costituito dalla somma delle differenze giornaliere (sull'arco di un mese o di un anno) tra la temperatura

Gradi/giorni di riscaldamento

Fonti di riferimento:

- quotidiani (ad es. NZZ, ogni volta il 7 del mese)
 - Istituto svizzero di meteorologia (ISM)
- Sezione dati, 8044 Zurigo
Tel.: 01 / 256 94 20

ambiente (normalmente 20°C) e la temperatura giornaliera media rispettivamente di tutti i giorni di riscaldamento di tale periodo. I giorni di riscaldamento sono i giorni di un periodo in cui la temperatura media giornaliera (media sulle 24 ore) è situata al di sotto del limite di riscaldamento. Il limite di riscaldamento è costituito dalla temperatura giornaliera media dell'aria esterna al di sopra della quale non si deve più riscaldare (di regola 12°C). Il numero dei gradi/giorni di riscaldamento è utile per la valutazione del consumo del calore ambiente: quanto più elevato è tale numero, tanto peggiori (freddo maggiore) sono le condizioni meteorologiche.

Concetti di potenza

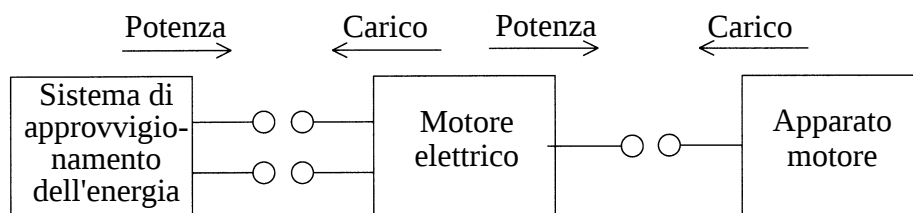
Watt L'unità di misura internazionale per la potenza è il Watt (W). Tra potenza e quantità d'energia esiste il rapporto seguente:

Potenza $P = E / t$ [W]

P: potenza
E: quantità di energia trasformata (lavoro eseguito)
t: tempo (medio) che è stato necessario a questo scopo

Carico Nella prassi si fa una distinzione basilare tra potenza e carico. Per potenza s'intende la capacità di fornire una prestazione di un sistema di distribuzione dell'energia oppure di un apparecchio (potenza generata, potenza erogata, potenza installata, ecc.).
Quale carico è definita la potenza presa in considerazione oppure necessaria in un punto determinato.

Esempio:



Potenza nominale La potenza nominale di un impianto o di un apparecchio (ad es. la potenza nominale di un motore elettrico) è la capacità di fornire le prestazioni per le quali l'impianto è stato dimensionato e costruito. Essa è indicata sulla targa che indica le prestazioni oppure risulta evidente nel capitolato oppure nel verbale di collaudo. La potenza nominale è definita per condizioni ambientali determinate.

Potenza continua La potenza continua è quella che un impianto è in grado di erogare in condizioni d'esercizio ben definite, senza limitazione nel tempo e senza mettere in pericolo la sua durata di vita e la sua sicurezza.

Potenza installata La potenza installata di un sistema è costituita dalla somma delle potenze nominali di tutti gli impianti e di tutti gli apparecchi installati nel sistema medesimo. In un sistema di utilizzatori il concetto di potenza installata è spesso sinonimo di potenza allacciata.

La potenza lorda è la potenza ai morsetti del generatore; essa comprende la potenza per l'autoconsumo dell'impianto di produzione. La potenza netta è la potenza utile erogata alla rete dall'impianto di produzione (potenza lorda, dedotta la potenza per l'autoconsumo, anche se quest'ultima viene prelevata dalla rete).

Potenza lorda

La potenza effettiva di un impianto di produzione (ad es. generazione di corrente o di calore) è la potenza continua raggiunta in un determinato momento, qualora si tenga conto di tutte le condizioni tecniche e di funzionamento (ivi comprese le unità di potenza di riserva).

Potenza effettiva

La potenza di riserva necessaria di un sistema di produzione è quella che deve essere al minimo a disposizione oltre al fabbisogno di potenza atteso dal sistema, onde mantenere inferiore ad un livello tollerato ed accettabile il rischio di difficoltà di approvvigionamento.

Potenza di riserva

La potenza garantita di un sistema di approvvigionamento è quella che rimane allorché si deduce dalla potenza effettiva la potenza di riserva necessaria. Per la salvaguardia della sicurezza necessaria in un sistema di approvvigionamento la potenza effettiva deve in ogni momento essere almeno uguale al fabbisogno di potenza del sistema stesso.

Potenza garantita

La potenza d'esercizio è la potenza che un sistema di distribuzione dell'energia (impianto di produzione, impianto di consumo) genera oppure richiede realmente in un momento determinato.

Potenza d'esercizio

La potenza di riposo è la potenza che un sistema richiede nello stato di prontezza (durante l'inattività) per mantenere in esercizio, ad esempio, le funzioni ausiliarie.

Potenza di riposo

La potenza massima è la potenza d'esercizio massima generata o erogata durante un periodo di tempo determinato (ad es. potenza calorifica massima, potenza elettrica massima). La potenza elettrica massima viene determinata come valore istantaneo o come valore medio durante un breve lasso di tempo, ad esempio durante quindici minuti.

Potenza massima

$$P_m = E / t \text{ [W]}$$

Potenza media

P_m : potenza media durante un periodo di tempo determinato

E : quantità di energia fornita

t : durata del periodo di tempo (tempo di prelievo)

Il fabbisogno di potenza consiste nel carico massimo che ci si può attendere durante un periodo stabilito (giorno, mese, anno) in un punto determinato (ad es. fabbisogno di potenza calorifica, fabbisogno di potenza elettrica).

Fabbisogno di potenza

La potenza da erogare (potenza elettrica, potenza calorifica) viene stabilita di comune accordo con un cliente; il fornitore tiene a disposizione del cliente almeno tale potenza.

Potenza da erogare

La potenza in abbonamento è la potenza massima che un cliente può pretendere secondo il contratto di fornitura e per la quale egli paga un prezzo prestabilito. Qualora il fabbisogno di potenza del cliente superi la potenza in abbonamento, il cliente deve di regola pagare un prezzo più elevato per

Potenza in abbonamento

tale prestazione supplementare; è anche possibile che provvedimenti tecnici (limitatore di potenza, fusibile) limitino il prelievo di corrente alla quantità fissata in abbonamento.

Distribuzione del carico

$$A = P_m / P_N$$

A: distribuzione del carico

P_m : potenza media

P_N : potenza nominale

Esempio

Motori elettrici per	Assorbimento medio di potenza/ potenza nominale
impianti di ventilazione e di condizionamento	0.7
pompe e compressori	0.63
macchine utensili	0.2

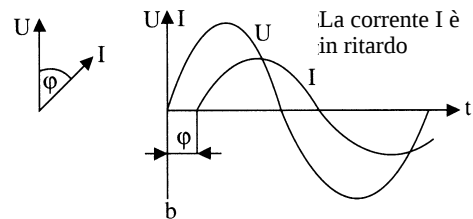
Potenza apparente, potenza reale, potenza reattiva

Potenza apparente $S = U \cdot I \text{ [V} \cdot \text{A]}$

S = potenza apparente

U = tensione

I = corrente



$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

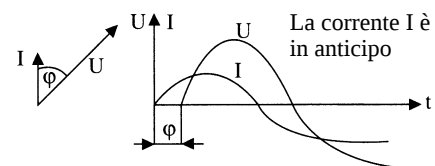
Potenza reale $P = S \cdot \cos \varphi \text{ [W]}$

Potenza reattiva $Q = S \cdot \sin \varphi \text{ [VAr]}$

P = potenza reale

Q = potenza reattiva

φ = angolo di sfasamento

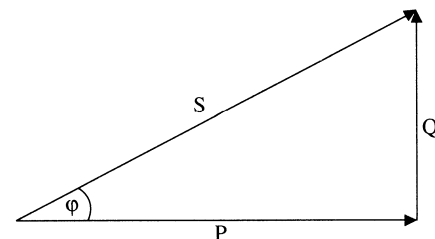


vengono misurati P e Q:

$$\tan \varphi = Q/P$$

$$\varphi = \arctan (Q/P)$$

$$\cos \varphi = \cos [\arctan (Q/P)]$$



Esempio

$$\cos \varphi = 0.9$$

$$Q = 0.5 \cdot P$$

Esempio

Sulla targhetta segnaletica di un motore elettrico sono riportati i dati seguenti:

$U = 220 \text{ V}$, potenza nominale = 2.5 kW, $\cos \varphi = 0.85$. Per un rendimento dato dell'80% le potenze saranno le seguenti:

potenza reale	$P = P_N / \eta = 3125 \text{ W}$
potenza apparente	$S = P / \cos \varphi = 3676 \text{ VA}$
potenza reattiva	$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = 1937 \text{ VAR}$

1.6 Parametri per l'utilizzazione

Il tipo d'esercizio caratterizza di regola l'andamento cronologico del funzionamento di un impianto, ad esempio di un motore elettrico. Il tipo d'esercizio è un importante fattore di determinazione per quanto concerne il consumo di energia ed il rendimento. Tipi di esercizio caratteristici sono il servizio continuo, il servizio di breve durata, il servizio a carico massimo, il servizio intermittente, ecc.

Tipo d'esercizio

$$t_H = E / P_H$$

Durata di utilizzazione

t_H : durata di utilizzazione a carico massimo (ore a carico massimo)

E : quantità d'energia

P_H : carico massimo

I dati si riferiscono sempre ad un periodo di tempo determinato (ad es. durata di utilizzazione annua a carico massimo). Le ore corrispondenti alla durata di utilizzazione a carico massimo vengono definite come ore a carico massimo.

Ore di carico massimo

Esempio

Consumo di corrente	15 000 kWh/a	(a = anno)
Carico massimo	5 kW	
Durata di utilizzazione annua a carico massimo = 15 000 kWh/5 kW = 3000 h/a		
		(3000 ore a carico massimo)

$$BG = t_B / t$$

Grado di utilizzazione

BG : grado di utilizzazione (o grado di carico) di una potenza caratteristica (carico massimo, potenza in abbonamento, ecc.)

t_B : durata di utilizzazione della potenza caratteristica

t : intervallo di tempo corrispondente

o anche:

$$BG = P_m / P$$

BG : grado di utilizzazione

P_m : potenza media durante il periodo di tempo

P : potenza caratteristica

Utilizzando questo concetto occorre sempre indicare il tipo della potenza ed il periodo di tempo.

Esempio

Periodo di tempo considerato: anno (= 8760 h)
 Potenza in abbonamento: 400 kW
 Consumo d'energia: 1500 MWh/a
 Potenza media: $1\,500\,000 \text{ kWh} / 8760 \text{ h} = 171.2 \text{ kW}$ (1 anno = 8760 h)
 Grado di utilizzazione della potenza in abbonamento = $171.2 \text{ kW} / 400 \text{ kW} = 0.43$

Carico massimo Il concetto viene per lo più utilizzato in relazione con il carico massimo; invece del grado di utilizzazione s'impiega allora il concetto speciale di coefficiente di carico o fattore di carico

Coefficiente di carico $LF = t_H / t$

LF: coefficiente di carico (fattore di carico)
 t_H : durata di utilizzazione a carico massimo
 t : periodo di tempo corrispondente

Coefficiente di carico annuo
Coefficiente di carico mensile Il coefficiente di carico risulta anche dal rapporto tra potenza media e potenza massima di un sistema di distribuzione dell'energia durante un periodo di tempo determinato (ad es. anno, mese); si parla allora di coefficiente di carico annuo, rispettivamente di coefficiente di carico mensile.

Esempio

Periodo di tempo considerato: anno (= 8760 h)
 Consumo d'energia: 1500 MWh/a
 Carico massimo annuale: 300 kW
 Durata di utilizzazione a carico massimo: $1\,500\,000 \text{ kWh} / 300 \text{ kW} = 5000 \text{ h}$
 Potenza media (annua): $1\,500\,000 \text{ kWh} / 8760 \text{ h} = 171.2 \text{ kW}$
 Coefficiente di carico = $5000 \text{ h} / 8760 \text{ h} = 0.57$ oppure
 (coefficiente di carico annuo): $= 171.2 \text{ kW} / 300 \text{ kW} = 0.57$

Fattore di potenza Il fattore di potenza $\cos \varphi$ di un sistema elettrico serve a stabilire in quale misura il sistema richiede anche potenza reattiva Q , oltre a potenza reale P (cfr. anche potenza apparente). Il fattore di potenza è una misura speciale dello sfasamento tra tensione e corrente (risp. tra potenza reale e potenza apparente). Le aziende elettriche possono prescrivere il rispetto di determinati limiti per quanto concerne il fattore di potenza. Dispositivi incorporati per la compensazione della corrente reattiva (ad es. condensatori) possono correggere in modo adeguato il fattore di potenza.

Rapporto di potenza $LV = P_T / P_H$

LV: rapporto di potenza (rapporto di carico)
 P_T : potenza minima (carico minimo)
 P_H : potenza massima (carico massimo)

Impiego del tempo $TA = t_B / t_N$

TA: impiego del tempo
 t_B : ore di servizio
 t_N : periodo nominale (periodo considerato, ad es. un anno)

Esempio

Ore di servizio 6400 (per anno solare)
 Impiego del tempo $6400/8760 = 0.73$

Alcuni fattori tipici d'impiego del tempo (riferiti ad un anno) per

motori elettrici in impianti di ventilazione e di condizionamento	fattore d'impiego del tempo
pompe e compressori	0.12
macchine utensili	0.52
	0.45

$$ZV = (t_{B1} + t_{B2}) / t_N$$

**Disponibilità di
tempo**

ZV: disponibilità di tempo

t_{B1} : ore di servizio

t_{B2} : stato di prontezza

t_N : periodo nominale

$$GV = P_H / \Sigma(P_1, \dots, P_n)$$

**Fattore di
simultaneità**

GV: fattore di simultaneità

P_H : carico massimo comune (simultaneo di una quantità di utenti)

$\Sigma(P_1, P_n)$: somma dei carichi massimi (che di regola si manifestano in momenti diversi) dei singoli utenti

Il fattore di simultaneità viene calcolato per un determinato periodo di tempo.

2. Redditività

2.1 Costi, tariffe, prezzi

2.2 Concetti del valore

2.3 Verifica della redditività

2.4 Valutazioni della redditività

2.5 Criteri di redditività

2. Redditività

2.1 Costi, tariffe, prezzi

Costi

I costi dipendono dal tempo e dal luogo; un dato concernente i costi deve perciò sempre menzionare anche i dati riguardanti il tempo ed il luogo in cui tali costi insorgono.

Attribuzione dei costi nella contabilità:

• Cassa:	entrate	↔	uscite	traffico monetario
• Contabilità aziendale:	profitti calcolo dei fattori di costo	↔	costi	rilevamento interno dei costi
• Contabilità finanziaria:	utili	↔	spese	traffico con partner esterni (clienti, fornitori, banche, ecc.)

• Conto perdite e profitti:	profitti	↔	perdite
• Bilancio:	attivi	↔	passivi

• Costi d'acquisto	= importi fatturati dai fornitori (per vettori energetici finali) (franco azienda)
• Costi degli utenti	= costi d'acquisto + costi interni supplementari (per vettori energetici utilizzati)

Costi interni supplementari dell'approvvigionamento energetico

Vettori energetici	Energia elettrica	Gas naturale	Combustibili liquidi	Combustibili solidi
Costi e perdite della trasformazione/ dello stoccaggio				
Consumo d'energia per il pompaggio e l'alimentazione				
Manutenzione e cura degli impianti di approvvigionamento (compresi i costi del personale)				
Costo del capitale per le quantità di energia immagazzinate				
Costo del capitale degli impianti di approvvigionamento				
Costi per la sicurezza e l'ambiente				

Costi d'investimento
Costi d'esercizio

L'ammontare di questi costi supplementari dipende dai costi d'investimento e d'esercizio degli impianti di approvvigionamento energetico, nonché dal consumo d'energia annuo. A seconda dell'esercizio i costi supplementari possono variare dal 5 al 30% o più dei costi d'acquisto.

Accertamento dei costi supplementari

Accertamento dei costi interni supplementari: i singoli costi devono essere accertati sulla base dei conteggi dei tipi di costi per le posizioni di costo interessate. E ciò durante tutto l'iter di approvvigionamento all'interno dell'esercizio, dal punto in cui viene fornita l'energia fino all'utente finale.

Paragone della redditività

Avvertimento: i paragoni della redditività tra vettori energetici, eseguiti sulla base dei prezzi di fornitura, trascurano i costi interni supplementari e sfociano, di conseguenza, in risultati e decisioni errati. Tali paragoni ed analisi dovrebbero sempre basarsi su costi al consumo autentici.

Piano dei tipi di costi

Il piano dei tipi di costi ordina i costi per gruppi. Esso comprende i seguenti gruppi principali di costi:

- costi d'acquisto per materiale ed energia
- costi del personale (salari, stipendi, comprese le indennità ed i costi sociali)
- costi per le prestazioni di servizio esterne (prestazioni da parte di terzi)
- costi per brevetti, licenze, locazioni, leasing, assicurazioni
- spese amministrative (materiale per ufficio, PTT, spese, ecc.)
- costo del capitale (ammortamenti, interessi)
- contributi interni

Preventivo delle posizioni di costo

Il piano dei tipi di costi serve anche all'allestimento del preventivo delle posizioni di costo e dei conteggi delle posizioni di costo. Oggi i piani dei tipi di costi (piani dei conti) sono ampiamente unificati e si possono ottenere sul mercato anche come programmi per EED/PC.

Piano delle posizioni di costo

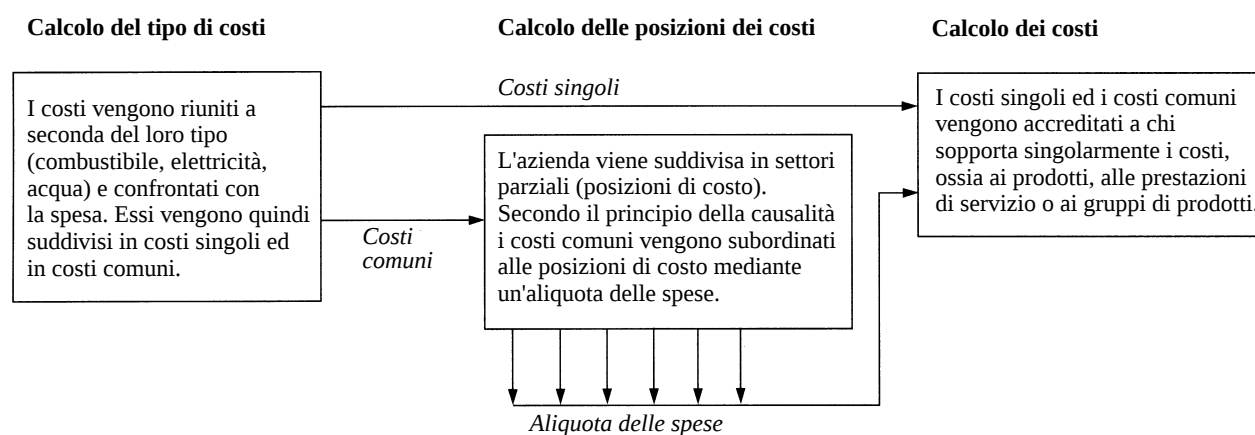
Il piano delle posizioni di costo indica dove i costi si sono verificati (quale settore dell'azienda li ha causati?). Per le posizioni di costo si può distinguere tra posizioni di costo principali, che producono direttamente per

il mercato, e posizioni di costo ausiliarie che forniscono prestazioni per le posizioni di costo principali. Posizioni di costo ausiliarie tipiche sono ad esempio i servizi sulle aree oppure l'approvvigionamento energetico. I costi delle posizioni di costo ausiliarie vengono spesso ripartiti tra le posizioni di costo principali, secondo il procedimento delle quote e per mezzo di una chiave di ripartizione determinata. Questa chiave deve essere verificata ed adattata periodicamente.

Posizioni di costo principali
Posizioni di costo ausiliarie

Il piano dei costi indica in che modo sono insorti i costi (quale prodotto sopporta i costi?). Sopportano i costi i prodotti atti alla vendita (prodotti o prestazioni di servizio) che devono fornire un utile all'azienda.

Piano dei costi



Tariffe

La fornitura di vettori energetici viene calcolata sia direttamente mediante i prezzi di mercato (ad es. gasolio in Fr./t oppure Fr./100 litri) oppure mediante tariffe (nel caso di energie dipendenti da linee o da condutture come l'elettricità ed il gas naturale).

**Prezzi di mercato
Tariffe**

Le energie dipendenti da linee e da condutture presentano una struttura dei prezzi pluridimensionale. Il fornitore misura e calcola, secondo tariffe contrattuali, non solo l'acquisto di energia legato al tempo, bensì anche l'acquisto di prestazioni, nonché, nel caso della corrente elettrica, anche l'acquisto di energia reattiva.

Struttura dei prezzi

L'acquisto globale di energia consiste in questo caso di parecchi componenti (lavoro, prestazione, energia reattiva, ecc.) che possono essere ulteriormente suddivisi a seconda del momento dell'acquisto o della quantità acquistata (ad es. acquisto a tariffa alta, acquisto a tariffa bassa).

**Componenti
d'acquisto**

Per ogni componente d'acquisto la tariffa di fornitura contiene un componente corrispondente della tariffa.

Tariffa di fornitura

$$EK = \sum (\mathbf{BK}_1 \cdot \mathbf{TK}_1, \dots, \mathbf{BK}_n \cdot \mathbf{TK}_n) + G$$

Costi d'acquisto

EK: costi d'acquisto

BK: componente d'acquisto (quantità misurate di energia o di prestazione)

TK: componente della tariffa corrispondente (secondo la tariffa contrattuale)

G: tasse (secondo la tariffa contrattuale)

Per energie non dipendenti da linee o condutture questa espressione si riduce a:

$$EK = LM \cdot LP + G$$

Costi d'acquisto

EK: costi d'acquisto

LM: quantità fornita

LP: prezzo di fornitura

G: tasse

Una tariffa con parecchi componenti richiede apparecchiature di misurazione adeguate per il rilevamento dei diversi componenti d'acquisto nel periodo di conteggio stabilito per contratto.

Tariffe dell'energia elettrica

Condizioni di fornitura	Il prezzo dipende dalla quantità, dalla caratteristica d'acquisto e dal valore della tensione. Se non esiste un contratto particolare sono determinanti le condizioni di fornitura (comprese le tariffe) dell'azienda elettrica. Le tariffe soggiacciono al controllo dell'Ufficio federale della sorveglianza dei prezzi. L'Unione delle centrali svizzere di elettricità (UCS) ed il Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie (DFTCE) emanano di comune accordo una raccomandazione concernente l'indennizzo per la fornitura di energia elettrica alla rete pubblica.
Tariffa doppia	La tariffa doppia è una tariffa dell'energia elettrica molto diffusa, con prezzi diversi per l'acquisto di elettricità a tariffa alta ed a tariffa bassa (TA, TB).
Tariffa stagionale	Nella tariffa stagionale esistono prezzi diversi per l'acquisto di energia elettrica nel semestre estivo ed in quello invernale ed eventualmente anche per la mezza stagione.
Tariffa binaria	Una tariffa binaria comprende due componenti. Esempi: • tasse di base e tariffe di lavoro • tariffa secondo la potenza e tariffa di lavoro
Tariffa ternaria	Una tariffa ternaria comprende tre componenti: tassa di base, tariffa secondo la potenza, tariffa di lavoro.
Tariffa secondo la potenza	La tariffa secondo la potenza comprende i seguenti componenti: • potenza: sulla base della potenza massima misurata o calcolata per un determinato periodo, ad esempio Fr./kW al mese • uno o parecchi componenti per il lavoro (ad es. suddivisi secondo tariffa alta e tariffa bassa, nonché secondo le diverse stagioni).

Esempio

Tariffe dell'energia elettrica	Inverno (ottobre-marzo)	Estate (aprile-settembre)
Tariffa alta	150 Fr./MWh	120 Fr./MWh
Tariffa bassa	100 Fr./MWh	70 Fr./MWh

Tariffa secondo la potenza 13 Fr. per kW del consumo massimo del mese

Ipotesi caso 1

Consumo di energia elettrica nel mese di gennaio:

TA	61 MWh
TB	32 MWh
potenza max. per il mese	297 kW

Costi dell'energia elettrica in gennaio:

$$61 \cdot 150 + 32 \cdot 100 + 297 \cdot 13 = \text{Fr. } 16\,211.-$$

Durata di utilizzazione al mese:

$$93\,000\text{ kWh}/297\text{ kW} = 313\text{ ore}$$

Prezzo medio:

$$16\,211\text{ Fr./93 MWh} = 174\text{ Fr./MWh}$$

Ipotesi caso 2

TA	87 MWh
TB	76 MWh
potenza max. per il mese	321 kW

Costi dell'energia elettrica in gennaio:

$$87 \cdot 150 + 76 \cdot 100 + 321 \cdot 13 = \text{Fr. } 24\,823.-$$

Durata di utilizzazione al mese:

$$163\,000\text{ kWh}/321\text{ kW} = 508\text{ ore}$$

Prezzo medio:

$$24\,823 \text{ Fr./}163 \text{ MWh} = 152 \text{ Fr./MWh}$$

Nel caso di una tariffa ad impulsi (tariffa commutabile) il fornitore misura e conteggia il prelevamento di potenza nelle ore di carico critico sulla rete di distribuzione. Questo tipo di tariffa offre vantaggi se il cliente vuole interrompere o diminuire fortemente il proprio prelevamento di potenza dalla rete per una o parecchie ore.

Tariffa ad impulsi
Tariffa disinseribile

Nel caso di un abbonamento di potenza il fornitore conteggia un prelevamento massimo di potenza in abbonamento per un periodo di tempo determinato (ad es. mattino d'inverno dalle ore 07.00 alle ore 12.00). Nel tempo rimanente il cliente può prelevare potenze maggiori, come ad accordo e senza supplemento di prezzo. Questo tipo di tariffa è vantaggioso se il cliente può eseguire grandi prelievi di potenza durante le ore di debole carico.

Abbonamento di potenza

Nel caso di grandi consumatori di corrente elettrica, il fornitore fattura spesso un prezzo per l'energia reattiva (kvarh) se il prelevamento di energia reattiva, rispettivamente il $\cos \varphi$ medio (fattore di potenza) supera una misura determinata durante il periodo di conteggio. Il limite risiede in un $\cos \varphi$ di circa 0.9. Ogni kvarh prelevato in più viene calcolato sulla base del prezzo unitario (ct./kvarh). Grazie all'istallazione d'impianti di compensazione per la corrente reattiva (ad es. condensatori) il cliente è in grado di ridurre il proprio prelevamento di corrente reattiva (cfr. anche il concetto di energia reattiva, rispettivamente di potenza reattiva).

Prezzo dell'energia reattiva

Tasse

Tassa fissa
Prezzo base La tassa fissa (prezzo base) è costituita da un prezzo fisso per un determinato periodo di tempo, ad esempio franchi al mese. Il prezzo base può anche essere scalare, ad esempio a dipendenza dalla quantità consumata (prezzo base dipendente dalla quantità; importanza di un componente della potenza). Il prezzo base deve coprire i costi fissi e specifici per i clienti (locazione dei contatori, lettura dei contatori) che insorgono indipendentemente dal prelevamento.

Tassa d'allacciamento La tassa di allacciamento è costituita da un contributo unico ai costi che il consumatore di un'energia dipendente da linee o da condutture (corrente elettrica, gas, teleriscaldamento) deve versare per l'allacciamento alla rete. La tassa di allacciamento può comprendere un contributo alle spese di allacciamento alla casa, alla rete, nonché un contributo ai costi di costruzione. In alcuni casi la tassa di allacciamento può essere versata in parecchie rate oppure vengono prelevati contributi annui ai costi per la maggior sollecitazione della rete, a seconda del prelevamento effettivo di potenza.

Tariffe del gas

Tariffa base
Tariffa di lavoro Le tariffe base e le tariffe di lavoro possono essere scalari, a dipendenza dalla quantità prelevata. Il gas prelevato viene misurato in m³ e fatturato corrispondentemente al potere calorifico superiore medio (H_o) secondo unità di energia, rispettivamente di potenza.

Potenza oraria media
Potenza giornaliera media La potenza economica del gas è definita di regola quale potenza oraria media o potenza giornaliera media. Per i calcoli comparativi della gestione dell'energia occorre fare una conversione verso il potere calorifico inferiore (H_u):

Potere calorifico inferiore $1 \text{ Fr./kWh } H_o = 1.11 \text{ Fr./kWh } H_u \text{ (} H_u = 0.9 H_o \text{)}$

Contratti di disinserimento Gli utenti del gas che sono disposti ad interrompere il prelevamento del gas durante le ore di punta possono concludere contratti di disinserimento ed ottenere, in questo modo, tariffe migliori.

Esempio

Non disinseribile
Tariffa base: $< 70 \text{ kW di potenza}$ 300 Fr./anno
 $> 70 \text{ kW di potenza}$ 250 Fr./anno
Tariffa di lavoro: 4.2 ct./kWh

Disinseribile
(contratto di disinserimento)

Tariffa base: 250 Fr./anno
Tariffa di lavoro: 3.6 ct./kWh

Esempio di calcolo

Consumo annuo: 40 000 kWh H_o ; non disinseribile
Tempo di utilizzazione piena: 2 100 h
Potenza: $40\,000 / 2\,100 = 19 \text{ kW } (< 70 \text{ kW !})$
Ammontare della fattura: $300 \text{ Fr.} + 40\,000 \cdot 0.042 \text{ Fr.} = 1\,980 \text{ Fr.}$

Prezzo medio per MWh:
 $1\,980 \text{ fr.} / 40 \text{ MWh} = 49.5 \text{ Fr./MWh } H_o = 53.8 \text{ Fr./MWh } H_u$

Tariffe per teleriscaldamento

I prezzi del teleriscaldamento sono di regola costituiti da tariffe binarie, consistenti di una tariffa di potenza e di una tariffa di lavoro.

Tariffa di potenza
Tariffa di lavoro

Esempio

Tariffa di potenza: $5500 \cdot \sqrt{L}$ Fr./anno
L = potenza in abbonamento in MW

Tariffa di lavoro: $1.12 P_{\text{gasolio}}$ Fr./MWh

P_{gasolio} = prezzo per il gasolio in Fr./100 kg (media per l'anno di conteggio, per forniture in quantità variabili da 6000 a 9000 l)

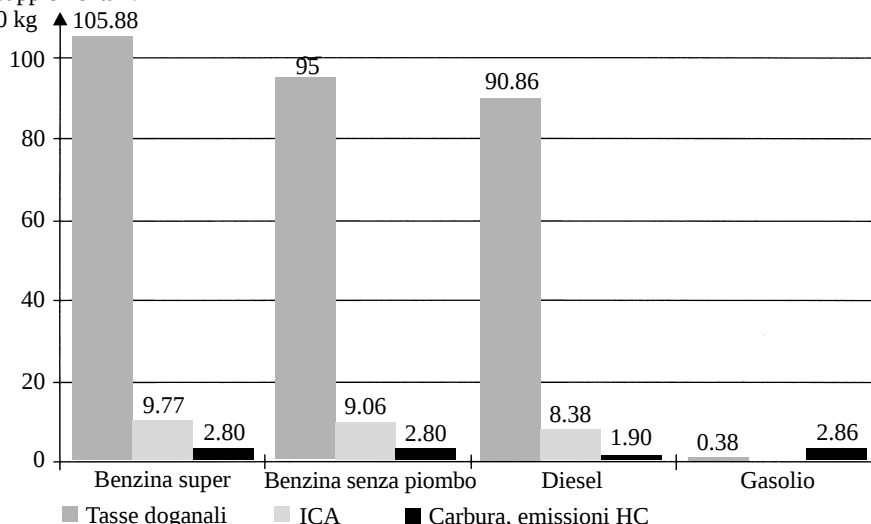
Prezzi

I prezzi costituiscono il compenso per un'unità di merce o di energia e, di conseguenza, dipendono dal periodo di tempo e dal luogo, esattamente come i costi. I dati concernenti i prezzi devono perciò sempre essere accompagnati da informazioni concernenti il periodo ed il luogo nei quali sono validi.

Il prezzo di fornitura è il prezzo netto stabilito con il fornitore per la fornitura stessa. La fattura del fornitore può comprendere ancora ulteriori elementi (spese doganali, ICA, spese di trasporto, tasse di allacciamento, locazione di contatori, ecc.) oppure deduzioni (sconti, ribassi) che non sono compresi nel prezzo di fornitura.

Esempio prodotti del petrolio (1993):

Costi supplementari:
Fr./100 kg



Costi supplementari al litro:

Densità 0.744 0.744 0.835 0.824

ct./l	88	79	84	2.6
-------	----	----	----	-----

$$\text{Prezzo d'acquisto} = \frac{\text{ammontare della fattura del fornitore}}{\text{quantità conteggiata}}$$

Prezzo d'acquisto

e, corrispondentemente, per il prezzo al consumo:

$$\text{prezzo al consumo} = \frac{\text{costi al consumo}}{\text{quantità utilizzata}}$$

Prezzo al consumo

Nota:

il prezzo al consumo concerne lo stadio dell'energia da utilizzare (cfr. p. 1.4/2). Il conteggio del prezzo d'acquisto vale in particolare anche per acquisti di energia che vengono calcolati secondo tariffe determinate.

Nel caso del prezzo della corrente elettrica sotto «quantità conteggiata» deve essere inserito il prelievamento conteggiato di energia attiva, come risulta dall'unità Fr./MWh (ct./kWh).

Corrispondentemente, nel caso del prezzo del gas naturale in Fr./MWh H_u oppure in Fr./1000 m³ è determinante il prelievamento di energia in MWh oppure in m³ di gas naturale.

Esempio

Prezzi d'acquisto e prezzi al consumo per diversi vettori energetici

• Energia elettrica

Consumo annuo dell'azienda		30 GWh
Prelevamento max. di potenza		12 MW
Tariffa (da 50 KV)	90 Fr./MWh	2700 kFr.
Tariffa annua per la potenza	132 Fr./kW	1584 kFr.
Perdite di trasform. e sulla linea	7%	189 kFr.
Manutenzione (div. elettr.)		600 kFr.
Investimenti	5000 kFr.	
Annualità degli investimenti (7.5%/20 a)	10%	500 kFr.
Costi globali		5573 kFr.
Prezzo medio della corrente (bassa tensione 400 V)		186 Fr./MWh

• Gasolio

Consumo annuo dell'azienda		3000 t
Quantità media immagazzin.		1500 t
Prezzo di fornitura in vagone cisterna (44 t)	320 Fr./t	960 kFr.
Corrente elettrica per pompe	30 kWh/t	18 kFr.
Impianti di manutenzione		60 kFr.
Costi magazzino (interesse 7.5%)		36 kFr.
Investimenti	1500 kFr.	
Annualità degli investimenti (7.5%/20 a)	10%	150 kFr.
Costi globali		1224 kFr.
Prezzo medio del gasolio	11.8 MWh H _U /t	35 Fr./MWh H _U
Capitale bloccato magazz. gasolio		480 kFr

• Gas naturale

Consumo annuo dell'azienda		3,4 mio. m ³
Prelevamento max. di potenza		12 MW H _O
Tariffa	22 Fr./MWh H _O	748 kFr.
Tariffa annua secondo potenza	37 Fr./kW H _O	444 kFr.
Manutenzione degli impianti		10 kFr.
Investimenti	500 kFr.	
Annualità degli investimenti (7.5%/20 a)	10%	50 kFr.
Costi globali		1252 kFr.
Prezzo medio del gas naturale	10 kWh H _U /Nm ³	37 Fr./MWh H _U
Gas con contratto di disinserimento		
Prelevamento max. di potenza 50%		6 MW H _O
	1252 – 222 kFr.	1030 kFr.
Costi impianto propano (energia sostitutiva in caso di disinserimento):		
Consumo di propano = 5% del consumo di gas		
Prezzo del propano 120% del prezzo del gas – costi supplement.		7 kFr.
Magazz. propano 100 t a 350 Fr./t (liq.), interesse 7.5%		2 kFr.
Manutenzione dell'impianto a propano		15 kFr.
Investimenti	600 kFr.	
Annualità degli investimenti (7.5%/20 a)	10%	60 kFr.
Costi globali		1114 kFr.
Prezzo medio del gas	10 kWh H _U /Nm ³	33 Fr./MWh H _U
Capitale bloccato per magazz. propano		35 kFr.

Prezzi di fornitura nel commercio all'ingrosso

Il prezzo CIF (Cost Insurance, Freight) vale in un luogo determinato e comprende le spese di spedizione e di assicurazione.

Prezzo CIF

Il prezzo FOB (free on board) vale fino alla fornitura a bordo di una nave (trasporto merci via mare ed assicurazione esclusi).

Prezzo FOB

Il prezzo FOR (free on railway/ franco ferrovia) vale per un determinato luogo, compreso il carico sul vagone ferroviario (escluse le spese di trasporto ferroviario e l'assicurazione).

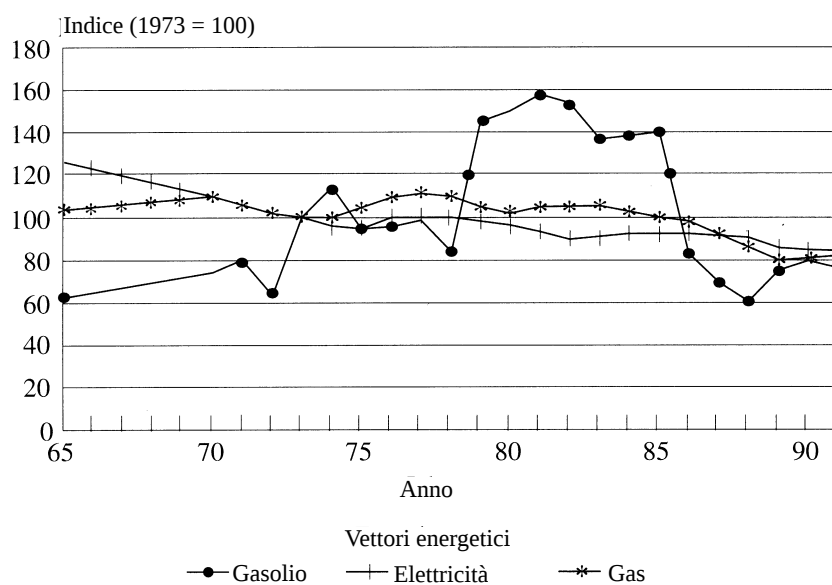
Prezzo FOR

Il prezzo per consegna immediata vale sul mercato dello stesso tipo di consegna, per quantità ed eccedenze che sono offerte a breve scadenza. I prezzi per la consegna immediata riflettono la situazione momentanea del mercato e sono quindi soggetti a forti fluttuazioni.

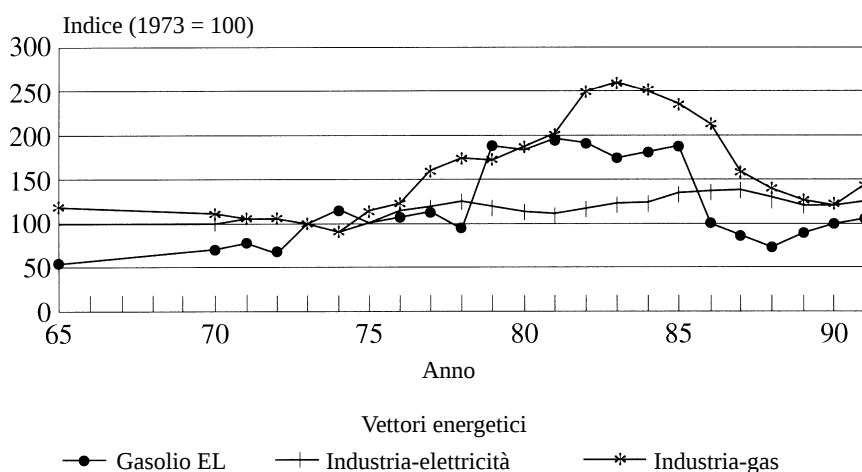
Prezzo per consegna immediata

Contabilità nazionale dei prezzi

In Svizzera i prezzi al consumo ed i prezzi all'ingrosso vengono stabiliti mensilmente dall'UFIAML (Ufficio federale dell'industria, delle arti e mestieri e del lavoro, Berna) secondo uno schema ed un procedimento prestabiliti per merci e vettori energetici.



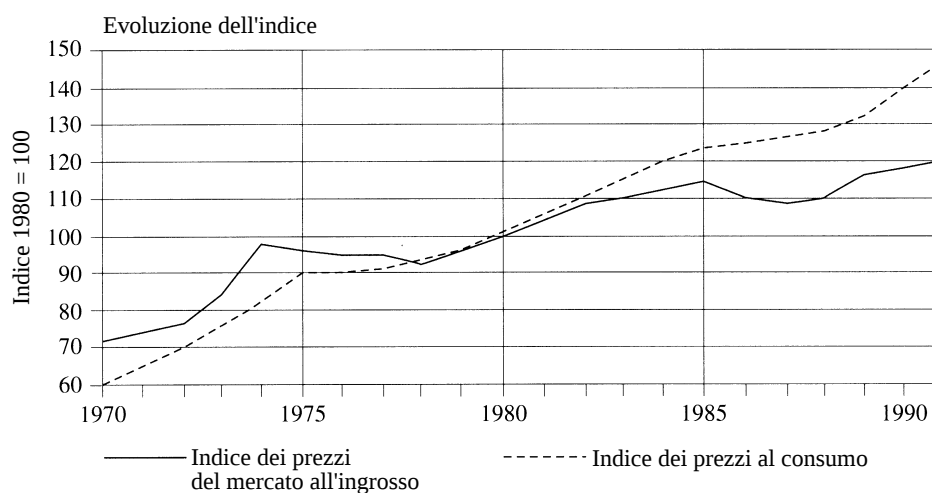
Prezzi al consumo



Prezzi nel commercio all'ingrosso

Indice nazionale dei prezzi al consumo

L'indice nazionale dei prezzi al consumo indica l'evoluzione dei prezzi delle merci e delle prestazioni di servizio importanti per le economie private. Esso indica parimenti in quale proporzione il tenore di vita ha subito un rincaro o un ribasso a causa di cambiamenti dei prezzi e ciò indipendentemente da modificazioni nel settore del consumo oppure da mutamenti delle qualità dei beni. L'indice dei prezzi del mercato all'ingrosso utilizza per le merci indigene i prezzi fissati dal produttore e per le merci importate i prezzi validi dopo che le stesse sono state sdoganate alla frontiera svizzera.



Indice del costo della vita

L'indice del costo della vita si riferisce ai prezzi al consumo di un fabbisogno alimentare determinato paragonato al fabbisogno medio della popolazione.

Rincaro

Il rincaro è costituito dal cambiamento relativo dei prezzi (o indici) in percentuali mensili o annuali. Il rincaro relativo è la differenza tra la quota di aumento dei prezzi di un prodotto e l'aumento generale dell'indice dei prezzi.

Fonti per gli indici dei prezzi:

Indice dei prezzi al consumo e nel mercato all'ingrosso:

- Annuario statistico svizzero
- L'economia politica

Indici dei prezzi dell'energia:

- Statistica globale dell'energia in Svizzera

	1970	1990	Rincaro 1970 - 1991
Prezzo al consumo			
elettricità (1973 = 100)*	89.1	162.3	82.2% $(=(162.3/89.1)-1)$
Indice dei prezzi al			
consumo (1982 = 100)**	53.6	128.7	140.1% $(=(128.7/53.6)-1)$

* Secondo la statistica globale dell'energia 1991

** Annuario statistico svizzero 1993

2.2 Concetti del valore

I costi d'acquisto (il valore di costo) sono i costi globali per l'acquisto di un bene. Nel caso degli oggetti d'investimento il concetto di costi d'acquisto ha lo stesso significato di costi d'investimento.

Valore di costo

Il valore netto di un impianto che figura nel bilancio di un'azienda è il valore contabile (valore contabile rimanente); esso corrisponde al valore di costo, dedotta la somma degli ammortamenti già effettuati.

Valore netto

Un impianto (un oggetto d'investimento) deve nuovamente essere acquistato al valore di riproduzione al momento della sua sostituzione, tenendo conto dell'evoluzione tecnica e dell'evoluzione dei prezzi. Il valore di riproduzione è, di regola, notevolmente più elevato del valore di costo originale.

**Valore di
riproduzione**

Alla fine della durata economica di vita di un impianto (investimento) rimane il valore di liquidazione (ossia il valore rimanente).

**Valore di liquidazione
Valore rimanente**

2.3 Verifica della redditività

Oltre ad un optimum di utili, gli investimenti devono comportare anche un minimo di rischi. Al momento della pianificazione i progetti d'investimento devono, per tale motivo, essere esaminati sotto l'aspetto della loro redditività. Occorre a questo punto distinguere tra i tipi d'investimento seguenti:

- investimenti imprenditoriali che concernono la partecipazione ad altre imprese, l'ampliamento dell'offerta del prodotto oppure aumenti considerevoli della produzione. Tali investimenti di tipo strategico richiedono una capacità di decisione imprenditoriale che può basarsi solamente in parte su chiarimenti della redditività.
- Gli investimenti aziendali devono migliorare la produttività o la qualità dei prodotti. Nel caso specifico di tali investimenti operativi è necessario decidere sulla base di verifiche della redditività.

Chiarimento della redditività

Investimenti imprenditoriali

Investimenti aziendali

Il problema a sapere se nell'azienda sia opportuno o meno eseguire una verifica della redditività dipende strettamente dal tipo di progetto d'investimento. Esempi:

- gli investimenti sostitutivi si rendono necessari per le macchine e gli impianti difettosi o logorati, ma che sono indispensabili all'azienda. Le verifiche della redditività servono solo ad appurare quale sia l'offerta migliore sotto l'aspetto finanziario, qualora tali verifiche della redditività non siano anche necessariamente in stretta connessione con migliorie tecniche o aziendali supplementari.
- Per gli investimenti obbligatori sulla base di prescrizioni legali oppure di condizioni vincolanti poste dall'autorità, come ad esempio il collegamento ad un impianto di depurazione, la riduzione delle emissioni di sostanze nocive, le misure di sicurezza da adottare, ecc., le verifiche della redditività possono contribuire alla determinazione di soluzioni economicamente più favorevoli.
- Gli investimenti a scopo di razionalizzazione che perseguono lo scopo di risparmiare sui costi nel caso in cui la produzione resti invariata, come ad esempio la diminuzione delle perdite nel settore della produzione, la riduzione del consumo di energia oppure l'automatizzazione dei processi di produzione. Questi tipi d'investimento costituiscono casi classici e tali da rendere opportune le verifiche della redditività.
- Gli investimenti a scopo di rinnovamento permettono l'introduzione di procedimenti e tecniche nuovi o migliorati, di cui occorre tuttavia sempre verificare attentamente ed a fondo la redditività.
- Gli investimenti eseguiti a scopo di ampliamento: l'aumento della produzione oppure l'introduzione di nuovi prodotti hanno sempre quale presupposto una decisione imprenditoriale. Le verifiche aziendali della redditività si limitano in tal caso al paragone tra i diversi procedimenti oppure le diverse varianti d'esecuzione.

Una verifica della redditività in vista di un investimento costituisce un paragone tra i costi d'investimento necessari ed il profitto che ci si può attendere per l'azienda.

Paragone costi-utili

Accertamenti concernenti i costi d'investimento

Sulla base di capitolati d'onere, di offerte documentate, di valori basati sull'esperienza e di pianificazioni degli orari è possibile eseguire, con la massima completezza auspicabile, un accertamento dei costi.

In tal caso può essere utile una lista di controllo simile a quella presentata nell'elenco seguente:

progettazione:

- spese di progettazione all'interno dell'azienda (tempo di lavoro, spese, ecc.)
- spese dovute ad uffici esterni di consulenza e di progettazione
- costi per la procedura di accettazione dei piani, ecc.

Esecuzione:

- dispendio lavorativo e di materiale all'interno dell'azienda
- forniture esterne di materiale, d'impianti e di prestazioni di lavoro
- riorganizzazioni interne dell'azienda e diminuzione della produzione
- processi di messa in moto e di rodaggio degli impianti
- spese per collaudi e verifiche, ecc.

Azienda:

- costi aziendali dell'investimento
- costi di manutenzione e di cura, servizio esterno
- approvvigionamento energetico e protezione dell'ambiente
- sicurezza e diminuzione dei rischi
- tasse, licenze, autorizzazioni, assicurazioni, ecc.

Finanze:

- valori contabili rimanenti e ricavati dalle liquidazioni d'impianti non più necessari
- ammortamento del capitale investito e corresponsione d'interessi sullo stesso
- modificazioni di capitali in circolazione
- accantonamenti per rischi d'esercizio, ecc.

Utili di un investimento

Nel caso d'investimenti aziendali gli utili sono determinati come differenza dei costi tra i costi effettivi annui ed i costi teorici che ci si debbono attendere ogni anno dopo avere eseguito l'investimento:

Costi effettivi
Costi teorici

$$\text{Utili (annuali)} = \text{stato effettivo dei costi} - \text{stato teorico dei costi}$$

Nel caso di un'analisi costi-utili occorre tener conto di alcuni principi fondamentali importanti:

Analisi costi-utili

un'analisi dei costi presuppone una conoscenza per quanto possibile esatta dei costi effettivi, che devono essere accertati sulla base dei calcoli delle spese aziendali.

Analisi dei costi

I costi teorici risultano allorché si formula la domanda seguente: mediante l'investimento quali di questi costi possono essere modificati e di quanto?

Costi teorici

Il risparmio sulle ore di lavoro di collaboratori possono essere calcolati come risparmi sui costi solo se in tal modo si può risparmiare effettivamente sul costo degli stipendi oppure se le ore di lavoro che diventano libere in questo modo possono essere conteggiate in altre posizioni di costo per lavori necessari. Esempio: se grazie all'istallazione di un moderno impianto di comando del riscaldamento è possibile ridurre la spesa per la manutenzione di 100 ore all'anno, il collaboratore incaricato non verrà licenziato per questo motivo, bensì incaricato di eseguire altri lavori.

Risparmi sui costi

I fattori di costo determinanti, quali sono i prezzi di mercato, i rincari, i tassi d'interesse, i prezzi dell'energia, ecc. subiscono una modificazione continua e sono imprevedibili a lunga scadenza. La determinazione di costi futuri sarà perciò tanto più dispendiosa e poco fidata, quanto più lungo sarà il periodo di tempo scelto. Nel settore aziendale si può perciò fare un affidamento maggiore sulle valutazioni dei costi e sulle verifiche della redditività dipendenti da un ripensamento ponderato e plausibile, nonché effettuate su un periodo di utilizzazione non troppo lungo, che non su calcoli dispendiosi eseguiti nell'ambito di lunghi periodi di tempo.

Fattori di costo

Durata di utilizzazione di un investimento

La redditività di un investimento viene anche determinata dalla sua durata di utilizzazione che dipende, a sua volta, dal tipo d'investimento:

Investimenti nelle infrastrutture

- gli investimenti per le infrastrutture sono normalmente progettati per la durata di vita degli impianti e dei componenti, come ad esempio gli impianti per l'approvvigionamento energetico e dei mezzi, gli impianti di trasporto e di circolazione, ecc. La redditività di tali investimenti non viene determinata soltanto dai costi diretti dell'investimento, bensì anche dai costi di manutenzione e di cura durante la loro probabile durata di vita. La durata di utilizzazione pratica di tali investimenti deve essere chiarita con il fornitore.

Investimenti nella produzione

- Nel caso d'investimenti nella produzione, ossia d'investimenti per impianti di produzione atti a migliorare la produttività e la qualità, non bisogna fare affidamento sulla possibile durata di vita dei loro componenti, bensì su una durata di utilizzazione prevedibile. Questa durata di utilizzazione dipende:
 - dallo sviluppo tecnico; gli impianti che funzionano ancora bene devono essere sostituiti perché sono desueti (e, di conseguenza, troppo costosi nella manutenzione)
 - dalla durata di utilizzazione dell'impianto di produzione.

Costi di manutenzione

Anche i costi di manutenzione e di cura hanno ovviamente il loro peso per quanto concerne la redditività durante la durata di utilizzazione.

2.4 Valutazioni della redditività

Regole pratiche per le valutazioni della redditività in sette fasi.

1ª fase: allestire un capitolato d'oneri

Capitolato d'oneri

- Anche nel caso di progetti di piccola entità devono essere definiti dapprima in un capitolato d'oneri gli obiettivi e le esigenze, nonché le condizioni di collaudo.
- Sono pericolosi i desideri indefiniti e basati su voli dell'immaginazione, nonché le idee vagheggiate. Per tutte le esigenze e per tutti gli obiettivi vale la pena di applicare valori realistici, che dovrebbero continuamente essere riveduti ed adattati durante il lavoro di progettazione.

2ª fase: decidere sul modo di procedere

Processo decisionale

I costi interni per i chiarimenti e le progettazioni (P, compresi i salari), i prezzi d'acquisto esterni (K) e l'utile annuo (N) del progetto d'investimento, devono essere valutati in modo approssimativo, basandosi sui prezzi odierni. Segue quindi la decisione concernente l'ulteriore modo di procedere:

- $P + K \ll N$ realizzare il più rapidamente possibile
- $P < N$ e $K \geq N$ verificare la redditività
- $P + K \gg N$ archiviare

3ª fase: accertare i costi d'investimento

- Allestire una lista di controllo (cfr. p. 2.3/2).
- Determinare i costi sulla base dei prezzi odierni secondo valori empirici ed offerte.
- Tener conto in modo particolare dei rischi possibili (dove potrebbero insorgere problemi?).
- Tener parimenti conto dell'infrastruttura necessaria (ad es. mezzi di trasporto, approvvigionamento dei mezzi, protezione dell'ambiente).
- È sempre conveniente la maggior chiarezza possibile in occasione delle valutazioni dei costi.
- È permessa l'inclusione nel conteggio di un importo «imprevisto» del 10% al massimo della somma globale (gli importi più elevati permettono di concludere che la progettazione è insufficiente).

4ª fase: determinare i costi d'esercizio annui

Costi d'esercizio

- Determinare i costi sulla base del calcolo delle spese dell'azienda, spese che sono in rapporto con il progetto d'investimento.
- Quale percentuale di questi costi è direttamente o indirettamente determinante per il progetto?
- Si raccomanda prudenza nell'inserire costi specifici (ad es. Fr./l, Fr./pezzo) poiché gli stessi potrebbero modificarsi a causa del progetto!
- Controllare tutti i costi e verificare se potrebbero essere diversi da quelli del progetto d'investimento e di quanto.
- Chiarezza durante l'accertamento degli utili.
- Nel caso d'investimenti con una lunga durata di utilizzazione (ad es. impianti dell'infrastruttura) i costi annui d'esercizio dovrebbero essere calcolati con un tasso d'incremento (cfr. coefficienti del valore medio).

Costi per la durata d'utilizzazione**5ª fase: determinare i costi per la durata di utilizzazione**

- Stabilire una durata di utilizzazione dell'investimento realistica.
- Eseguire un preventivo dei costi globali, ossia dei costi d'investimento oltre alla somma dei costi annui (manutenzione e cura) per tutta la durata di utilizzazione, onde poter fare un paragone sul piano tecnico tra le offerte di ugual valore. L'offerta più conveniente sotto l'aspetto della redditività è quella che comporta i costi globali minori.
- Nel caso d'investimenti con una lunga durata di utilizzazione (ad es. investimenti nelle infrastrutture a partire da 5 anni) deve essere allestito, secondo il metodo delle annualità, un preventivo dei costi annui del capitale investito.

Analisi della sensitività

Bibliografia
Müller A., Walter F.,
«RAVEL è convincente»,
Ufficio federale
dei problemi congiunturali,
UCFSM, 3000 Berna,
N. di ordinazione 724.397.4201

6ª fase: analisi della sensitività

Nel caso di una durata di utilizzazione maggiore, le ipotesi in questione devono essere sottoposte ad un'analisi della sensitività. Il procedimento è descritto in modo esauriente in altro luogo (cfr. bibliografia).

Controllo dell'investimento**7ª fase: controllo dell'investimento**

- Per qualsiasi investimento, dopo la realizzazione occorre verificare se sono adempiute le esigenze tecniche date, se sono rispettati i costi d'investimento pianificati e se viene raggiunta la redditività sperata.
- I controlli dell'investimento non servono a ricercare ad ogni costo un colpevole, bensì a sviscerare eventuali errori di apprezzamento, a fornire indicazioni concernenti le possibilità di miglioramento e ad aumentare il know-how dell'azienda.

2.5 Criteri di redditività

Il metodo pay-back costituisce il metodo più semplice e più utilizzato nell'industria per valutare la redditività di un investimento.

$$\text{Pay-back} = \frac{\text{costi d'investimento}}{\text{utile annuo (anni)}} \text{ [in mesi/anni]}$$

Pay-back

La durata del pay-back indica in quanti anni i costi dell'investimento saranno rimborsati mediante i risparmi sul costo dell'investimento. I risparmi annui sul costo (l'utile annuo) vengono in tal caso calcolati sulla base dei prezzi attuali e senza rincaro (metodo statico).

Esempio

Costi dell'investimento	=	45 800 Fr.
Risparmi sul costo	=	17 600 Fr./anno (= utile annuo)
Durata del pay-back	=	2.6 anni

La redditività o il return of investment (ROI) viene definito quale rapporto percentuale tra l'utile e l'impiego di capitale:

$$\text{ROI} = \frac{\text{utile annuo}}{\text{impiego annuo di capitale}}$$

Return of investment

L'impiego di capitale per un investimento è redditizio se l'utile annuo è più elevato dei costi annui del capitale impiegato (corresponsione degli interessi ed ammortamento).

Il metodo delle annualità è adatto soprattutto per gli investimenti con una lunga durata di utilizzazione. I costi annui del capitale possono essere calcolati come annualità con un importo annuo costante.

Metodo delle annualità

Per un capitale d'investimento K (Fr.), un tasso d'interesse i (%) ed una durata di utilizzazione n (anni) l'annualità è A_n .

$$A_n = a_n \cdot K$$

Annualità

Il fattore di annualità a_n (%) può essere dedotto da una tabella oppure essere calcolato mediante la formula empirica seguente nel caso di rapidi calcoli approssimativi:

$$a_n = (i/2) + (100/n) \text{ (%)}$$

Fattore di annualità

Durante l'esecuzione di questo calcolo, i costi che con ogni probabilità subiranno un aumento devono essere ampliati utilizzando un coefficiente del valore medio (cfr. tabella dei coefficienti del valore medio).

Se l'utile annuo è maggiore dei costi annui, il progetto d'investimento può essere considerato come redditizio.

Tabella A: fattori di annualità

Durata di utilizzazione in anni	Tasso d'interesse del capitale											
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	15%	20%
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.150	1.200
2	0.508	0.515	0.523	0.530	0.538	0.545	0.553	0.561	0.568	0.576	0.615	0.655
3	0.340	0.347	0.354	0.360	0.367	0.374	0.381	0.388	0.395	0.402	0.438	0.475
4	0.256	0.263	0.269	0.275	0.282	0.289	0.295	0.302	0.309	0.315	0.350	0.386
5	0.206	0.212	0.218	0.225	0.231	0.237	0.244	0.250	0.257	0.264	0.298	0.334
6	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.203	0.210	0.216	0.223	0.230	0.264	0.301
7	0.149	0.155	0.161	0.167	0.173	0.179	0.186	0.192	0.199	0.205	0.240	0.277
8	0.131	0.137	0.142	0.149	0.155	0.161	0.167	0.174	0.181	0.187	0.223	0.261
9	0.117	0.123	0.128	0.134	0.141	0.147	0.153	0.160	0.167	0.174	0.210	0.248
10	0.106	0.111	0.117	0.123	0.130	0.136	0.142	0.149	0.156	0.163	0.199	0.239
11	0.096	0.102	0.108	0.114	0.120	0.127	0.133	0.140	0.147	0.154	0.191	0.231
12	0.089	0.095	0.100	0.107	0.113	0.119	0.126	0.133	0.140	0.147	0.184	0.225
13	0.082	0.088	0.094	0.100	0.106	0.113	0.120	0.127	0.134	0.141	0.179	0.221
14	0.077	0.083	0.089	0.095	0.101	0.108	0.114	0.121	0.128	0.136	0.175	0.217
15	0.072	0.078	0.084	0.090	0.096	0.103	0.110	0.117	0.124	0.131	0.171	0.214
16	0.068	0.074	0.080	0.086	0.092	0.099	0.106	0.113	0.120	0.128	0.168	0.211
17	0.064	0.070	0.076	0.082	0.089	0.095	0.102	0.110	0.117	0.125	0.165	0.209
18	0.061	0.067	0.073	0.079	0.086	0.092	0.099	0.107	0.114	0.122	0.163	0.208
19	0.058	0.064	0.070	0.076	0.083	0.090	0.097	0.104	0.112	0.120	0.161	0.206
20	0.055	0.061	0.067	0.074	0.080	0.087	0.094	0.102	0.110	0.117	0.160	0.205
25	0.045	0.051	0.057	0.064	0.071	0.078	0.086	0.094	0.102	0.110	0.155	0.202
30	0.039	0.045	0.051	0.058	0.065	0.073	0.081	0.089	0.097	0.106	0.152	0.201
35	0.034	0.040	0.047	0.054	0.061	0.069	0.077	0.086	0.095	0.104	0.151	0.200
40	0.030	0.037	0.043	0.051	0.058	0.066	0.075	0.084	0.093	0.102	0.151	0.200
50	0.026	0.032	0.039	0.047	0.055	0.063	0.072	0.082	0.091	0.101	0.150	0.200

Tabella B: coefficienti del valore medio

Tasso d'interesse: 1%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	-2%	-1%	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
5	0.942	0.971	1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194
10	0.898	0.947	1.000	1.056	1.115	1.178	1.245	1.315	1.391
15	0.857	0.925	1.000	1.082	1.172	1.270	1.378	1.497	1.627
20	0.820	0.904	1.000	1.108	1.231	1.370	1.529	1.708	1.913
25	0.785	0.884	1.000	1.135	1.294	1.479	1.698	1.955	2.259
30	0.754	0.865	1.000	1.162	1.359	1.598	1.889	2.244	2.679

Tasso d'interesse: 2%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	-1%	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
5	0.971	1.000	1.030	1.061	1.092	1.125	1.158	1.192	1.227
10	0.948	1.000	1.055	1.113	1.175	1.241	1.310	1.384	1.462
15	0.927	1.000	1.080	1.167	1.263	1.368	1.484	1.610	1.749
20	0.907	1.000	1.105	1.223	1.357	1.509	1.682	1.877	2.099
25	0.889	1.000	1.129	1.281	1.457	1.664	1.908	2.194	2.530
30	0.872	1.000	1.154	1.339	1.564	1.836	2.166	2.569	3.060

Tasso d'interesse: 3%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
5	1.000	1.030	1.060	1.092	1.124	1.157	1.191	1.226	1.261
10	1.000	1.054	1.111	1.172	1.237	1.305	1.378	1.454	1.536
15	1.000	1.078	1.163	1.256	1.359	1.471	1.593	1.727	1.875
20	1.000	1.101	1.215	1.344	1.490	1.655	1.842	2.054	2.295
25	1.000	1.124	1.268	1.436	1.632	1.861	2.130	2.446	2.817
30	1.000	1.146	1.320	1.531	1.784	2.091	2.463	2.915	3.467

Tasso d'interesse: 4%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
5	1.030	1.060	1.091	1.123	1.156	1.190	1.224	1.260	1.296
10	1.053	1.110	1.170	1.233	1.300	1.371	1.446	1.526	1.611
15	1.076	1.159	1.250	1.349	1.458	1.577	1.707	1.849	2.005
20	1.098	1.208	1.332	1.472	1.630	1.808	2.010	2.239	2.499
25	1.118	1.256	1.415	1.600	1.817	2.069	2.365	2.712	3.118
30	1.138	1.302	1.499	1.735	2.019	2.363	2.778	3.283	3.896

Tasso d'interesse: 5%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	1.060	1.091	1.122	1.155	1.188	1.223	1.258	1.294	1.331
10	1.108	1.167	1.229	1.295	1.365	1.439	1.517	1.600	1.688
15	1.155	1.243	1.340	1.445	1.560	1.686	1.824	1.974	2.139
20	1.200	1.319	1.454	1.605	1.775	1.968	2.186	2.432	2.711
25	1.244	1.395	1.570	1.774	2.011	2.288	2.611	2.990	3.433
30	1.285	1.469	1.688	1.952	2.268	2.650	3.111	3.669	4.347

Tasso d'interesse: 6%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%
5	1.090	1.121	1.154	1.187	1.221	1.256	1.292	1.328	1.366
10	1.164	1.225	1.290	1.359	1.431	1.508	1.589	1.675	1.766
15	1.237	1.331	1.433	1.544	1.666	1.799	1.945	2.104	2.278
20	1.308	1.436	1.581	1.744	1.927	2.134	2.368	2.632	2.930
25	1.376	1.541	1.733	1.956	2.215	2.516	2.868	3.279	3.760
30	1.440	1.644	1.888	2.179	2.529	2.950	3.458	4.072	4.815

Tasso d'interesse: 7%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
5	1.121	1.153	1.186	1.219	1.254	1.290	1.326	1.363	1.401
10	1.222	1.285	1.353	1.424	1.499	1.579	1.663	1.752	1.846
15	1.322	1.421	1.529	1.647	1.776	1.916	2.069	2.237	2.420
20	1.419	1.558	1.713	1.888	2.085	2.306	2.556	2.838	3.156
25	1.514	1.694	1.903	2.145	2.426	2.754	3.135	3.579	4.099
30	1.603	1.829	2.097	2.418	2.802	3.263	3.818	4.489	5.299

Tasso d'interesse: 8%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
5	1.120	1.152	1.184	1.218	1.252	1.288	1.324	1.361	1.398
10	1.218	1.281	1.347	1.416	1.490	1.568	1.651	1.738	1.830
15	1.313	1.409	1.514	1.628	1.752	1.888	2.036	2.197	2.373
20	1.403	1.536	1.684	1.850	2.037	2.247	2.484	2.750	3.050
25	1.488	1.658	1.853	2.080	2.342	2.646	2.999	3.410	3.888
30	1.565	1.774	2.021	2.314	2.665	3.084	3.586	4.190	4.918

Tasso d'interesse: 10%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
5	1.118	1.150	1.182	1.215	1.249	1.283	1.319	1.355	1.393
10	1.211	1.271	1.335	1.402	1.473	1.548	1.627	1.711	1.799
15	1.296	1.387	1.485	1.592	1.708	1.835	1.972	2.122	2.285
20	1.373	1.494	1.629	1.780	1.948	2.137	2.349	2.587	2.854
25	1.440	1.590	1.763	1.961	2.189	2.451	2.754	3.105	3.511
30	1.497	1.676	1.886	2.133	2.425	2.771	3.182	3.673	4.259

Tasso d'interesse: 15%

Durata di utilizzazione in anni	Rincaro								
	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
5	1.114	1.145	1.176	1.208	1.240	1.274	1.308	1.343	1.379
10	1.195	1.250	1.308	1.369	1.434	1.502	1.573	1.648	1.728
15	1.259	1.337	1.421	1.512	1.610	1.716	1.831	1.955	2.090
20	1.308	1.406	1.513	1.632	1.763	1.908	2.070	2.249	2.449
25	1.344	1.457	1.584	1.728	1.890	2.074	2.283	2.521	2.793
30	1.369	1.495	1.638	1.803	1.993	2.212	2.468	2.765	3.113

Esempio

Impianto di recupero del calore (RDC)

Ipotesi	
Investimento:	60 kFr.
Tasso d'interesse:	6%
Durata di utilizzazione:	10 anni
Rincaro annuo medio del prezzo dell'energia:	5%

Fattore di annualità $a_n = 6/2 + 100/10 = 13\%$ oppure dalla tabella: 0.136

Costi annui	
Costi del capitale:	$0.13 \cdot 60 = 7.8$ kFr.
Costi d'esercizio supplementari:	3 kFr.
Costi supplementari dell'elettricità:	$11 \cdot 1.3$ (coefficiente del valore medio) = 14.3 kFr.
Totale:	25.1 kFr.

Utile annuo	
Risparmio sui costi del gasolio:	$30 \text{ kFr.} \cdot 1.3$ (coefficiente del valore medio) = 39 kFr.
Totale:	39 kFr.

L'utile annuo (39 kFr.) è maggiore dei costi annui (25.1 kFr.); l'investimento può quindi essere considerato come redditizio.

Concetti d'interesse

L'interesse è il prezzo che si deve pagare per la richiesta di capitali. A seconda dell'origine del capitale richiesto (capitale di terzi, rispettivamente capitale proprio) si parla d'interesse sul capitale di terzi o d'interesse sul capitale proprio.

Interesse

Quale interesse calcolato vengono definiti i costi dell'interesse utilizzati nell'ambito di calcoli d'investimento o di calcoli di redditività; questi costi dell'interesse si distinguono di regola dagli interessi indicati nel conto perdite e profitti dell'azienda. Il capitale determinante per il conteggio dell'interesse calcolato comprende tutto il capitale immobilizzato, ossia non solo il capitale di terzi, bensì anche la quota di un investimento finanziato con capitale proprio. Il capitale immobilizzato è uguale all'importo dell'investimento (costi d'acquisto), dedotta la somma degli ammortamenti già effettuati.

Interesse calcolato

Il tasso d'interesse del capitale è il tasso d'interesse unitario utilizzato per un calcolo d'investimento oppure per un calcolo della redditività. Il tasso d'interesse per la determinazione dei costi è, per principio, costituito dalla corresponsione minima degli interessi che ci si attende per l'investimento progettato; se la corresponsione effettiva degli interessi (reddito) del capitale investito è superiore al tasso d'interesse del capitale, il progetto d'investimento può essere considerato come «redditizio», mentre in caso contrario è considerato come «non redditizio».

Tasso d'interesse del capitale

Nel caso di misure specifiche nel settore della produzione il tasso d'interesse del capitale viene spesso anticipato dalle imprese.

Nella prassi la maggior parte delle imprese lavora con un tasso d'interesse che risulta da una mescolanza di corresponsione degli interessi sul capitale proprio e sul capitale di terzi. Nel caso del capitale proprio si parte in tal modo da una corresponsione degli interessi più elevata e ciò a causa dei rischi connessi con l'impresa; si utilizzerà quindi globalmente un tasso d'interesse del capitale superiore ai tassi ipotecari (nel 1991 circa 8,5% + 1% fino a + 2%, o ancora di più nel caso di progetti soggetti a rischio in modo speciale).

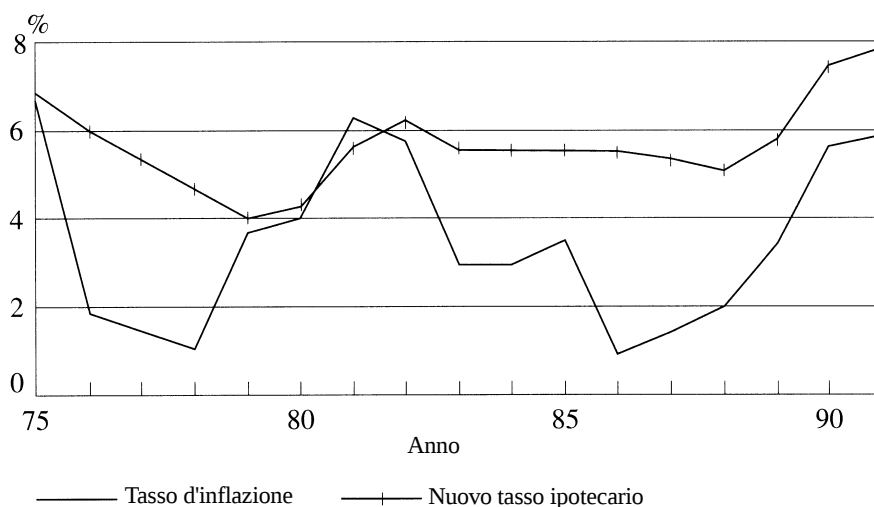
Interesse reale

L'interesse reale è costituito da una corresponsione degli interessi che supera il rincaro generale (inflazione). L'interesse reale appare approssimativamente come la differenza tra il tasso d'interesse (interesse nominale) ed il tasso generale di rincaro (tasso d'inflazione).

Bibliografia specializzata:

- Müller A., Walter F.,
«RAVEL è convincente»,
Ufficio federale
dei problemi congiunturali,
UCFSM, 3000 Berna
N. di ordinazione
724.397.4201
- R. Leemann,
Manuale RAVEL «Methoden
der Wirtschaftlichkeitsanalyse
von Energiesystemen»,
UCFSM, 3000 Berna
N. di ordinazione
724.397.12.51.2
- Manuale del programma
d'impulso per l'implantistica
1986, «Implantistica nella
progettazione integrale»,
volume A, capitolo 7:
Redditività, UCFSM,
3000 Berna
- Winje D., Witt D. (1991),
«Energiewirtschaft»,
Handbuchreihe Energiebera-
tung/Energiemanagement,
Band II, Verlag TÜV,
Rheinland GmbH, Köln

Esempio: se il tasso d'interesse è del 7% per un rincaro generale del 5% si giunge ad un interesse reale del 2%.



3. Approvvigionamento energetico

3.1 Panoramica dei vettori energetici

3.2 Elettricità

Produzione di elettricità	3.2/1
Elettricità in Svizzera	3.2/14
Leggi, indirizzi	3.2/18

3.3 Prodotti del petrolio

Giacimenti	3.3/1
Composizione del petrolio	3.3/2
Raffinazione del petrolio	3.3/3
Petrolio in Svizzera	3.3/4
Trasporto ed immagazzinamento	3.3/6
Costituzione di scorte obbligatorie	3.3/8
Caratteristiche di diversi prodotti del petrolio	3.3/9
Leggi, indirizzi	3.3/10

3.4 Gas naturale

Giacimenti	3.4/1
Composizione del gas naturale	3.4/2
Gas naturale in Svizzera	3.4/3
Trasporto ed immagazzinamento	3.4/5
Misurazione di masse di gas naturale	3.4/6
Caratteristiche del gas naturale distribuito in Svizzera	3.4/7
Leggi, indirizzi	3.4/8

3.5 Carbone

Giacimenti	3.5/1
Composizione (valori medi)	3.5/2
Trattamento del carbone	3.5/3
Carbone in Svizzera	3.5/4
Caratteristiche del carbone	3.5/4
Leggi, indirizzi	3.5/5

3.6 Teleriscaldamento

3.7 Legna

3.8 Energia solare

Irradiazione	3.8/1
Sfruttamento	3.8/2

3. Approvvigionamento energetico

3.1 Panoramica dei vettori energetici

I capitoli da 3.2 fino a 3.8 trattano i vettori energetici che hanno maggiore importanza in Svizzera:

- prodotti del petrolio
- elettricità
- gas naturale
- carbone
- teleriscaldamento
- legna
- calore tratto dall'energia solare

Ulteriori informazioni:
Energie - Ihre Bedeutung für
die Wirtschaft
Documentazione RAVEL
N. di ordinazione 724.316 d
Acquistabile presso:
UCFSM, 3000 Berna

Le catene di trasformazione sono rappresentate qui di seguito fino allo stadio dell'«energia finale» (cfr. capitolo 1.4, Perdite per trasformazione). L'ulteriore trasformazione e l'utilizzazione in seno all'azienda costituiscono oggetto del capitolo principale 4 «Utilizzazione dell'energia nell'azienda».

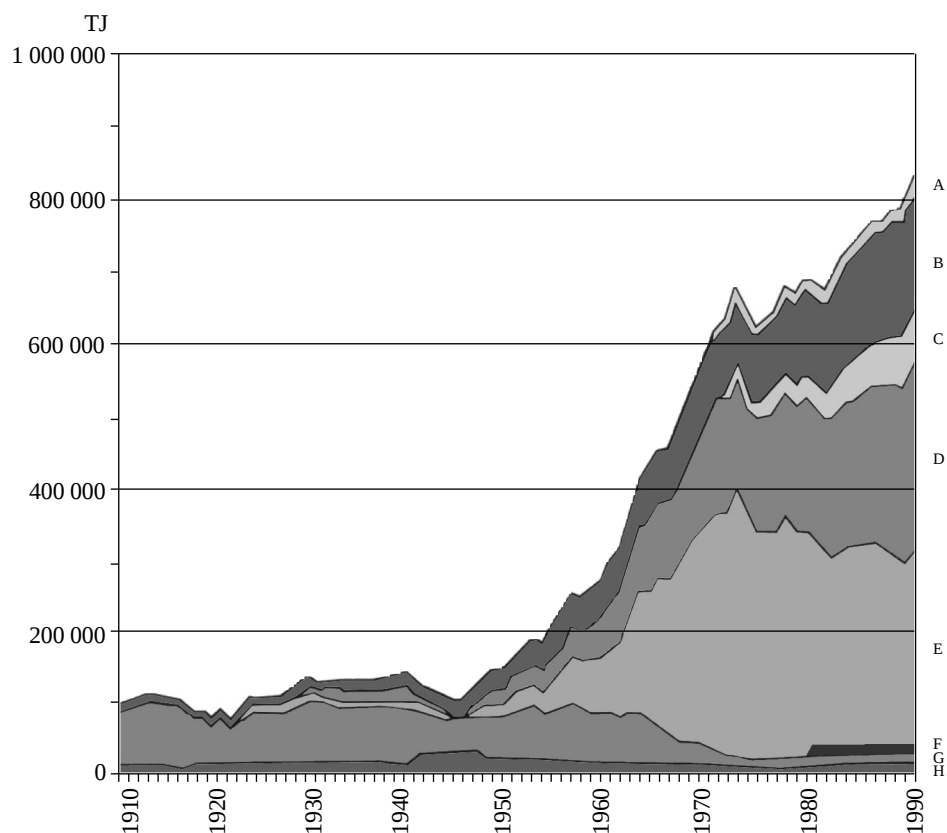
Evoluzione a livello mondiale delle percentuali di utilizzazione di vettori energetici commerciali primari dal 1925 al 1990

	A livello mondiale				CH
	1925	1950	1970	1990	1990
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Petrolio	13	27	44	38	64
Gas naturale	3	10	18	22	9
Carbone	83	61	32	27	2
Energia idraulica	1	2	6	7	12
Energia nucleare	–	–	0	6	9
	100	100	100	100	96*)

*) legna (1.5%), teleriscaldamento (1.5%), rifiuti industriali (1.0%)

Fonte:
BP Statistical Review of
World Energy 1991

Evoluzione del consumo di energia finale in Svizzera dal 1910 fino al 1991 a seconda dei vettori energetici



Fonte:
Schweizerische Gesamtenergie-
statistik (viene pubblicata
annualmente, di volta in volta
per l'anno precedente,
dall'Ufficio federale dell'energia)

A teleriscaldamento *
B elettricità
C gas
D carburanti

E comb. del petrolio
F rifiuti industriali *
G carbone
H legna

* dati rilevati per la prima volta nel 1978

Consumo di energia finale in Svizzera nel 1991 secondo gruppi di consumatori

Totale				Econ. domest.	Industria	Artigianato Agricoltura Prestaz. di serv.	Traffico	Totale
	[div.]	[TJ]	[%]	[%]*	[%]*	[%]*	[%]*	[%]*
Prodotti del petrolio	12.7 Mio.t	530 370	64.2	29	8	16	47	100
Elettricità	47.6 TWh	171 310	20.7	29	32	34	5	100
Gas	22.1 TWh	79 620	9.6	41	39	20	—	100
Carbone	452 000 t	12 560	1.5	6	94	—	—	100
Legna	1.49 mio./t	13 060	1.6	67	23	10	—	100
Teleriscaldamento	3360 GWh	12 090	1.5	43	19	38	—	100
Rifiuti industriali		7 850	0.9	—	100	—	—	100
Totale		826 860	100	31	18	20	31	100

Fonte:
Schweizerische Gesamtenergie-
statistik (viene pubblicata
annualmente, di volta in volta
per l'anno precedente,
dall'Ufficio federale dell'energia)

* I dati percentuali si riferiscono alla quota di consumo corrispondente del
vettore energetico per una determinata categoria di consumatori

Ripartizione del consumo di elettricità in Svizzera nel 1990 secondo gruppi di consumatori e tipo di utilizzazione

	Totale	Calore	Forza	Luce	Apparecchi	Diversi
Totale	100%	37%	33%	11%	14%	5%
Impiantistica	25%	7%	8%	10%		
Processi industria	30%	8%	19%			3%
Processi prestazioni di servizio	14%	8%	2%		2%	2%
Impianti aziendali						
Economie domestiche	24%	12%			12%	
Traffico	7%	2%	4%	1%		

Fonte: RAVEL

3.2 Elettricità

L'elettricità costituisce un vettore energetico secondario; essa viene generata da vettori energetici primari (energia idraulica, combustibili nucleari, combustibili fossili, vento, biomassa, energia solare, ecc.).

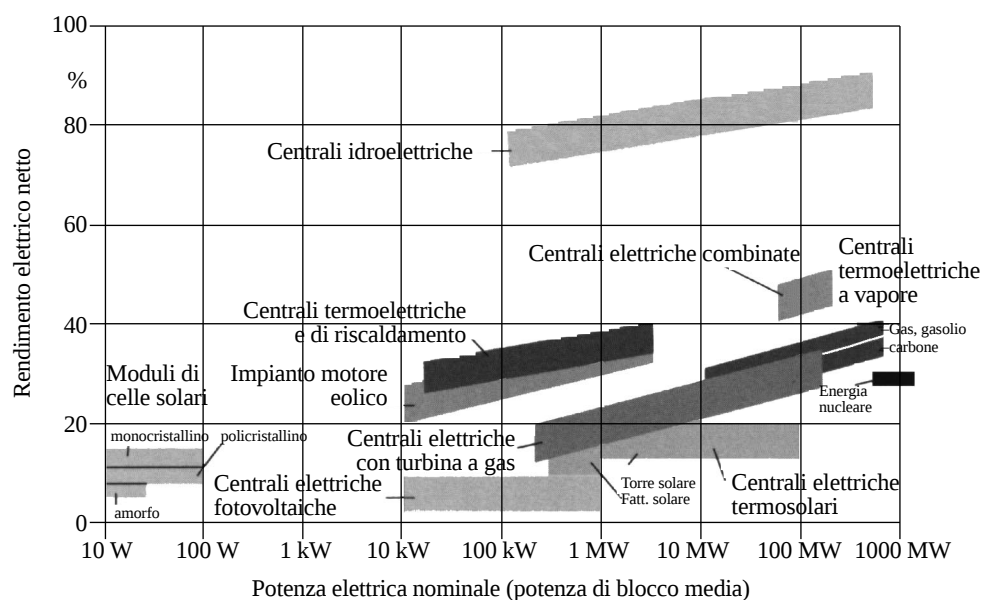
Produzione di elettricità

Acqua	Centrali idroelettriche	Elettricità
Petrolio	vettori energetici fossili	
Gas naturale		
Carbone		
Energia nucleare	Centrali termoelettriche	
Rifiuti		
Biogas		
Legna		
Energia solare	Centrali elettriche eoliche	
Vento		
Energia solare	Fotovoltaica	

Durante la produzione di elettricità si manifestano perdite di trasformazione. Il rendimento dipende quindi dal tipo di produzione e dalle dimensioni dell'impianto.

Perdite di trasformazione

Rendimento netto d'impianti per la produzione di corrente elettrica (stato 1991)



Per diverse utilizzazioni (carico di base, carico di punta) e diverse dimensioni degli impianti sono disponibili tecniche con differenti costi d'investimento e d'esercizio.

Dati caratteristici di diversi tipi di centrali elettriche (stato 1991)

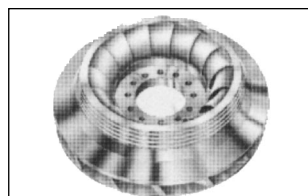
Tipo dell'impianto	Investimento specifico Fr./kW	Solo il periodo di costruzione (senza progettazione ed autorizzazione) anni	Rendimento degli impianti %	Combustibile	Adatto per	Tempo di avviamento a freddo fino al carico massimo Ore
Centrale idroelettrica	2500 - 3500	3-5	(circa 80)	«Sole»	Carico di base o carico di punta	$\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{4}$
Centrale nucleare con reattore ad acqua pressurizzata o ad acqua bollente	3000 - 4000	6-8	30 - 40	Uranio	Carico di base	30 - 50
Centrale termoelettrica a vapore con impianto di desolforazione dei gas combusti	1500 - 2200	4 (fino a 6)	37	Carbone	Carico medio fino a carico di base	5 - 8
senza impianto di desolforazione dei gas combusti	1200 - 1800	3 (fino a 5)	40			
Centrale elettrica con turbina a gas	450 - 750	1 - 2	28 - 32	Gas naturale, combustibili liquidi	Carico di punta	$\frac{1}{4}$
Centrale elettrica combinata	700 - 1200	2 - 3	45 - 52	Gas naturale, combustibili liquidi	Carico medio fino a carico di base	$\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$
Unità forza-calore Centrale termoelettrica a vapore con impianto di desolforazione dei gas combusti	1600 - 2300	2 - 4	70 - 85	Carbone, legna, gas naturale, combustibili liquidi	Carico di base	5 - 8
Centrale elettrica combinata	730 - 1250	2 - 3				$\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$
Gassificazione a carbone con centrale elettrica combinata	1750 - 2500	3 - 4	38.5	Carbone	Carico di base	70

Fonte: ABB

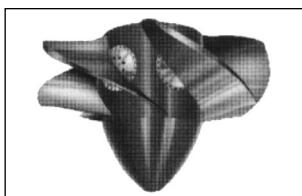
Centrali idroelettriche

Nelle centrali idroelettriche le turbine trasformano l'energia potenziale, rispettivamente l'energia cinetica dell'acqua, in energia cinetica angolare per l'azionamento dei generatori.

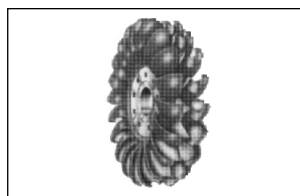
La potenza dipende dalla portata d'acqua per unità di tempo e dal dislivello. I rendimenti variano dall'80 fino al 90%.



Turbina Francis



Turbina Kaplan



Turbina Pelton

Turbine

Turbina Kaplan
Turbina Francis
Turbina Pelton

Tipi di turbine: caratteristiche e settori d'impiego

Sistema	Portata d'acqua	Dislivello	Impiego
Turbina Pelton	piccola	100...1800 m	CE ad alta pressione
Turbina Francis	media	50 ... 700 m	CE ad alta ed a media press.
Turbina Kaplan	grande	2 ... 50 m	CE a bassa pressione
Turbina a bulbo	grande	2 ... 30 m	CE a bassa pressione

La turbina a bulbo è per principio una turbina Kaplan orizzontale.

Le centrali idroelettriche senza sbarramento non posseggono bacini di accumulazione o gli stessi sono molto piccoli; per questo motivo la loro produzione di corrente elettrica dipende dalla portata d'acqua momentanea. Tipiche centrali idroelettriche senza sbarramento sono le centrali idroelettriche fluviali.

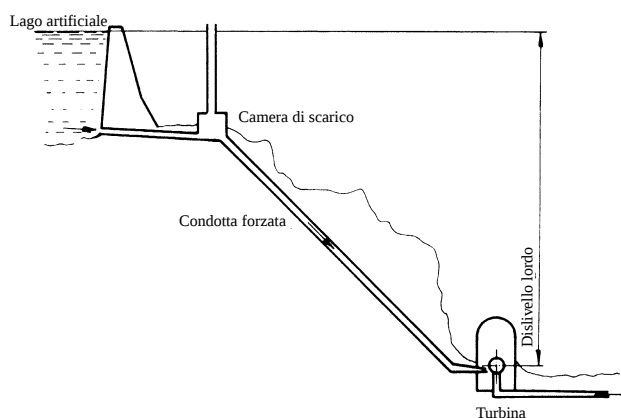
Le centrali idroelettriche ad accumulo (alta pressione) servono soprattutto per la copertura del carico di punta. Mediante una condotta forzata l'acqua viene portata dal bacino artificiale fino alla turbina. Per la compensazione dei colpi d'ariete, che si manifestano quando la turbina viene arrestata improvvisamente, è prevista una camera di scarico.

Turbina a bulbo

Centrali idroelettriche senza sbarramento
Centrali idroelettriche fluviali

Centrali idroelettriche ad accumulo

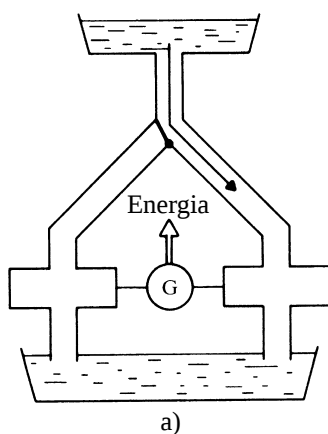
Centrale elettrica ad alta pressione



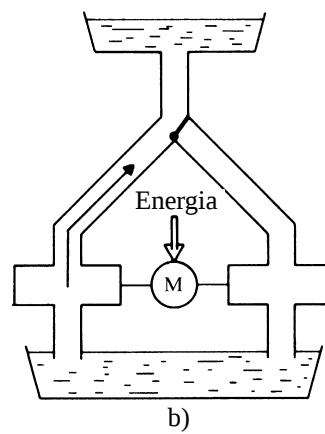
Centrale a ripompaggio

Durante le ore di carico debole (di notte) nella centrale a ripompaggio, utilizzando corrente elettrica, viene pompata acqua da un fiume o da un bacino artificiale e portata fino ad un accumulatore posto in posizione più elevata. L'energia è di conseguenza a disposizione durante il giorno per la copertura del carico di punta.

Funzionamento della centrale elettrica

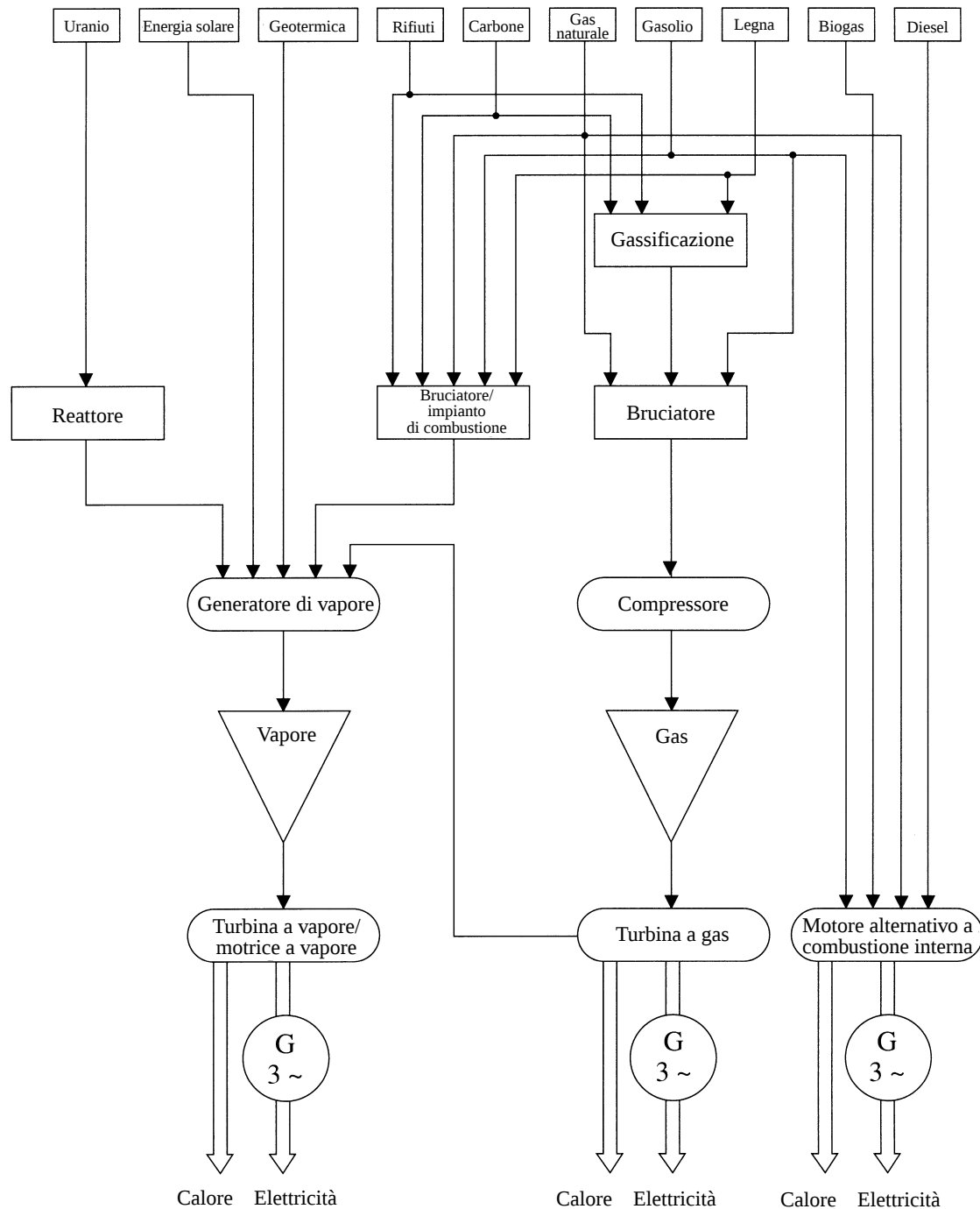


Funzionamento della pompa



Centrali termoelettriche

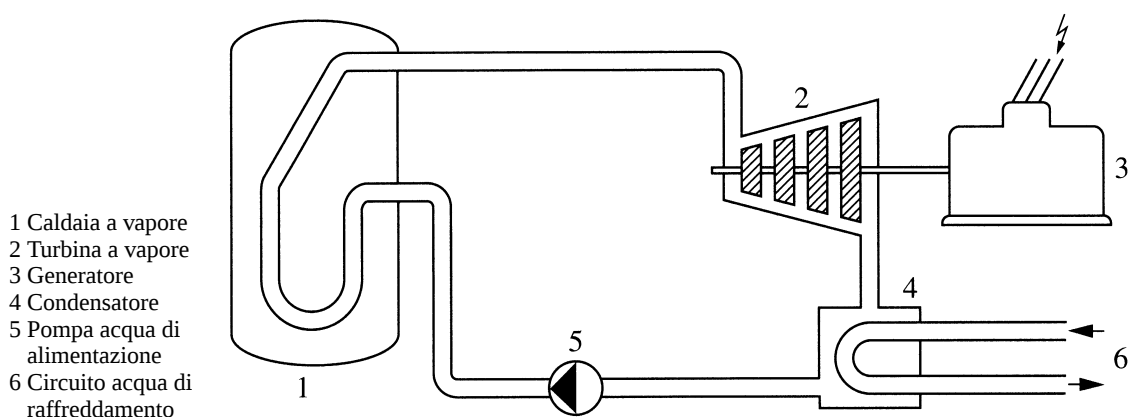
Nelle centrali termoelettriche l'energia utilizzata viene dapprima trasformata in energia termica ed in seguito mediante macchine termiche in energia cinetica angolare per l'azionamento dei generatori elettrici.



Centrali termoelettriche a vapore

Mediante il calore proveniente da diverse fonti, come ad esempio combustibili fossili, energia atomica o biomassa, viene generato vapore che aziona una turbina.

Centrale termoelettrica a vapore



Stadi di pressione

La turbina è per lo più suddivisa in diversi stadi di pressione. Nel caso di una turbina a vapore a tre stadi si parla di parte ad alta pressione, parte a media pressione, parte a bassa pressione.

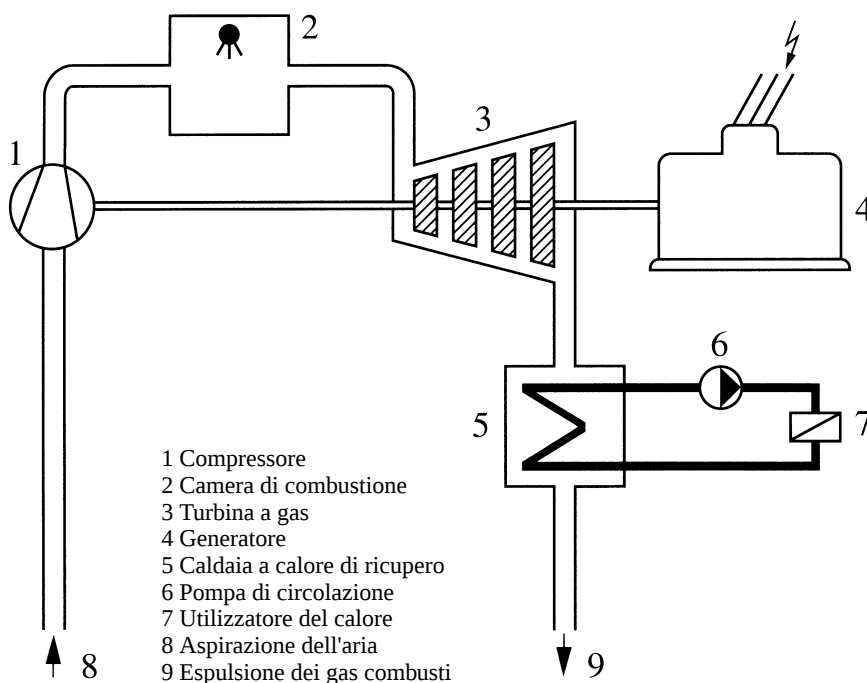
Rendimento globale

Le centrali termoelettriche a vapore raggiungono rendimenti globali fino al 40%.

Centrali nucleari

Le centrali nucleari sono centrali termoelettriche nelle quali un reattore nucleare riscalda la caldaia a vapore.

Centrale elettrica con turbina a gas



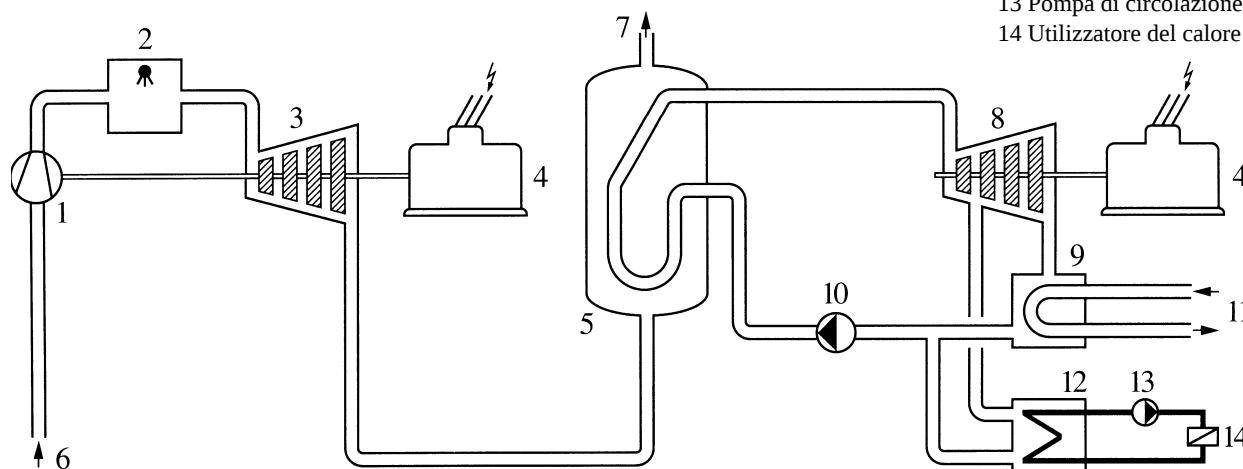
Il rendimento globale degli impianti con turbine a gas raggiunge valori variabili dal 25 fino al 35%.

Centrali elettriche combinate

Le centrali elettriche combinate consistono di un generatore con turbina a gas e di un'unità munita di un generatore con turbina a vapore (GUD). I gas combusti surriscaldati della prima unità generano vapore che viene utilizzato per la seconda unità, motivo per cui possono essere raggiunti rendimenti globali fino al 52%. Come combustibili sono utilizzati metano, gasolio leggero oppure carbone gassificato.

- 1 Compressore
2 Camera di combustione
3 Turbina a gas
4 Generatore
5 Caldaia a calore di ricupero
6 Aspirazione dell'aria
7 Espulsione dei gas combusti
8 Turbina a vapore
9 Condensatore
10 Pompa acqua di alim.
11 Circuito acqua raffredd.
12 Condensatore con scambiatore termico
13 Pompa di circolazione
14 Utilizzatore del calore

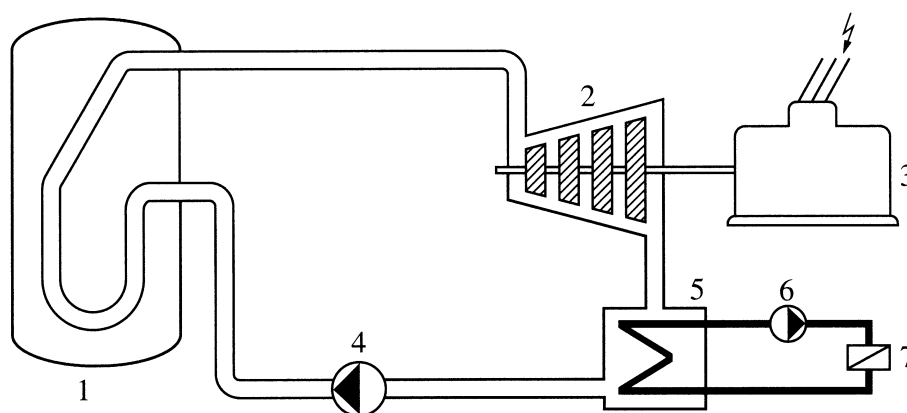
Centrale elettrica combinata



Impianti unità forza-calore

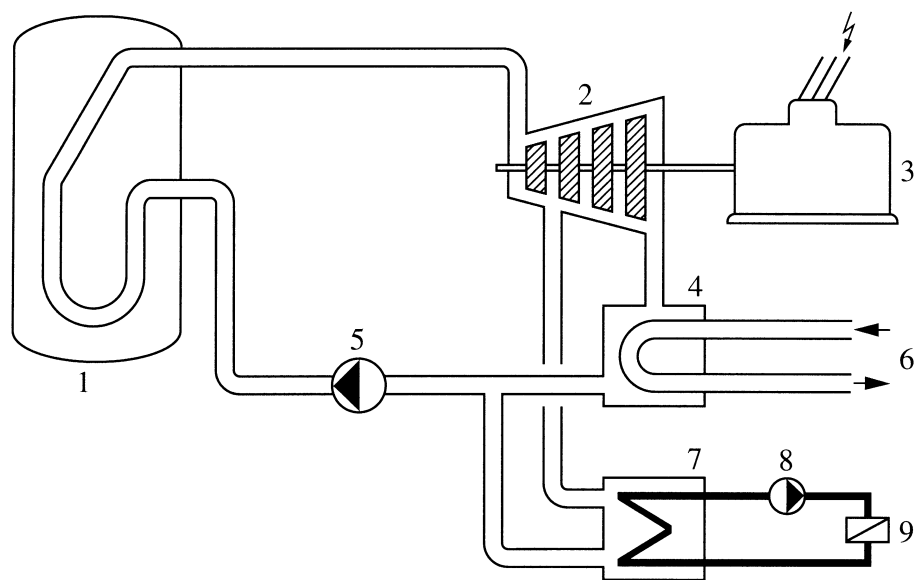
Impianti UFC	Nel caso degli impianti di unità forza-calore si tratta di una produzione combinata di calore e di elettricità.
Impianti generatori di calore	• Gli impianti generatori di calore servono soprattutto alla produzione di calore. Il funzionamento viene determinato dall'energia termica necessaria (a dipendenza dalla temperatura esterna).
Impianti generatori di elettricità	• Gli impianti generatori di elettricità servono soprattutto per la produzione di elettricità. Il funzionamento viene determinato dalla quantità di elettricità necessaria.
Rendimento globale	Per i rendimenti globali si parte dal presupposto che l'elettricità ed il calore sono sfruttati contemporaneamente. Gli impianti UFC sono tanto più redditizi, quanto maggiore è la durata di utilizzazione raggiunta. La durata di utilizzazione minima è di circa 4000 ore all'anno.

Impianto con turbine a vapore a contropressione



- 1 Caldaia a vapore
- 2 Turbina a vapore
- 3 Generatore
- 4 Pompa per acqua di alimentazione
- 5 Condensatore con scambiatore termico
- 6 Pompa di circolazione
- 7 Utilizzatore del calore

Impianto con turbina a vapore a presa intermedia/a condensazione



- 1 Caldaia a vapore
- 2 Turbina a vapore
- 3 Generatore
- 4 Condensatore
- 5 Pompa acqua alim.
- 6 Circuito acqua raffredd.
- 7 Condensatore con scambiatore termico
- 8 Pompa di circolazione
- 9 Utilizzatore del calore

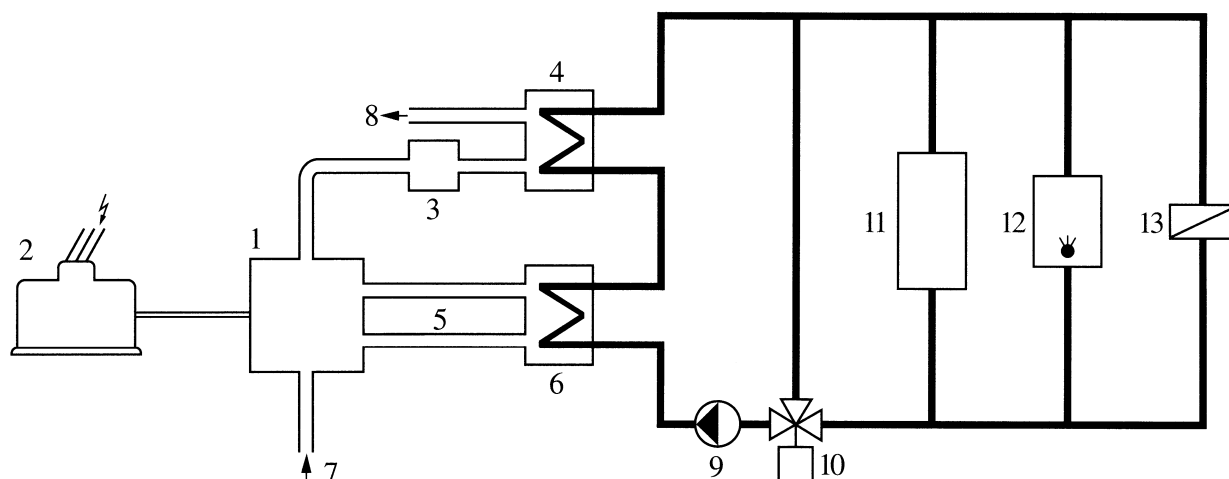
Per piccole potenze UFC sono adatti soprattutto i motori alternativi a combustione interna: motori diesel o a gas. Qualora venga utilizzato il calore residuo, lo sfruttamento del combustibile (che nel caso della sola produzione di elettricità varia circa dal 30 al 40%) può essere aumentato fino all'80-90%.

Motori diesel/ motori a gas

Per centrale termoelettrica e di riscaldamento (CTRM) s'intende un impianto che lavora secondo il principio summenzionato. Le parti dell'impianto motore/turbina, generatore e scambiatore di calore sono assemblati in un solo «blocco». Altri concetti riguardanti le CTRM: IET = impianto ad energia totale; TOTEM = modulo ad energia totale.

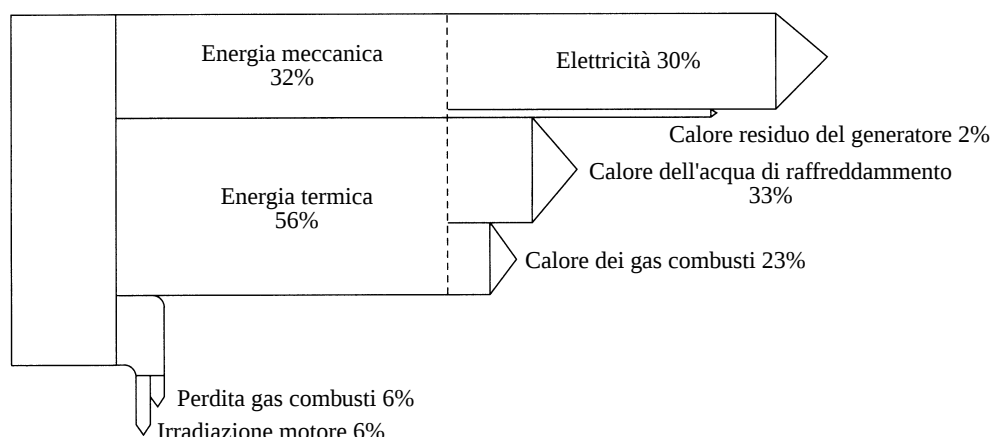
Centrale termoelettrica e di riscaldamento modulare Impianto ad energia totale TOTEM

Impianto CTRM



- 1 Motore diesel/motore a gas
- 2 Generatore
- 3 Catalizzatore
- 4 Scambiatore di calore dei gas combusti
- 5 Circuito acqua di raffredd.
- 6 Scambiatore di calore acqua di raffredd.
- 7 Entrata per l'aria
- 8 Espulsione dei gas combusti
- 9 Pompa di circolazione
- 10 Valvola
- 11 Accumulatore termico
- 12 Caldaia
- 13 Utilizzatore del calore

Diagramma del flusso energetico di un impianto CTRM



Centrale termoelettrica e di riscaldamento

Una centrale termoelettrica e di riscaldamento (CTRM) è costituita da un impianto UFC di maggior potenza che serve soprattutto a scopo di riscaldamento ma che oltre a ciò genera anche corrente elettrica. Il calore viene immesso in una rete di teleriscaldamento. Una centrale di riscaldamento fatta funzionare esclusivamente con combustibili convenzionali (metano, gasolio, rifiuti, ecc.) serve soltanto per la produzione di teleriscaldamento e non produce affatto corrente elettrica.

Dati tecnici d'impianti UFC

Sistema	adatto per limiti di potenza elettrica (MW)	Indice della corrente α^*	Combustibile	Rendimento globale
«TOTEM»	0.015-0.2	0.5-0.8	Gas, gasolio	0.5-0.9
Centrale elettrica e di riscald.	0.1-1.2	0.5-0.8	Gas, gasolio	0.5-0.9
Diesel di grandi dimensioni	1.1-30	0.9-1.1	Gas, gasolio	0.7-0.8
Turbina a gas con caldaia a calore di recupero	0.5-80	0.4-0.8	Gas, gasolio	0.7-0.8
Turbina a vapore a contropressione	0.5-50	0.3-0.6	Uranio, carbone, gasolio, gas, gas combusti, rifiuti	0.8-0.9
Turbina a presa intermedia/ a condensazione	20-1000	0.35-0.6	Uranio, carbone, gasolio, gas, gas combusti, rifiuti	0.4-0.8
Impianto combinato turbina a gas/turbina a vapore	0.5-50	0.3-1.1	Gas, gasolio	0.7-0.9

* Indice della corrente α : rapporto tra la produzione di energia elettrica e di energia per il riscaldamento. Esso dipende dal tipo di utilizzazione (impianto UFC generatore di elettricità o di calore)

Centrali eoliche

Per lo sfruttamento dell'energia eolica sono necessarie velocità del vento variabili almeno da 4 a 5 m/s. È questo il motivo per cui le ubicazioni preferite sono soprattutto le regioni costiere, le isole ed i punti elevati all'interno del paese. I convertitori di energia eolica vengono spesso sistemati in file oppure concentrati in cosiddette fattorie.

Velocità del vento
Convertitore dell'energia eolica

Gli impianti eolici moderni trasformano dal 20 al 25% circa dell'energia eolica in energia elettrica. Negli impianti eolici di dimensioni medie vengono installati circa 4 m² di superficie di eliche (superficie coperta dalle eliche) per kW di potenza del generatore.

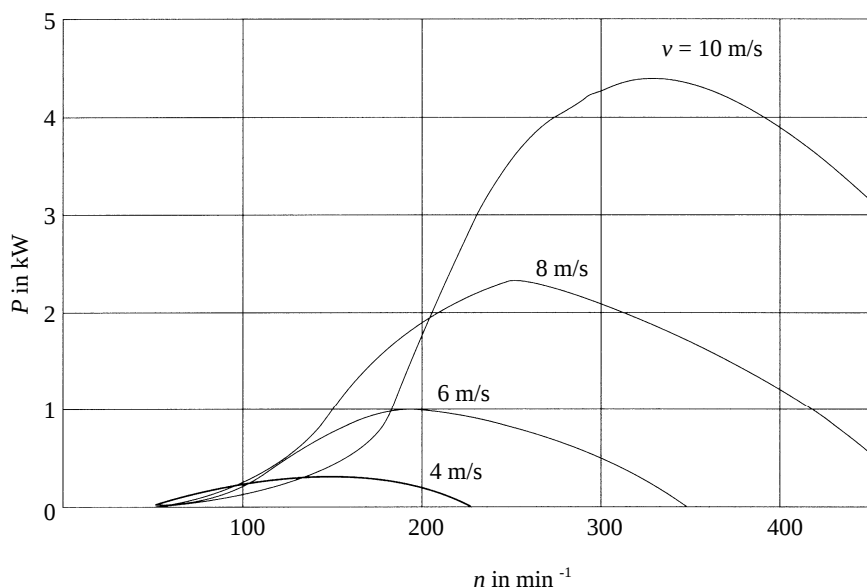
Rendimento

La potenza dell'impianto eolico dipende:

- dalla velocità del vento, per cui la potenza aumenta al cubo rispetto alla velocità;
- dal diametro delle eliche, per cui la potenza aumenta al quadrato del diametro.

Potenza

Curve caratteristiche della potenza di un convertitore di energia eolica (esempio)



P: potenza elettrica
n: numero di giri
v: velocità del vento

Pila a combustione

Una pila a combustione può essere fatta funzionare per mezzo di un impianto di reforming con combustibili solidi, liquidi o gassosi. La pila trasforma l'energia chimica dei combustibili direttamente in energia elettrica; il rendimento oscilla tra 35% e 65%.

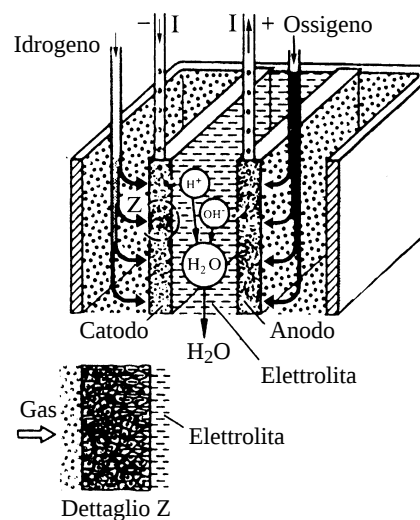
Esempio

Catodo: nichel sinterizzato

Anodo: carbone poroso

Elettrolita: potassa caustica concentrata

Voltaggio: 1.23 V



Diversi tipi di pile a combustione

Processo	Elettrolita	Combustibile	Temp. °C	Prontezza
AFC (alcalino)	Potassa caustica	H ₂ /O ₂	80	pronto
SPFC (solid polimer)	Corpo solido	H ₂ /O ₂ /aria	80	pronto, in prova
PAFC (phosphor acid)	Acido fosforico	Metano/aria	200	pronto, in prova
MCFC (molten carbon.)	Carbonato di potassio	Metano/aria	650	in sviluppo
SOFC (solid oxyde)	Ossido di zirconio	Metano/aria	1000	in sviluppo

Fotovoltaica

Per trasformare la luce solare in energia elettrica servono le celle solari. Esse consistono di strati di semiconduttori, per lo più di silicio, nei quali la luce solare sprigiona elettroni sotto forma di portatori di carica elettrica. Al momento dell'irradiazione solare massima la potenza erogata per m² di superficie di celle solari è di circa 100 W. Per la Svizzera si può calcolare un'irradiazione solare completa di circa 1000 ore annue.

Celle solari

Caratteristiche delle celle fotovoltaiche utilizzate oggi

Tipo di celle	Grandezza delle celle	Spessore del Si	Rendimento	Superficie delle celle	Prezzo dell'impianto
monocristallino	ca 1 dm ²	100 µm	13%	ca 10 m ² /kW	16 kFr/kW
policristallino	ca 1 dm ²	100 µm	11%	ca 11 m ² /kW	14 kFr/kW
amorfo	> 1 m ² !	0.5 µm!	6-14%?	20-10 m ² /kW	< 8 kFr/kW?

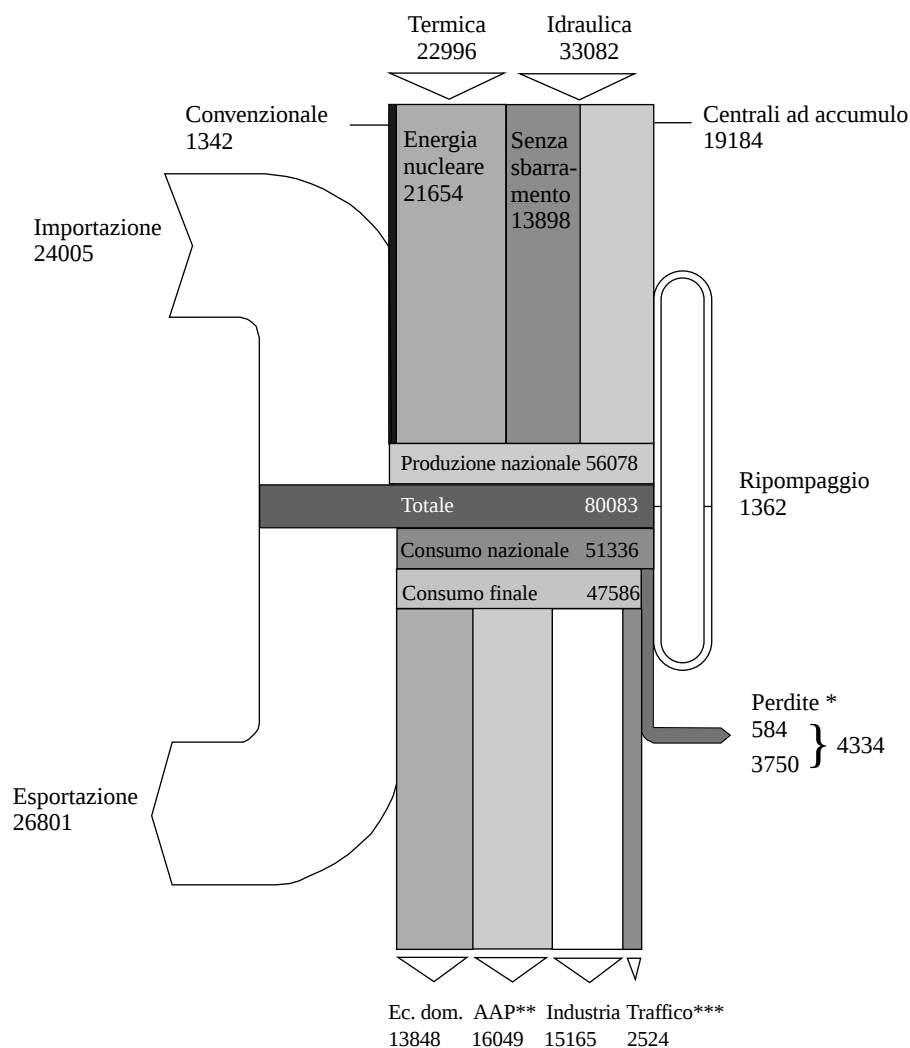
Ulteriori informazioni:

- Ufficio federale dei problemi congiunturali: programma d'impulso PACER
- SSES, Società svizzera per l'energia solare, Segretariato svizzero, Edisonstr. 22, 8050 Zurigo 01 / 311 90 40

Per quanto concerne l'irradiazione solare e lo sfruttamento termico dell'energia solare cfr. il capitolo «3.8 Energia solare».

Elettricità in Svizzera

Bilancio dell'elettricità della Svizzera nel 1991 (in GWh)



Fonte: Bollettino UCS 08/92

* Ripompaggio, perdite di trasmissione e di distribuzione

** Artigianato, agricoltura e prestazioni di servizio

*** Ferrovie

Osservazione: l'importazione, rispettivamente l'esportazione avvengono di volta in volta in ore diverse, a seconda del giorno/notte, di estate/inverno.

Fornitura di elettricità

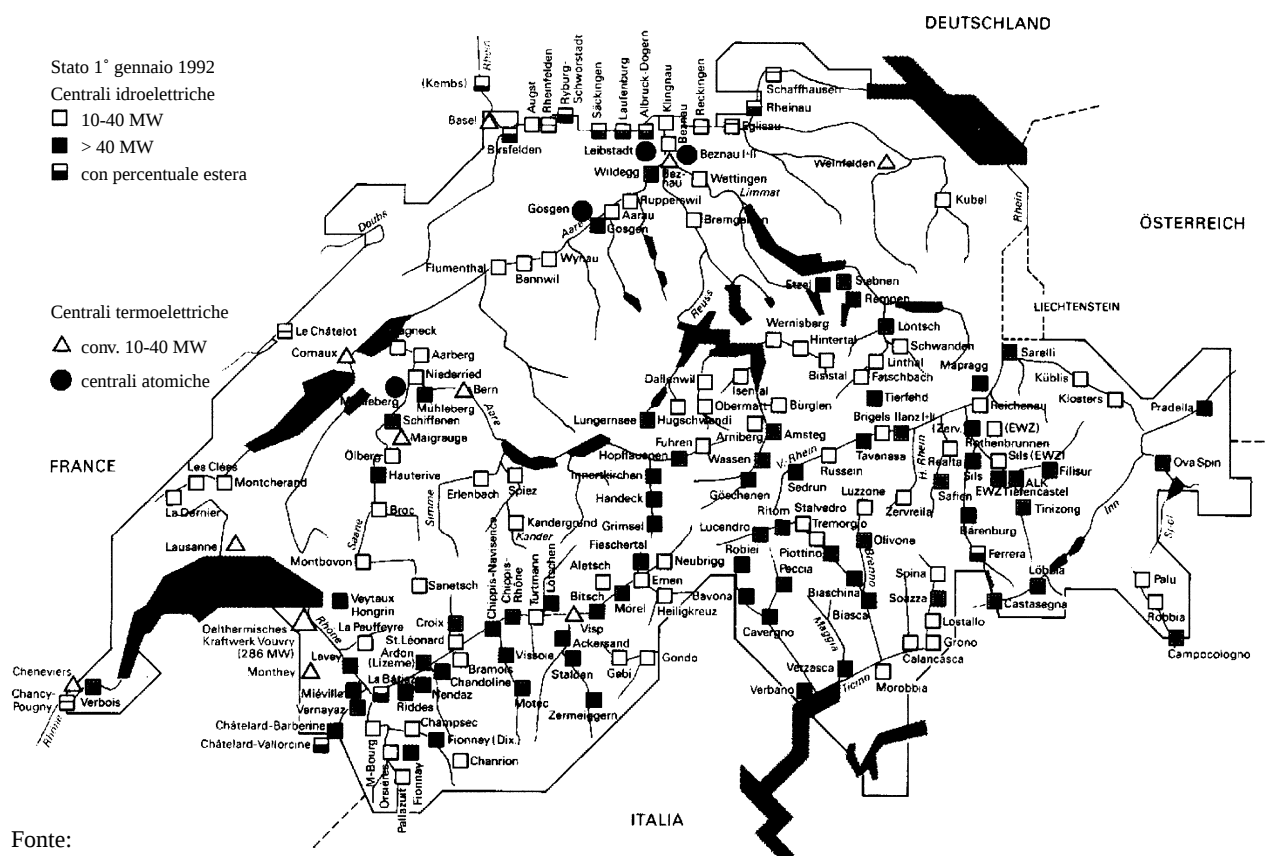
Per la fornitura di elettricità in Svizzera sono competenti oltre 1200 aziende elettriche. La quota più elevata è rappresentata dalle dieci imprese maggiori («dieci centrali»).

«Dieci centrali»

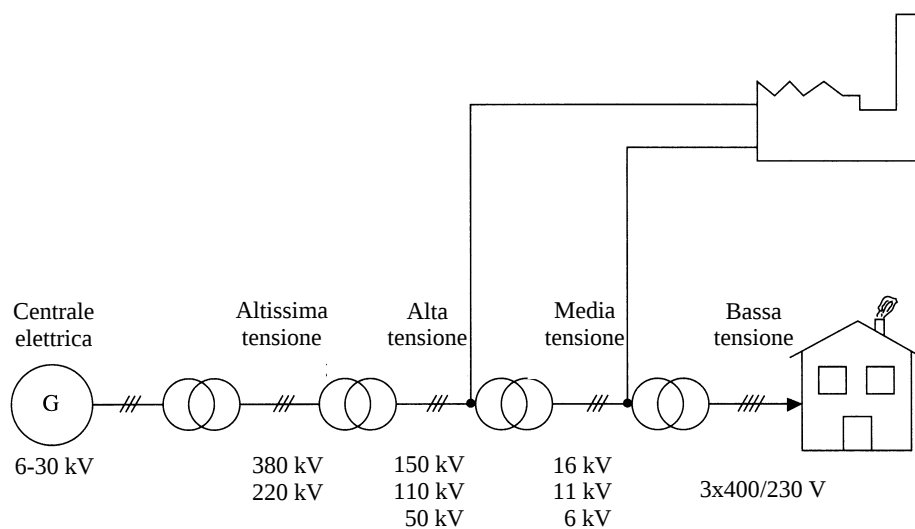
- 6 centrali interregionali:
 - Aar e Ticino SA per elettricità (Atel)
 - Bernische Kraftwerke AG (BKW)
 - Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW)
 - Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG (EGL)
 - S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS)
 - Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK)
- 3 centrali cittadine
 - Basilea (IWB)
 - Berna (EWB)
 - Zurigo (EWZ)
- Ferrovie federali svizzere FFS

Al capitale sociale delle centrali elettriche sono compartecipi i pubblici poteri con il 73% e l'economia privata con il 27% (1992). Il settore privato è occupato prevalentemente nell'ambito della produzione e della trasmissione, mentre i pubblici poteri sono impegnati soprattutto nella distribuzione.

Produzione di elettricità in Svizzera (centrali elettriche con una potenza > 10 MW)



Distribuzione di elettricità



Altissima tensione

Alta tensione

Media tensione

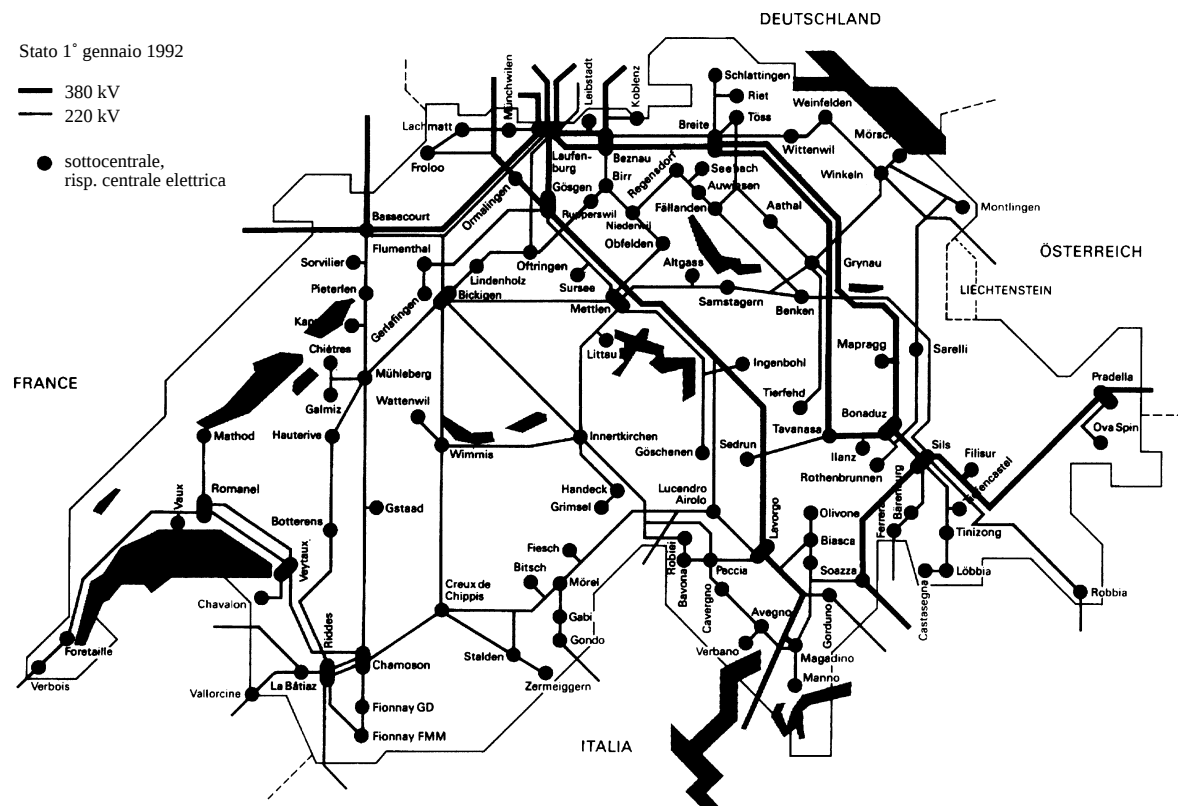
Bassa tensione

La distribuzione di elettricità a diversi livelli di tensione ed a diverse capacità di trasmissione può in certo qual modo essere paragonata alla rete stradale. Le linee ad altissima tensione corrispondono alle autostrade per il traffico a distanza; le linee ad alta, media e bassa tensione corrispondono alle strade cantonali e comunali che servono per il traffico regionale e per raggiungere i luoghi più reconditi.

Rete elettrica

La Svizzera è collegata alla rete elettrica europea. A causa della sua posizione geografica al centro dell'Europa e grazie alle possibilità di accumulazione dei suoi laghi alpini, la Svizzera riveste un ruolo importante quale centro di distribuzione dell'elettricità.

Linee ad altissima tensione in Svizzera



Fonte:
Rapporto annuale UCS 1991

Leggi

- Legge sull'utilizzazione delle forze idriche
(rilascio di concessioni per l'utilizzazione delle forze idriche)
- Legge sull'energia nucleare
- Legge concernente gli impianti elettrici,
con ordinanze sugli impianti a corrente forte ed a corrente debole
- Legge sulla protezione delle acque
- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico

Ordinazione: UCFSM, 3000 Berna

Indirizzi

- Associazione svizzera degli elettrotecnici (ASE), Seefeldstr. 301,
casella postale, 8034 Zurigo, tel. 01 / 384 91 11 (competente per le norme)
- Ispettorato federale degli impianti a corrente forte, Seefeldstr. 301,
casella postale, 8034 Zurigo, tel. 01 / 384 91 11
(competente per la sicurezza ed il collaudo d'impianti)
- Unione delle centrali svizzere di elettricità (UCS), Gerbergasse 5,
casella postale, 8023 Zurigo, tel. 01 / 211 51 91
(competente per raccomandazioni concernenti le tariffe)
- Centro d'informazione per l'utilizzazione dell'elettricità (INFEL),
Lagerstr. 1, 8021 Zurigo, tel. 01 / 291 01 02

3.3 Prodotti del petrolio

Giacimenti (stato 1991)

Riserve petrolifere a livello mondiale (documentate), produzione di petrolio e consumo

Paese	Riserve petrolifere documentate		Produzione		Consumo	
	[milioni di t]	[%]	[milioni di t/a]	[%]	[milioni di t/a]	[%]
Arabia Saudita	35 210	26	410	13		
Iraq	13 417	10	*	*		
Kuwait	13 024	10	*	*		
Emirati Arabi Uniti	12 892	10	118	3.7		
Iran	12 695	9	166	5.3		
Libia			74	2.4		
Algeria			58	1.8		
Nigeria			96	3.0		
Venezuela	8 266	6	122	3.9		
Messico	6 979	5	155	4.9	74	2.4
USA	3 539	3	419	13.3	770	24.8
Canada			92	2.9	75	2.4
CSI	7 755	6	515	16.4	410	13.2
Cina	3 288	2	139	4.4	100	3.2
Indonesia			79	2.5		
Giappone					243	7.8
Norvegia			93	3.0		
Gran Bretagna			92	2.9	83	2.7
Germania					133	4.3
Italia					93	3.0
Francia					89	2.9
A livello mondiale	134 604	100	3 149	100	3 108	100

* Guerra del Golfo

La misura commerciale è il barrel = 1 barile = 1 bbl = 159 l

Fonte: Shell, Esso

Composizione del petrolio

Petrolio greggio Il greggio prodotto è costituito per lo più da una miscela di petrolio, di metano, di acqua salina e di fango. Mediante un trattamento adeguato si ottiene il petrolio depurato dal sale, dall'acqua, dal gas e dalle sostanze solide.

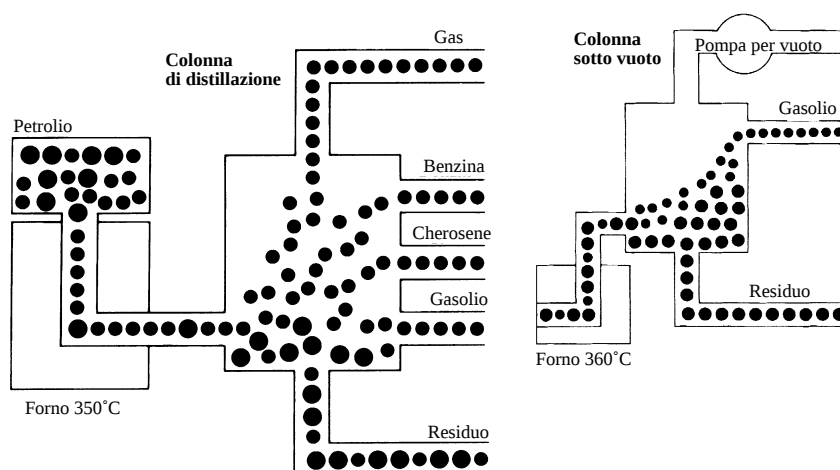
Petrolio Il petrolio è principalmente una miscela liquida costituita da idrocarburi (composti con molecole formate solo di atomi di C e di H, C_nH_x).
Componenti principali:

Carbonio	80-87%
Idrogeno	10-14%
Zolfo	0 - 5%
Ossigeno	0 - 3%
Azoto	0 - 2%

Raffinazione del petrolio

Mediante distillazione frazionata con il petrolio si realizzano diversi prodotti. Nel processo di distillazione un liquido viene riscaldato fino al suo punto di ebollizione; i vapori che si sviluppano vengono nuovamente raffreddati ed in tal modo liquefatti e raccolti. La distillazione atmosferica è il primo processo di lavorazione cui viene sottoposto il petrolio greggio. Riscaldamento a 350°C. La condensazione avviene a svariate temperature.

Distillazione frazionata Distillazione atmosferica



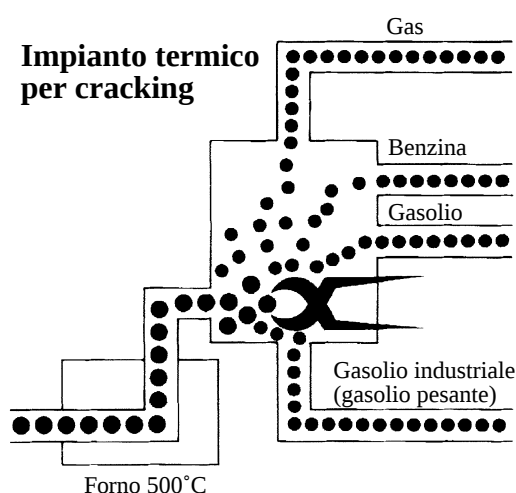
Fonte:
Petrolio e prodotti del petrolio,
Shell (Svizzera)

La distillazione sotto vuoto scompone ulteriormente il residuo risultante dalla distillazione atmosferica. A questo scopo è necessario il vuoto onde poter prelevare nuovamente gasolio dai residui.

Distillazione sotto vuoto

Il cracking termico scompone in piccole molecole le grandi molecole dei prodotti «pesanti», come ad esempio il gasolio industriale. Con la fratturazione delle molecole (a 20 bar e 500°C) di un distillato pesante si forma ad esempio benzina.

Cracking termico



Il gas del petrolio (gas di raffineria) è un sottoprodotto risultante dalla lavorazione del petrolio e possiede elevate percentuali di propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}).

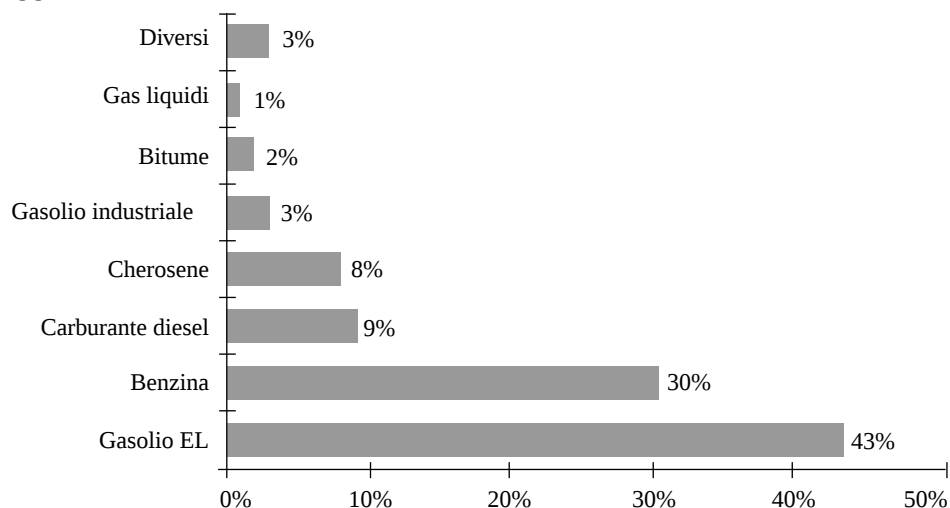
Gas liquefatto del petrolio: Liquefied Petroleum Gas (LPG).

Liquefied Petroleum Gas, LPG

Petrolio in Svizzera

Consumo di petrolio Il consumo di petrolio in Svizzera nel 1991 era di 13.0 mio. t (grezzo trattato + prodotti del petrolio importati).

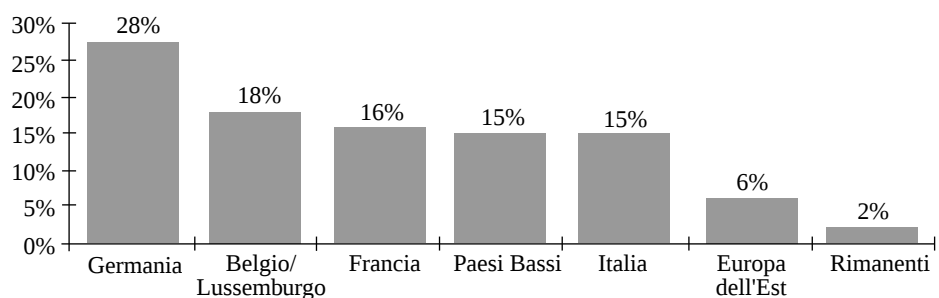
Percentuale dei diversi prodotti del petrolio nel consumo globale del 1991



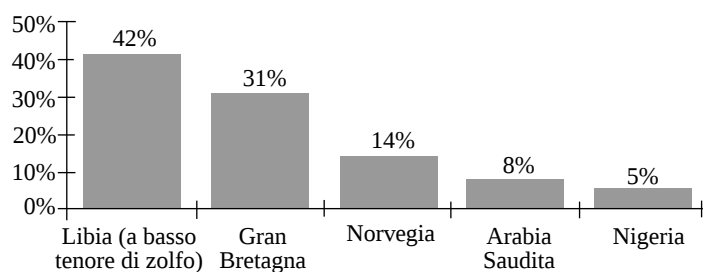
Importazione di petrolio

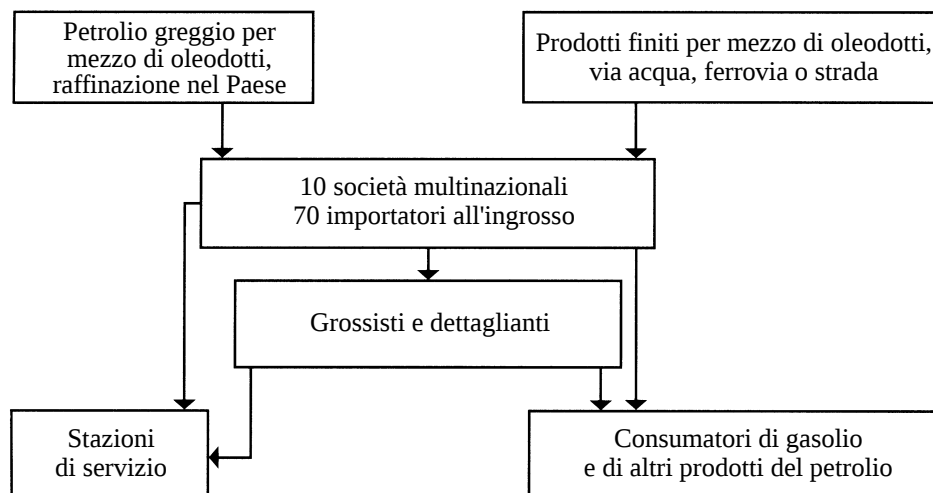
Nel caso dell'importazione del petrolio si può fare una distinzione tra due forme: i prodotti del petrolio ed il petrolio greggio che, nelle due raffinerie svizzere, viene utilizzato per ottenere prodotti del petrolio. Si tratta della Raffinerie de Cressier SA (Shell) e della Raffinerie du Sud-Ouest SA (Tamoil) a Collombey/VS. Ambedue hanno una capacità di produzione di circa 2 milioni di tonnellate all'anno.

Importazione di prodotti del petrolio nel 1991 secondo l'origine (totale 8.05 mio. t)



Importazione di petrolio greggio nel 1991 secondo l'origine (totale 4.53 mio. t)



Distribuzione del petrolio in Svizzera

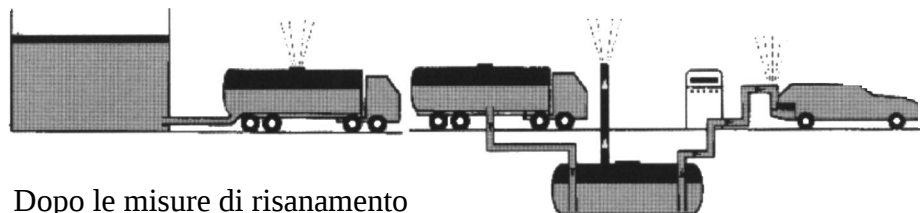
Trasporto ed immagazzinamento

Trasporto del gasolio	Gasolio
	• Autocarro: CH max. 22 t/autocarro • Ferrovia: 44 t/vagone (vagoni neri)
	Attenzione: il gasolio P deve essere riscaldato per il pompaggio e la combustione per pompe: $> 80^{\circ}\text{C}$ per combustione: $> 130^{\circ}\text{C}$
LPG (propano, butano)	LPG (propano/butano): vagoni ferroviari bianchi con striscia arancione
Petrolio greggio	Importazione di petrolio greggio: 100% oleodotto
Prodotti del petrolio	Importazione dei prodotti del petrolio: Reno 47%, su rotaia 26%, prodotti via oleodotto 15%, su strada 12%

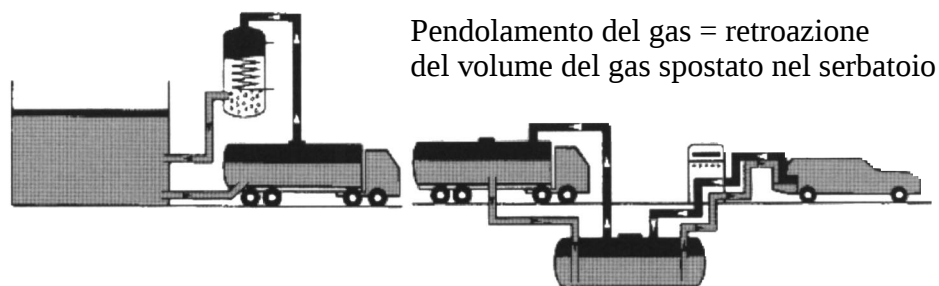
Per le prescrizioni concernenti il trasporto cfr. il capitolo 3.4 Gas naturale.

Diminuzione delle emissioni di idrocarburi (volatile organic compounds VOC) durante il trasporto del carburante

Prima delle misure di risanamento



Dopo le misure di risanamento



Pendolamento del gas = retroazione del volume del gas spostato nel serbatoio

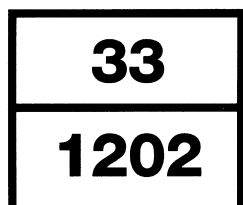
Immagazzinamento nell'azienda

Cfr. capitolo 4.1, Gestione dell'energia, paragrafo Immagazzinamento e distribuzione dell'energia.

Contrassegno per il trasporto di merci pericolose su strada e nel vagone cisterna ferroviario

Contrassegno

targa color arancione con
numero di contrassegno
sopra e sotto
esempio:



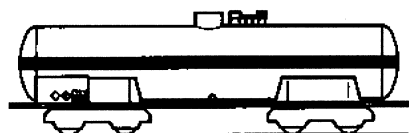
Significato

numero di pericolo
33 = liquido molto
infiammabile

numero ONU
(numero della sostanza)
indica una merce
determinata

1202 = gasolio

Strisce di color arancione



gas liquidi

Obbligatorio per vagone cisterna ferroviario

Fonte ed ulteriori
informazioni:

- Prescrizioni concernenti i trasporti
Ufficio federale di polizia,
trasporto di merci pericolose
su strada / con la ferrovia
- Documenti operativi per
eventi nel settore chimico,
Ufficio federale di polizia

Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna



Sostanze solide infiammabili
rosso - bianco



Sostanze liquide infiammabili
rosso



Sostanze autoinfiammabili
rosso - bianco



Sostanze ad effetto infiammante
o perossidi organici
giallo



A contatto con l'acqua
si sprigionano gas infiammabili
azzurro



Corrosivo
nero - bianco



Esplosivo
arancione

Costituzione di scorte obbligatorie

Associazione Carbura

La Carbura è un'associazione degli importatori di carburanti e di combustibili liquidi. Le basi legali della sua esistenza ed il suo scopo si trovano nella Legge sull'approvvigionamento economico del Paese dell'8 ottobre 1982. Scopo della Carbura è la costituzione di scorte obbligatorie di carburanti e di combustibili liquidi. Nell'Ordinanza sulla costituzione di scorte obbligatorie, il Consiglio federale ha decretato che l'importazione di determinati prodotti del petrolio è subordinata all'autorizzazione della Carbura. L'Ordinanza prescrive inoltre che il rilascio di autorizzazioni d'importazione è subordinato alla conclusione ed all'adempimento di un contratto che ha per oggetto la costituzione di scorte obbligatorie. Con questo contratto l'importatore s'impegna nei confronti dell'Ufficio federale per l'approvvigionamento economico del Paese a far parte della Carbura in qualità di membro.

Contributi sulle importazioni

La determinazione annua dei contributi sulle importazioni dei prodotti del petrolio soggetti all'obbligo della costituzione di scorte obbligatorie, che servono a coprire i costi generati da queste ultime, deve essere autorizzata dal Dipartimento federale dell'economia pubblica. Gli oneri comuni concernenti la costituzione di scorte obbligatorie vengono ripartiti tra i singoli importatori in ragione delle loro quote d'importazione. Gli importatori tenuti a costituire scorte obbligatorie vengono indennizzati mediante il fondo di garanzia per i costi insorgenti da tale obbligo (costi di preparazione dei locali in cui si trovano i serbatoi, spese amministrative, spese per il finanziamento della merce).

Membri della Carbura

La Carbura conta attualmente 92 membri, 36 dei quali nel 1987 importavano solo gasolio, 5 soltanto carburanti (dei quali 4 solo cherosene) e 51 sia carburanti, sia combustibili.

Costituzione delle scorte obbligatorie nell'azienda

Contributo alle scorte obbligatorie

Le aziende possono partecipare alla costituzione di scorte obbligatorie. In tale caso ricevono dalla Carbura un contributo per le scorte obbligatorie; nel caso d'inosservanza della clausola concernente il minimo stabilito devono tuttavia pagare pene convenzionali.

Legge:
Legge sull'approvvigionamento
economico del Paese del
8.10.1982

Caratteristiche di diversi prodotti del petrolio (valori medi per il 1991)

Caratteristica	Unità	Gasolio EL	Gasolio P	Diesel	Benzina super	Benzina senza piombo	Propano	Butano
Densità liquido a 15°C (gas: densità normale)	[kg/l]	0.84	0.973	0.829	0.739	0.743	0.51	0.58
Viscosità a 20°C	[mm²/s]	4.75		3.55				
Viscosità a 100°C	[mm²/s]		36.5					
Punto di fiamma	[°C]	71	127	67				
Contenuto di ceneri	[g/100g]	<0.001	0.014	<0.001	–	–	–	–
Contenuto di zolfo	[g/100g]	0.16	0.81	0.11	–		–	–
Potere calorifico inferiore (H _u)	[MJ/kg]	42.7	41.0	42.9	42.0	42.0	46.0	46.0
Potere calorifico superiore (H _o)	[MJ/kg]	45.5	42.7	45.9	46.7	46.7	50.0	50.0
Contenuto di azoto	[g/100g]	184	0.35	–	–	–	–	–
Contenuto d'acqua	[g/100g]	–	<0.1	–	–	–	–	–
Contenuto di piombo	[g/l]	–	–	–	0.14	0.0024	–	–
Punto d'ebollizione	[°C]						–42	–1
Capacità termica spec.	[kJ/kg K]						1.60	1.66
Calore di evaporazione specifico	[kJ/kg]						426	385
Costante dei gas	[J/kg K]						189	143
Quantità minima di aria per la combustione	[m³/kg]	11	11	11.1	11.5	11.5		
Temperatura di accensione nell'aria	[°C]	230-240	220	230-260			460	365

Fonte: EMPA, 8600 Dübendorf, 01 / 824 55 11

Leggi

- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA_t)
- Ordinanza sulle sostanze (Osost)
- Legge sulla protezione delle acque (LP_{Ac})
- Ordinanza contro l'inquinamento delle acque con liquidi nocivi (Oliq)
- Prescrizioni concernenti i trasporti: Ufficio federale di polizia, trasporto di merci pericolose su strada / con la ferrovia

Ordinazione: UCF_{SM}, 3000 Berna

Indirizzi

- UP, Unione petrolifera, Löwenstr. 1, 8001 Zurigo, 01 / 221 19 77
- Swissspetrol Holding AG, Claridenstr. 36, 8002 Zurigo, 01 / 202 31 51
(promuove la ricerca di petrolio e di gas naturale in Svizzera, ad esempio gas naturale a Finsterwald)
- Carbura, Ufficio centrale svizzero per l'importazione di carburanti e combustibili liquidi, Löwenstr. 3, casella postale, 8021 Zurigo, 01 / 217 41 11
(costituzione delle scorte obbligatorie, autorizzazione d'importazione)

3.4 Gas naturale

Giacimenti (stato 1991)

**Giacimenti di gas naturale a livello mondiale (documentati),
produzione e consumo di gas naturale**

Paese	Scorte documentate [Mia. m ³]		Produzione [Mia. m ³]	
		[%]		[%]
Iran	17 000	14	109	5.4
Emirati arabi	5 600	4.5		
Arabia Saudita	5 200	4.2	30	1.5
Qatar	4 600	3.7		
Algeria	3 300	2.7	50	2.5
Nigeria	3 000	2.4		
Venezuela	3 100	2.5		
Messico	2 000	1.6		
USA	4 800	3.9	506	25.3
Canada	2 800	2.3	106	5.3
CSI	49 500	40	725	36.3
Indonesia	1 800	1.5	43	2.2
Paesi Bassi	2 000	1.6	69	3.0
Norvegia	1 700	1.4	27	1.4
Gran Bretagna	550	0.4		
Diversi	16 600	12.9	285	14.6
A livello mondiale	123 000	100	1 715	100

Consumo

Il consumo a livello mondiale va ripartito come segue:

CSI	32%
USA	29%
Europa dell'ovest	14%
Giappone	3%
Diversi	22%

Fonte:
«Dati e fatti»,
Associazione svizzera
dell'industria del gas

Durante la produzione il gas naturale viene essiccato e separato da eventuali corpi estranei presenti (sabbia, frammenti di roccia, ecc.).

Composizione del gas naturale

	Swissgas		Gasversorgung Süddeutschland (via Höchst, Fallentor)		Gasversorgung Süddeutschland		Gaz de France	
	[Vol.%]	[mg/m ³]	[Vol.%]	[mg/m ³]	[Vol.%]	[mg/m ³]	[Vol.%]	[mg/m ³]
Metano (CH ₄)	91.2		98.0		91.4		97.3	
Etano (C ₂ H ₆)	3.6		0.6		3.6		0.8	
Azoto (N ₂)	2.8		0.9		2.8		1.4	
Anidride carbonica (CO ₂)	1.1		0.15		1.1		0.2	
Propano (C ₃ H ₈)	0.85		0.25		0.8		0.25	
Zolfo (S)								
in gas inodore		1.6		< 2		< 3		< 3
in gas odorizzato		8.9		8.8		6.9		7.3

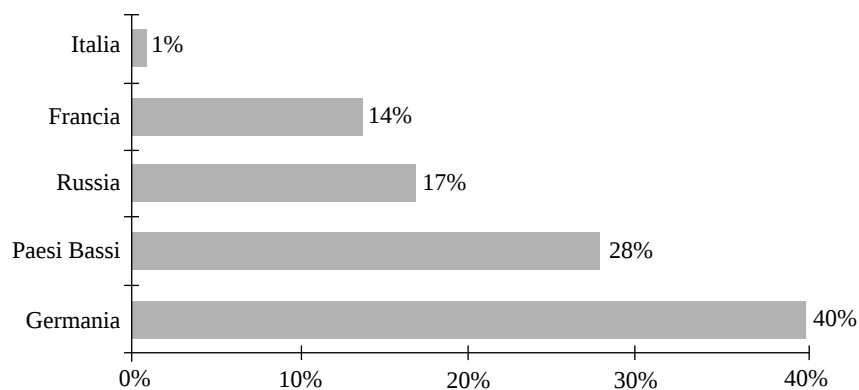
Fonte: Gasverbund Ostschweiz AG

Osservazioni:

- 1) in Svizzera viene distribuito il gas H.
- 2) Gas H: gas naturale umido con elevata percentuale di idrocarburi superiori (potere calorifico H_o circa 12 kWh/m³).
- 3) Gas L: gas naturale secco con percentuale esigua di idrocarburi superiori (potere calorifico H_o circa 10 kWh/m³).
- 4) Il gas naturale si liquefa ad una temperatura di -161°C: liquified natural gas (LNG).
- 5) Il syntetic natural gas (SNG) è un gas prodotto artificialmente mediante carbon fossile oppure lignite. Il suo potere calorifico varia a seconda del procedimento e della composizione del carbone. Il gas di sintesi è un gas simile al gas naturale.

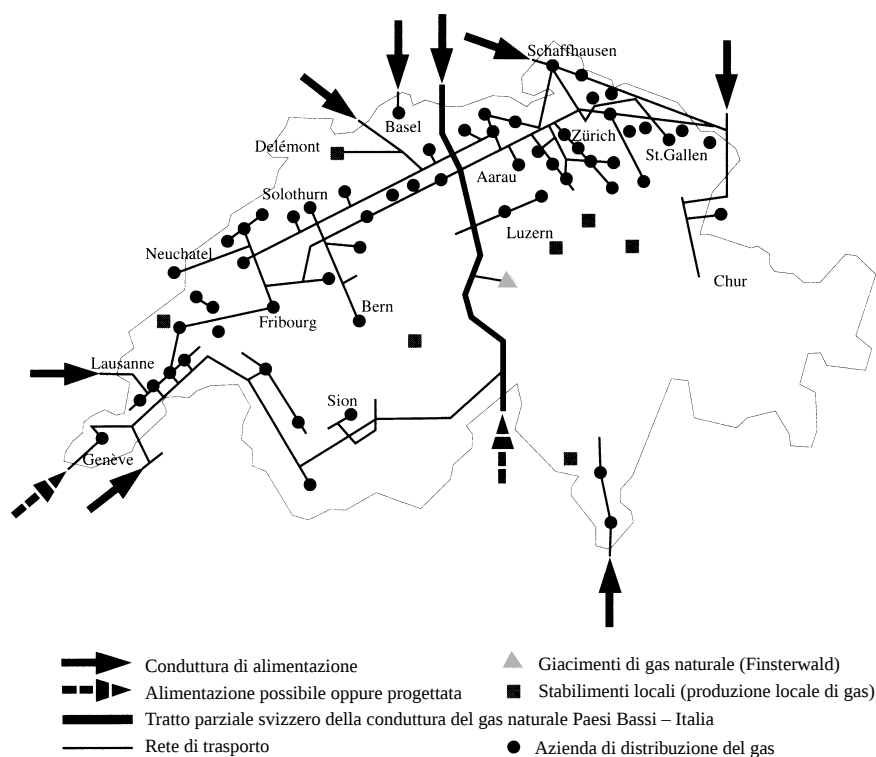
Gas naturale in Svizzera

**Importazione netta di gas naturale nel 1991 suddivisa per paesi
(2.34 miliardi Nm³ di gas, 85 100 TJ H_u)**



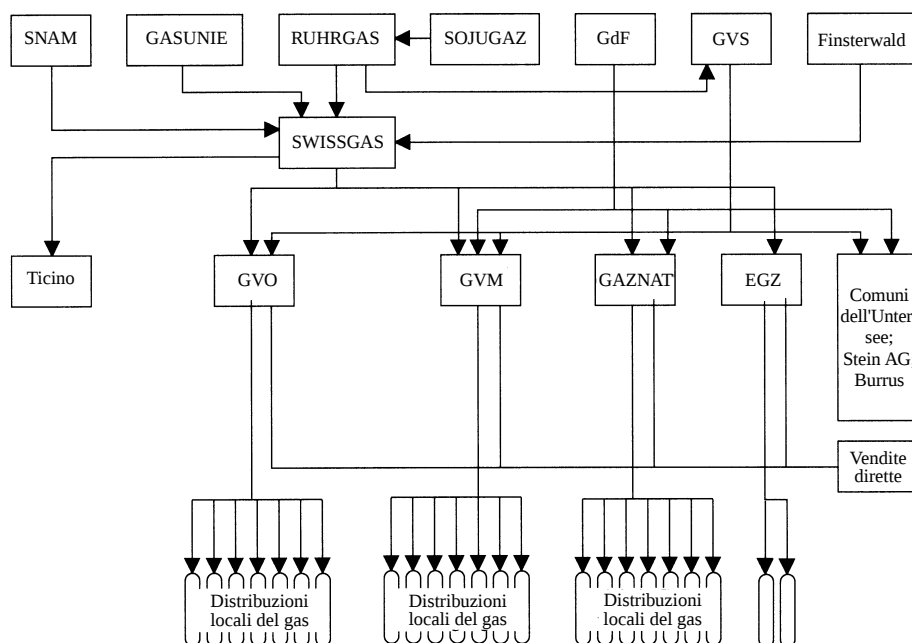
Fonte:
«Dati e fatti»,
Associazione svizzera
dell'industria del gas

Rete principale della distribuzione di gas in Svizzera



Fonte:
«Dati e fatti»,
Associazione svizzera
dell'industria del gas

Flusso del gas e struttura dell'industria svizzera del gas



SWISSGAS: Schweizerische Aktiengesellschaft für Erdgas, St. Gallen/Zürich

GVO: Gasverbund Ostschweiz AG, Zürich

GVM: Gasverbund Mittelland AG, Arlesheim

GAZNAT: Société pour l'approvisionnement et le transport du gaz naturel en Suisse romande, Lausanne/Vevey

EGZ: Erdgas Zentralschweiz AG, Luzern

GASUNIE: NV Nederlandse Gasunie, Groningen

RUHRGAS: Ruhrgas AG, Essen

SOJUGAZ: Sojugazexport, Moskau

GdF: Gaz de France, Paris

GVS: Gasversorgung Süddeutschland GmbH, Stuttgart

SNAM: Società nazionale azienda metanodotti, Milano

Fonte:
«Dati e fatti»,
Associazione svizzera
dell'industria del gas

Trasporto ed immagazzinamento

Normalmente il gas naturale viene trasportato sotto forma gassosa. Se il trasporto mediante gli oleodotti è difficile oppure antieconomico, il gas naturale viene liquefatto mediante raffreddamento (-161°C). Le petroliere di maggiori dimensioni caricano circa 125 000 m³ LNG. Nel 1991 il 24% del commercio a livello mondiale del gas naturale ha avuto luogo sotto forma di LNG.

**Oleodotti
Petroliere**

Il gas naturale viene immagazzinato sia sotto forma liquida in serbatoi (costosi) ben isolati, oppure in formazioni geologiche adeguate (diapiri, giacimenti di gas naturale e di petrolio esauriti, impianti di estrazione abbandonati, ecc.).

**Immagazzinamento
del gas naturale**

Sul mercato svizzero il gas naturale è trasportato soprattutto mediante condutture. La pressione del gas è molto diversa a seconda della rete di trasporto.

**Condutture
del gas naturale**

Pressione del gas nelle condutture del gas naturale

Conduttura internazionale del gas naturale

Paesi Bassi-Italia:

50-70 bar

(punti d'importazione CH: Zeinigen AG;
Däniken SO, Staffelbach AG, Ruswil LU,
Obergesteln VS)

Condutture regionali ad alta pressione +
tutte le condutture principali in Svizzera:

20-25 bar

Reti regionali, reti locali:

1-5 bar

Distribuzione locale:

20-100 mbar

L'acquisto di gas naturale è garantito nel quadro di contratti di fornitura a lunga scadenza che vengono conclusi di regola per periodi variabili da 20 a 25 anni.

Contratti di fornitura

Per collaudi/controlli d'istallazioni > 5 bar è competente l'Ispettorato federale degli oleodotti e gasdotti. Le istallazioni fino a 5 bar soggiacciono all'Ispettorato tecnico della SSIGA, rispettivamente alle autorizzazioni rilasciate dai cantoni competenti.

**Controllo
dell'istallazione**

Misurazione di masse di gas naturale

**Potere calorifico
superiore
Metro cubo normale
Metro cubo standard
Traduttore di masse**

Il gas naturale viene convertito nel potere calorifico superiore e l'energia viene fatturata in chilowattore (kWh). Per la determinazione della potenza (kW) richiesta vengono utilizzati i metri cubi normali o standard misurati (per la definizione cfr. capitolo 7, Unità di misura e fattori di conversione). I punti di misurazione di maggiori dimensioni sono equipaggiati con traduttori di masse, per trasformare a pressione normale e ad una temperatura di 0°C i valori misurati. Facendo la media dei poteri calorifici rilevati quotidianamente si ottengono i valori da utilizzare per la fatturazione. I limiti d'errore ammessi ufficialmente sono del 2% per gli apparecchi per la misurazione del volume e dell'1% per i traduttori. Nella prassi si raggiunge una precisione migliore della decima potenza dei valori summenzionati. Per la misurazione di piccole quantità la spesa per un traduttore di masse è troppo elevata e, di conseguenza, non redditizia. In tali casi si esegue il calcolo partendo da una temperatura media del gas e da una pressione del gas impostata dal regolatore.

Caratteristiche del gas naturale distribuito in Svizzera

Caratteristiche del gas	Unità	Swissgas	Gasversorgung Süddeutschland (via Höchst, Fallentor)	Gasversorgung Süddeutschland	Gaz de France
Densità normale	[kg/m ³]	0.789	0.734	0.788	0.739
Potere calorifico H _o	[kWh/m ³]	11.19	11.08	11.18	11.04
Potere calorifico H _u	[kWh/m ³]	10.10	9.99	10.09	9.95
Temperatura di accensione nell'aria	°C	ca. 600	ca. 600	ca. 600	ca. 600
Combustione stechiometrica:					
fabbisogno d'aria	[Vol./Vol.Gas]	9.61	9.53	9.61	9.50
quantità di gas combusti		10.64	10.54	10.64	10.51
analisi dei gas combusti					
– H ₂ O	[Vol.%]	18.7	18.9	18.7	18.9
– CO ₂	[Vol.%]	9.7	9.5	9.7	9.6
– N ₂	[Vol.%]	71.6	71.5	71.6	71.5
punto di rugiada	°C	59	59	59	59
contenuto di zolfo					
– gas odorizzato	[mg/m ³]	2.1	2.1	1.6	1.7
– gas inodore	[mg/m ³]	0.4	<0.5	<0.7	0.7
LNG:					
punto di ebollizione a					
1 bar	°C	–161			
5 bar	°C	–138			
15 bar	°C	–115			
25 bar	°C	–101			
Riduzione del volume alla liquefazione		1/600			

Fonte:
Gasverbund Ostschweiz AG

Osservazione

Punto di rugiada: la temperatura alla quale la quantità di vapore acqueo presente in un gas è appena sufficiente per la saturazione e regna un'umidità relativa del 100%. Se il gas viene raffreddato ulteriormente si produce condensazione.

Leggi

- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA)
- Leggi, ordinanze, prescrizioni concernenti le installazioni: SSIGA

Indirizzi

- VSG: Associazione svizzera dell'industria del gas, Grütlistr. 44, 8027 Zurigo, 01 / 288 31 31 (settore economico/politico)
- SSIGA: Società svizzera per l'industria del gas e dell'acqua potabile, Grütlistr. 44, 8027 Zurigo, 01 / 288 33 33 (settore tecnico/scientifico)

3.5 Carbone

Giacimenti

Giacimenti di carbone a livello mondiale (documentati), trasporto del carbone e consumo (1991)

Paese	Scorte documentate		Produzione		Consumo	
	[t.o.e]	[%]	[t.o.e]	[%]	[t.o.e]	[%]
Usa	121 900	23	550	25	481	22
Canada	4 240	0.8	40	1.8	24	1.1
CSI	121 900	23	286	13	262	12
Cina	58 300	11	506	23	547	25
India	31 800	6	114	5.2	109	5
Australia	47 700	9	114	5.2	44	2
Sud Africa	26 500	5	101	4.6	79	3.6
Germania	42 400	8	106	4.8	109	5
Polonia	21 200	4	95	4.3	79	3.6
Gran Bretagna	2 120	0.4	59	2.7	63	2.7
Diversi	51 940	9.8	229	10.4	389	18
A livello mondiale	530 000	100	2 200	100	2 186	100

Fonte:
BP Statistical Review of World
Energy, June 1992

t.o.e.: tonnellate equivalenti di petrolio (tons of oil equivalent);
1 t.o.e. = 41.87 GJ

Composizione (valori medi)

Carbon fossile		Lignite
78-93 %	Carbonio	68 -74 %
2-10 %	Ossigeno	17.5-23 %
3- 5.5%	Idrogeno	5 - 6 %
1- 1.5%	Zolfo	1.5 - 2.5%
1- 1.5%	Azoto	1 - 1.5%

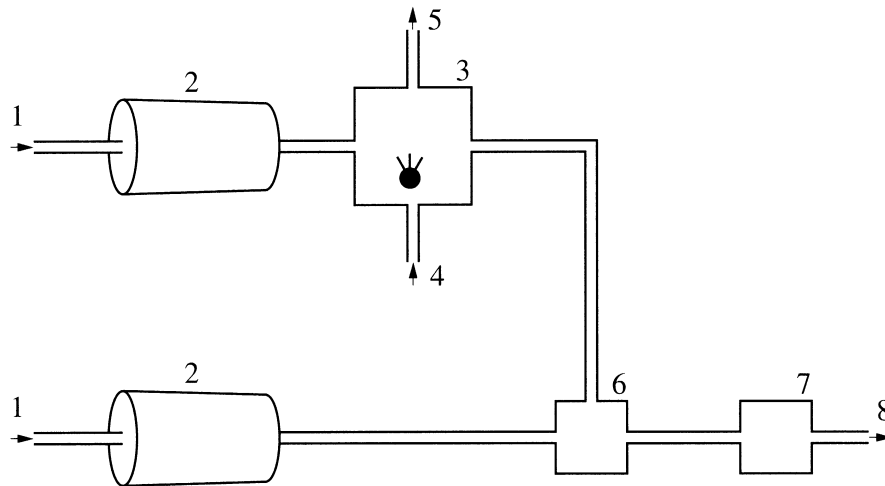
Oligoelementi Nel carbone sono inoltre presenti i seguenti oligoelementi metallici (ad esempio i giacimenti di carbon fossile nella regione della Ruhr):

vanadio	33 mg/kg
nicel	30 mg/kg
zinco	22 mg/kg
rame	20 mg/kg
cromo	17 mg/kg
piombo	15 mg/kg
cobalto	12 mg/kg
arsenico	3.5 mg/kg
antimonio	1.5 mg/kg
berillio	1.3 mg/kg
selenio	1.0 mg/kg
uranio	0.7 mg/kg

Trattamento del carbone

Esistono diversi procedimenti per il trattamento del carbone, ad esempio la cokificazione. Durante questo procedimento il carbone viene riscaldato a temperatura elevata in un forno impermeabile all'aria. In tal modo viene degassificato e si agglomera. Una volta con questo sistema veniva prodotto anche il gas illuminante.

Cokificazione



- 1 Apporto di carbone
- 2 Macina per il carbone
- 3 Forno a letto fluido
- 4 Adduzione di aria
- 5 Espulsione dei gas combustibili
- 6 Miscelatore
- 7 Pressa
- 8 Bricchette di coke

Carbone in Svizzera

Importazioni di carbone

Importazione nel 1991: 413 000 t. L'industria del cemento ne utilizza circa l'80%. Nel 1991 la percentuale di carbone del consumo di energia finale per tutta la Svizzera era del 1.5%. Dalla Germania ne proveniva circa il 41% e dal Sud Africa il 52%.

Caratteristiche del carbone

	Carbon fossile Carbone da gas	Carbone grasso	Litantrace	Carbone magro	Antracite	Lignite (regione del Reno)	Bricchettati
Potere calorifico H_u [MJ/kg]	29.3	31.0	31.8	31.4	31.0	8.0	19.7
Potere calorifico H_o [MJ/kg]	31.0	32.2	32.7	32.7	31.8	9.9	20.9
Temperatura di accensione [°C]	214 - 230	243 - 248	260	339	485	135 - 240	135 - 240
Quantità d'aria per la combustione [m³/kg]	7.7	7.9	7.9	8.0	8.2	2.7	5.3
Cenere (media) [%]	6	6.5	8	7.5	6	3.5	7
Acqua (media) [%]	5	5	3	4.5	3	59	13

Leggi

- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAAt)
- Ordinanza sulle sostanze (Osost)
- Legge federale sulla protezione delle acque (LPAC)

Indirizzi

- KOLKO, Associazione dell'industria svizzera del carbone Basilea, Talstrasse 45, 4144 Arlesheim, 061 / 705 12 12
- ZK, Ufficio centrale per l'importazione del carbone, casella postale, 4002 Basilea

3.6 Teleriscaldamento

Il teleriscaldamento è un tipo di approvvigionamento energetico dipendente da condutture; il calore viene generato in una centrale sotto forma di acqua bollente o di vapore e portato fino agli utenti attraverso una rete di distribuzione che si dirama sul suolo pubblico. In Svizzera esistono circa 35 aziende di teleriscaldamento la cui percentuale di partecipazione a tutto il consumo di energia finale è circa dell'1.5%. In Svizzera il teleriscaldamento serve a produrre circa il 90% del calore necessario per riscaldare i locali e per preparare l'acqua calda.

Le aziende di teleriscaldamento sono di regola di proprietà pubblica, per lo più come aziende comunali oppure sotto la forma di consorzi. La maggior parte delle aziende svizzere di teleriscaldamento fanno parte dell'Associazione svizzera dei produttori e dei distributori di teleriscaldamento (VSF).

Il calore residuo di processo proveniente dalle aziende industriali può essere immesso nella rete di riscaldamento in vicinanza, allo scopo di alimentare gli edifici vicini, per lo più di dimensioni maggiori. Spesso costituiscono tuttavia un ostacolo i costi accessori elevati ed il fatto che gli utenti pretendono per lo più garanzie di fornitura a lunga scadenza.

**Aziende
di teleriscaldamento
Centrali
termoelettriche e
di teleriscaldamento**

**Associazione svizzera
dei produttori e dei
distributori di teleriscaldamento (VSF)**

**Calore residuo
di processo
Rete di riscaldamento
in vicinanza**

Indirizzo:
VSF
Margarethengasse 40
4008 Basilea

3.7 Legna

Il bosco copre il 25% della superficie del nostro Paese. Esso assume un ruolo importante di stabilizzazione, ossia di equilibrio, nella struttura ecologica del nostro ambiente.

Superficie boschiva

In Svizzera il potenziale annuo di utilizzazione della legna è di circa 7 milioni di m³ annui. Al momento (1990) solo il 60% circa di questa cifra viene utilizzato. 2.5 milioni di m³ del potenziale annuo di utilizzazione della legna può essere sfruttato soltanto come legna ad uso energetico. Negli anni 1983-1987 sono stati utilizzati in media 0.8 milioni di m³ annui di legna da ardere proveniente dal bosco svizzero.

Potenziale di utilizzazione della legna

Composizione media della legna secca

	[% peso]
Carbonio:	50
Ossigeno:	44
Idrogeno:	6
Azoto	0.05-0.1

Qualora la legna venga stoccata all'aria aperta per un periodo variabile da un anno e mezzo fino a due anni e protetta dall'acqua, si ottiene legna essiccata all'aria. Nei mesi estivi la legna essiccata all'aria contiene dall'8 fino al 15% di umidità residua. La legna conserva sempre un rapporto di equilibrio di umidità con l'umidità naturale dell'aria. Nel caso di una percentuale elevata di umidità dell'aria, la legna può contenere fino al 25% di acqua; in media tale percentuale è di circa il 15%.

Legna essiccata all'aria

Tabella di conversione di diverse unità e tipi di energia per l'abete rosso (Ar), l'abete bianco (Ab) ed il faggio (Fa) per un'umidità della legna del 15% (essiccata all'aria)

Unità	Vettori energetici Unità d'energia		Minuzzoli m ³ M	Steri di legna in ciocchi	Massa solida di legna m ³ p	Legna essiccata all'aria t	Sostanza secca della legna t asse	Energia (potere calorifico inferiore H _u) GJ	MWh
1 m ³ M	Minuzzoli	Ar/Ab	1	0.57	0.40	0.20	0.17	3.18	0.88
		Fa	1	0.57	0.40	0.29	0.24	4.13	1.15
1 stero	Ciocchi di legna	Ar/Ab	1.75	1	0.70	0.35	0.30	5.57	1.55
		Fa	1.75	1	0.70	0.50	0.42	7.22	2.01
1 m ³ p	Massa solida di legna	Ar/Ab	2.50	1.43	1	0.50	0.42	7.95	2.21
		Fa	2.50	1.43	1	0.71	0.60	10.32	2.87
1t	Legna essiccata all'aria	Ar/Ab	5.0	2.86	2.00	1	0.85	15.90	4.42
		Fa	3.5	2.00	1.40	1	0.85	14.40	4.01
1 t asse	Sostanza secca della legna	Ar/Ab	5.92	3.39	2.37	1.19	1	19.00	5.28
		Fa	4.18	2.39	1.67	1.19	1	17.40	4.83
1	GJ (10 ⁹)	Ar/Ab	0.31	0.18	0.126	0.063	0.052	1	0.278
		Fa	0.24	0.14	0.097	0.069	0.057	1	0.278
1	MWh (1000 kWh)	Ar/Ab	1.13	0.65	0.45	0.226	0.188	3.6	1
		Fa	0.87	0.50	0.35	0.249	0.206	3.6	1

Indirizzi:

- VHe, Associazione per l'energia dalla legna, Falkenstr. 26, 8008 Zurigo, 01 / 252 30 70
- ASIL, Associazione svizzera dell'industria del legno, Servizio di consulenza sull'energia, Mottastr. 9, 3000 Berna 6, 031 / 352 75 21

Bibliografia:

- Vademecum Holzenergie, B. Holenstein, VHe, 1989
- Calore dalla legna, Programma d'impulso legno, Ufficio federale dei problemi congiunturali, Berna, 1987
- Künftige Rundholzversorgung aus dem Schweizer Wald, Ufficio federale dei problemi congiunturali, Berna, 1991

Osservazione:

asse = assolutamente secca (massa di legna pura senza qualsiasi traccia d'acqua)

m³M = metri cubi di minuzzoli

misura del volume in metri cubi per il volume dei minuzzoli, comprese le intercapedini di aria tra tutti i minuzzoli

m³p = metro cubo pieno

1 metro cubo di massa solida di legna

3.8 Energia solare

Irradiazione

Al limite esterno dell'atmosfera terrestre l'intensità dell'irradiazione solare (costante solare) è in media di 1367 W/m^2 . Attraversando l'atmosfera terrestre essa diminuisce a causa della riflessione, dell'assorbimento e della dispersione. Sul mezzogiorno di giornate molto belle e senza foschia, in Svizzera si può misurare su una superficie orizzontale un'intensità d'irradiazione di circa 1000 W/m^2 . L'irradiazione solare che giunge sulla terra è chiamata irradiazione globale.

**Intensità
d'irradiazione
Costante solare
Riflessione
Assorbimento
Dispersione**

$$P_G = P_{\text{dir}} + P_{\text{diff}}$$

Irradiazione globale

P_G : irradiazione globale

P_{dir} : irradiazione diretta

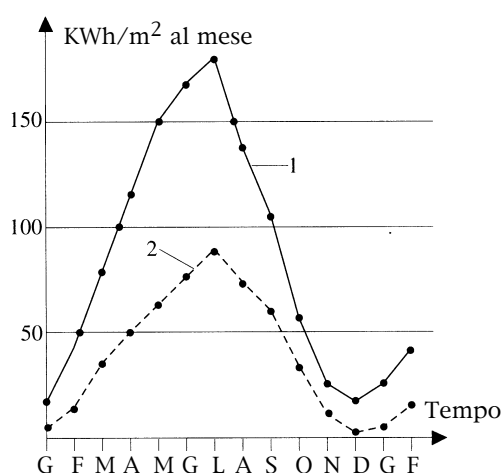
P_{diff} : irradiazione diffusa

PG in diverse condizioni atmosferiche:

**Condizioni
atmosferiche**

cielo azzurro e senza nubi:	1000 W/m^2
il sole riesce ad apparire:	600 W/m^2
sole visibile come disco bianco nella foschia:	300 W/m^2
giorno d'inverno nebbioso:	100 W/m^2

Irradiazione globale annua media su una superficie orizzontale in Svizzera in kWh/m² in ogni singolo mese:



1: valori misurati a Kloten

2: bilancio termico lordo di un collettore solare (guadagno di energia termica nel manicotto del collettore, ossia senza le perdite nelle tubazioni e le perdite negli accumulatori)

Osservazione: l'energia fornita dagli impianti che sfruttano l'energia solare dipende dalle condizioni atmosferiche e non è garantita in qualsiasi momento.

Sfruttamento

Si distinguono due possibilità di sfruttamento dell'energia solare:

- collettori solari
- celle solari (cfr. capitolo 3.2).

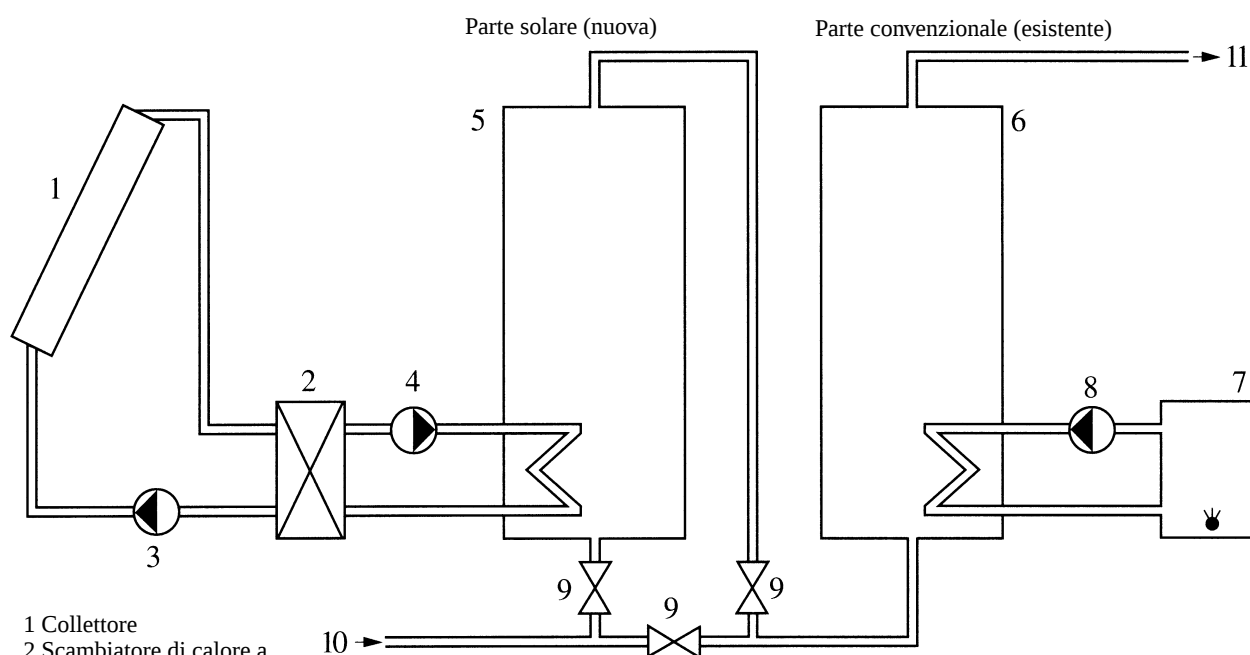
Collettori solari

I collettori solari servono in primo luogo al riscaldamento dell'acqua e di altri liquidi (impianto solare a bassa temperatura).

Preriscaldatori solari dell'acqua

Se durante i mesi estivi viene utilizzato molto calore a bassa temperatura, i preriscaldatori solari dell'acqua possono costituire una soluzione prossima alla redditività.

Componenti di un impianto per il preriscaldamento solare dell'acqua



- 1 Collettore
- 2 Scambiatore di calore a piastre
- 3 Pompa di circolazione del circuito primario
- 4 Pompa di circolazione del circuito secondario
- 5 Accumulatore solare
- 6 Scaldacqua
- 7 Caldaia
- 8 Pompa di circolazione del circuito di riscaldamento
- 9 Valvola
- 10 Acqua fredda

L'accumulatore del preriscaldamento solare dell'acqua viene inserito in serie allo scaldacqua esistente. Soprattutto nel caso di nuovi impianti possono essere utilizzati sistemi nei quali lo scaldacqua viene integrato nell'accumulatore solare.

Nel 1993 i costi d'investimento di un preriscaldamento solare dell'acqua variavano da circa Fr. 1300.- fino a Fr. 2000.- per m² di superficie del collettore.

Il grado di copertura solare indica quale percentuale dell'energia globale necessaria sull'arco di un anno deve essere coperta mediante l'impianto solare. Dipende dalle condizioni dell'irradiazione solare, dalla temperatura dell'acqua fredda, dal consumo di acqua calda e dalla superficie del collettore. Per il preriscaldamento solare dell'acqua nelle case d'abitazione si dimensiona il tutto in modo tale che il grado di copertura, considerato su tutto l'arco dell'anno, ammonti a 25-35%.

Indirizzi:

- SSES, Società svizzera per l'energia solare,
Segretariato svizzero,
Edisonstr. 22, 8050 Zurigo,
01 / 311 90 40

4. Utilizzazione dell'energia nell'azienda

4.1 Gestione dell'energia

Flusso energetico nell'azienda	4.1 / 1
Rilevamento dell'energia ed accertamento dei costi	4.1 / 3
Misurazione di potenze e di energie	4.1 / 4
Analisi e valutazione	4.1 / 6
Immagazzinamento e distribuzione dell'energia	4.1 / 11
Fabbisogno di potenza calorifica di un edificio	4.1 / 13
Comando e regolazione	4.1 / 15
Reazioni sulla rete	4.1 / 19
Impianti di compensazione	4.1 / 23

4.2 Tecniche fondamentali dell'energia

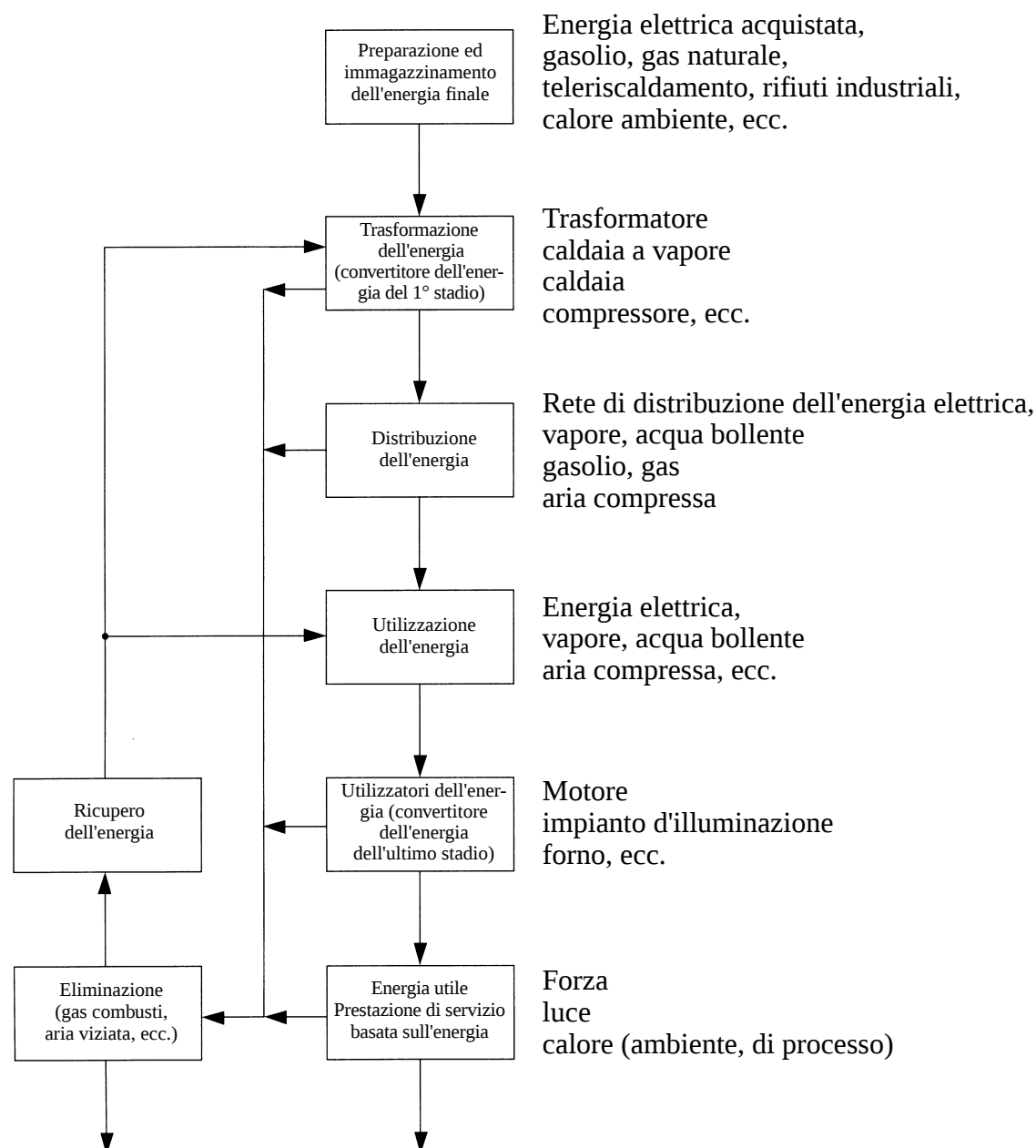
Trasformatore	4.2 / 1
Convertitori statici di corrente	4.2 / 3
Fornitura di energia elettrica senza interruzioni	4.2 / 5
Batterie	4.2 / 7
Produzione di aria compressa	4.2 / 9
Pompe di calore	4.2 / 11
Produzione del freddo	4.2 / 15
Bruciatori, caldaie	4.2 / 19
Azionamenti elettrici	4.2 / 23
Pompe	4.2 / 33
Ventilatori	4.2 / 37
Illuminazione	4.2 / 43
Calore di processo	4.2 / 47
Utilizzazione del calore residuo e recupero del calore	4.2 / 49

4. Utilizzazione dell'energia nell'azienda

4.1 Gestione dell'energia

Flusso energetico nell'azienda

L'energia viene fornita, preparata, utilizzata e ritrasmessa. Il flusso energetico può essere suddiviso negli stadi seguenti.



Flusso energetico
Efficienza dell'energia
Compatibilità con
l'ambiente

Ulteriori informazioni:
Organisation und
Energiemanagement,
Documentazione RAVEL
N. 724.374 d
Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

La gestione dell'energia deve adempiere gli scopi e le esigenze seguenti:

- flusso energetico
- efficienza dell'energia
- compatibilità con l'ambiente

L'utilizzazione razionale dell'energia non è solo un problema legato alla produzione ed alla tecnica. In tutti i punti dell'azienda possono essere adottate consapevolmente misure atte ad aumentare l'efficienza dell'energia.

Rilevamento dell'energia ed accertamento dei costi

Un'utilizzazione razionale dell'energia presuppone che il consumo di energia ed i costi dell'energia nell'azienda, nonché nelle singole parti di quest'ultima vengano rilevati e controllati regolarmente.

È importante una procedura sistematica:

- definizione dell'obiettivo
- delimitazione del sistema
- valutare i dati esistenti, stabilire i punti di misurazione e le grandezze fisiche, eseguire le misurazioni
- preparazione di dati di misurazione, interpretazione dei risultati
- traffico nell'azienda

Il consumo di energia ed i costi dell'energia possono essere accertati a parecchi livelli:

- in tutta l'azienda
- in singoli edifici o in singole catene di produzione
- in singoli impianti, processi, macchine, ecc.

Ulteriori informazioni:

- Energieverbrauchserfassung - Leitfaden für Gewerbe und Industrie, documentazione RAVEL N. 724.371 d (contiene formulari tipo di carta e fogli elettronici Lotus versione 2.2 e superiori, nonché Excel versione 4.0)
- Analyse des Energieverbrauchs - Erfassen, Bewerten, Darstellen, Handeln, documentazione RAVEL n. 724.318 d

Ordinazione:

UCFSM, 3000 Berna

Misurazione di potenze e di energie

Esattezza delle misurazioni

La misurazione è razionale soltanto se i valori misurati sono utilizzabili anche in seno all'azienda. Il dispendio per le misurazioni e l'esattezza delle stesse devono essere adeguati all'utile che ci si attende. Apparecchi di misurazione di precisione sono solo raramente necessari nelle analisi dell'energia.

Rilevatore dei dati misurati

Le misurazioni possono essere eseguite di tanto in tanto oppure continuamente. Esse possono aver luogo mediante apparecchi mobili oppure mediante rilevatori fissi dei valori misurati. Nel caso di riattamenti occorre prevedere, qualora possibile, raccordi di misurazione oppure trasformatori di misura nei punti interessanti.

Raccordi

di misurazione

Trasformatori di misura

Svolgimento della misurazione

Registrazione dei valori misurati	ad esempio sensori della temperatura, strumenti a pinza
Conversione della misurazione	ad esempio trasformare la corrente elettrica in impulsi
Visualizzazione (sul luogo, lontano)	ad esempio contatore, visualizzazione analogica o digitale
Trasmissione dei valori misurati	corrente, tensione, impulsi
Memorizzazione	ad esempio a mano (verbali di misurazione), stampante, memorizzazione elettronica, dischetto
Interpretazione	ad esempio manuale, con il PC

Apparecchi di misurazione per il gasolio

- apparecchi di misurazione del contenuto del serbatoio
- contatori volumetrici
- contatori delle ore di funzionamento per utilizzatori a portata costante

Apparecchi di misurazione per il gas

- «contatore del gas» (contatore volumetrico)
 - diaframmi di misurazione, venturimetri, tubi di Venturi, sonde di misurazione della pressione, ecc., combinati con apparecchi di misurazione della differenza di pressione
 - flussimetro a galleggiante
 - contatore delle ore di funzionamento per utilizzatori a portata costante
 - apparecchi di misurazione gravimetrici (peso) per gas liquidi
 - apparecchi di misurazione delle correnti parassite
- Osservazione: le portate dei gas dipendono dalla temperatura e dalla pressione

Apparecchi di misurazione dell'energia elettrica

- contatori della corrente attiva e della corrente reattiva
- contatori del carico di punta
- analizzatori di rete mobili e fissi (V, A, $\cos \varphi$, kW, kVA, kvar, Hz, kW di punta)
- contatori delle ore di funzionamento per utilizzatori a potenza costante (determinazione della potenza mediante misurazioni singole, ad es. mediante strumento a pinza e mediante voltmetro)

Strumenti di misurazione dell'acqua

- «contatore per l'acqua» (contatore volumetrico)
- flussimetri induttivi
- flussimetri agli ultrasuoni
- diaframmi di misurazione, tubi di Venturi
- sonde di misurazione della pressione
- flussimetri a corpi galleggianti
- corpi di sbarramento per canali aperti
- contatori delle ore di funzionamento per utilizzatori a portata costante
- contatori delle ore di funzionamento per le pompe

Apparecchi di misurazione per il freddo

- reti di acqua fredda e di salamoia
 - contatori del freddo con flussimetri volumetrici, induttivi, agli ultrasuoni oppure a differenza di pressione (cfr. anche sotto «acqua»)
 - contatori delle ore di funzionamento dei compressori per frigoriferi
- evaporatori diretti
 - contatori delle ore di funzionamento
 - contatori della corrente attiva e contatori della corrente reattiva

Apparecchi di misurazione per il vapore

- diaframmi di misurazione, tubi di Venturi e convertitori di misura a pressione differenziale e a correzione della pressione, nonché della temperatura
- apparecchi di misurazione per utilizzatori di energia primaria dei generatori di vapore (gasolio, gas, corrente elettrica, ecc.)
- apparecchi di misurazione per la portata dell'acqua di alimentazione
- apparecchi di misurazione delle correnti parassite
- contatori a mulinello

Apparecchi di misurazione per l'aria compressa

- sonde di misurazione della pressione, diaframma di misurazione, apparecchi per la misurazione delle correnti parassite, mulinelli di misurazione, tubi di Venturi con convertitori di misura a pressione differenziale con/senza correzione della pressione e della temperatura
- contatori volumetrici (solo nel caso di variazioni minime della pressione, della temperatura e della portata)
- contatori delle ore di funzionamento e delle ore di carico per il tempo di funzionamento dei compressori

Ulteriori informazioni:
Messen von Leistungen und
Energien,
Documentazione RAVEL
n. 724.377 d

Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

Analisi e valutazione

Bilancio termico Bilanci energetici

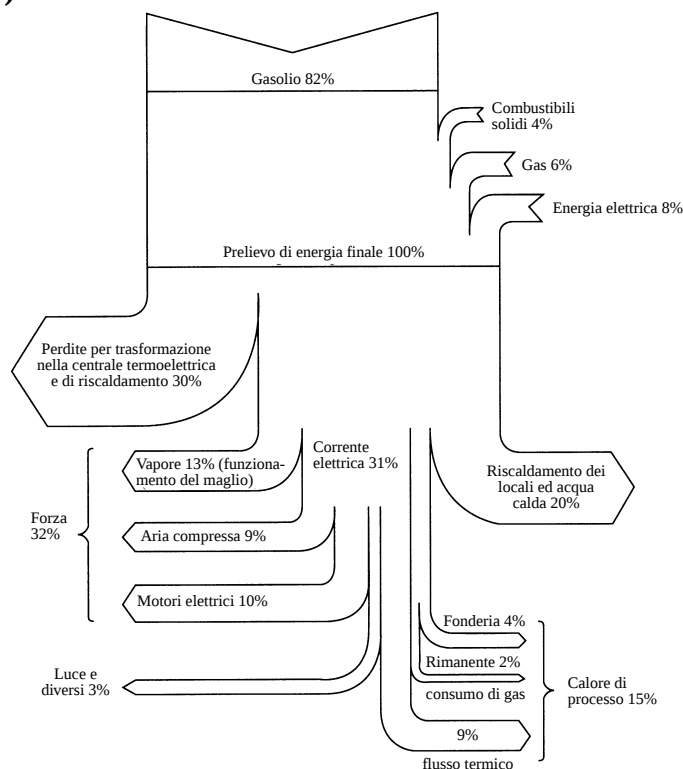
Una rappresentazione del flusso energetico (bilancio termico) illustra i flussi energetici entranti in un sistema, rispettivamente uscenti da un sistema in un determinato lasso di tempo. Poiché l'energia non può andare perduta, le entrate e le uscite si equilibrano sempre come il bilancio di una contabilità. I bilanci energetici possono essere allestiti entro limiti spaziali e temporali diversificati, ad esempio per un singolo processo, per un'azienda intera oppure per tutta l'economia nazionale. I bilanci annuali sono correnti; in certi casi possono essere interessanti anche i bilanci giornalieri, mensili oppure trimestrali.

Le quantità rilevate in diverse unità per i diversi vettori energetici vengono, corrispondentemente al contenuto d'energia (equivalente termico), riferite ad un'unità comune di energia e convertiti. L'unità utilizzata è il Joule (rispettivamente le unità superiori MJ, GJ, TJ, ecc.). I bilanci dell'energia nel settore dell'elettricità vengono rappresentati di preferenza con l'unità kWh (MWh, GWh). È parimenti possibile l'impiego di dati percentuali o di grandezze specifiche.

Limiti del bilancio Parametri

La determinazione precisa dei limiti del bilancio è indispensabile per un'interpretazione corretta di un bilancio energetico e dei parametri (ad es. gradi di utilizzazione oppure indici) che se ne possono dedurre.

Rappresentazione del flusso energetico di un'azienda industriale (elettronica)



Indici dell'energia

Per il paragone tra diversi impianti, aziende, macchine, ecc. devono essere accertati i consumi di energia specifici, ossia gli indici. I parametri vengono formati ognuno da una grandezza misurata e da una grandezza di riferimento.

Esempi

Indice dell'energia
per il riscaldamento

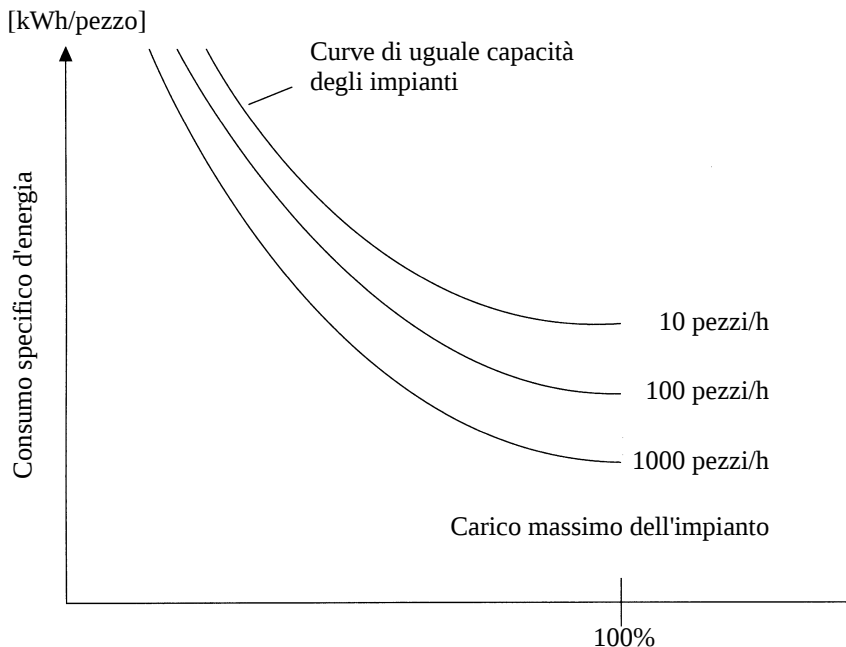
= consumo di energia annuo per il riscaldamento per
superficie lorda riscaldata (kWh/m²)

Consumo specifico di carburante = consumo di benzina per distanza percorsa (l/100 km)

Gli indici possono riferirsi a tutta l'azienda, a singoli impianti oppure a componenti degli stessi. Oltre a condizioni fondamentali esattamente definite, decisiva per l'espressività di un paragone è la scelta della grandezza di riferimento:

- essa dovrebbe essere in rapporto diretto con il consumo d'energia, cosicché sia possibile ottenere in modo semplice un quoziente tra consumo e grandezza di riferimento.
- Essa dovrebbe poter venir rilevata senza grande dispendio (ad es. numero di pezzi prodotti, quantità di materia prima utilizzata, peso o volume prodotti del prodotto finito oppure del prodotto intermedio, ecc.).

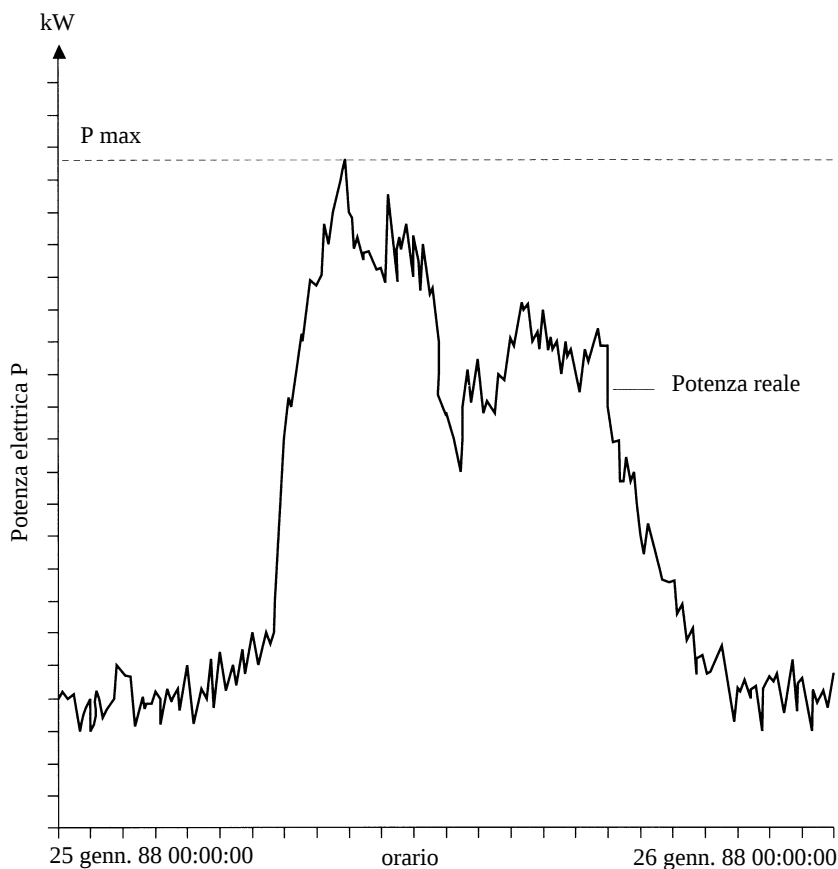
La caratteristica dell'energia (caratteristica del fabbisogno energetico) è costituita dalla rappresentazione grafica dell'utilizzazione dell'energia oppure da un consumo di energia specifico in funzione di un parametro caratteristico dell'azienda o della produzione (ad es. consumo specifico di carburante (l/100 km) in funzione della velocità; consumo specifico di corrente elettrica di un impianto di fabbricazione (kWh/pezzo) in funzione del grado di utilizzazione dell'impianto, ecc.).

Grandezze di riferimento**Curva caratteristica dell'energia****Esempio****Consumo specifico di energia a dipendenza dal carico massimo dell'impianto**

Se si misura continuamente il fabbisogno di potenza di un'azienda oppure di un impianto durante un intero giorno (oppure durante una settimana) si ottiene la caratteristica del carico giornaliero (rispettivamente la caratteristica del carico settimanale).

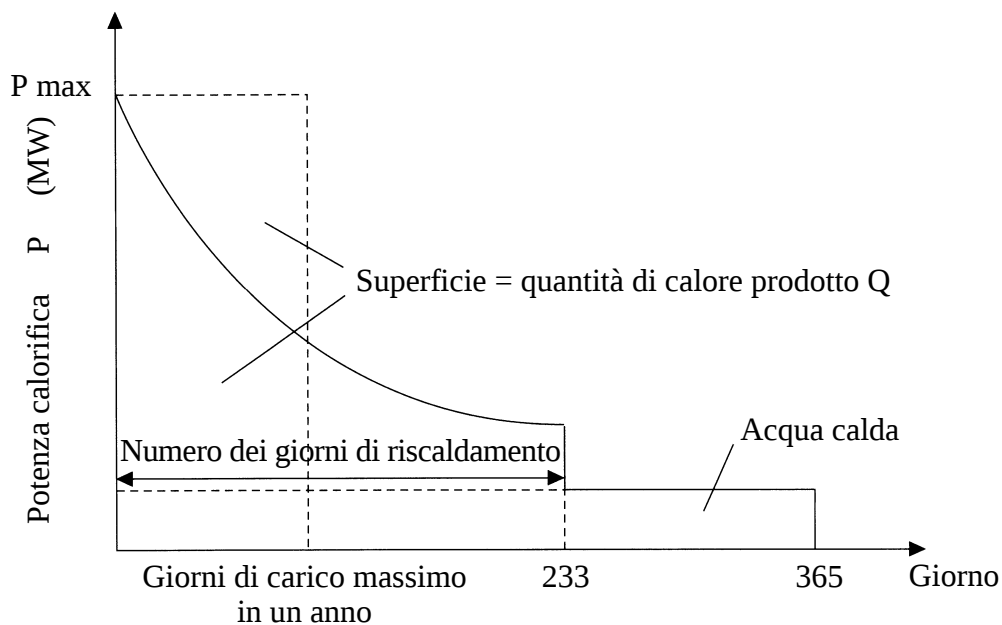
**Curva caratteristica del carico giornaliero
Curva caratteristica del carico settimanale**

Caratteristica del carico giornaliero di potenza elettrica di un'azienda



Curva caratteristica regolata del rendimento annuale

Se in un impianto di riscaldamento si misurano ad esempio sull'arco di un anno i valori medi giornalieri della potenza calorifica richiesta e si ordinano gli stessi secondo una grandezza decrescente (iniziando con il valore massimo a sinistra e ponendo a destra i valori vieppiù decrescenti), si ottiene la curva caratteristica regolata del rendimento annuale.



Essa costituisce la rappresentazione grafica del carico di un impianto e spiega chiaramente la sua caratteristica nel tempo. Con il suo ausilio è spesso possibile riconoscere e valutare le possibilità di miglioramento concernenti l'ampliamento, le trasformazioni, la tecnica di funzionamento, ecc. di un tale impianto. Particolarmente vantaggioso in questa rappresentazione è il fatto che la superficie sotto la curva è proporzionale all'energia. Nel caso d'impianti che sono costituiti da parecchi componenti è possibile rappresentare la ripartizione della produzione di energia tra i singoli componenti dell'impianto.

Ulteriori informazioni:
Analyse des Energie-
verbrauchs - Erfassen,
Bewerten, Darstellen,
Handeln, documentazione
RAVEL n. 724.318 d

Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

Immagazzinamento e distribuzione dell'energia

Affinché i bruciatori possano essere regolati in modo preciso occorre sorvegliare la qualità del combustibile fornito.

La quantità immagazzinata dipende da diversi fattori:

- dal fabbisogno annuale
- dalla strategia usata dalle ditte per quanto concerne i costi per il capitale bloccato nei depositi

Quantità immagazzinata

Il gasolio EL soggiace ad un processo d'invecchiamento. Dopo alcuni anni non può più esserne garantita la qualità necessaria. Nel caso di serbatoi del gasolio situati all'aperto occorre anche tener conto del fatto che al di sotto dei 5°C il gasolio può emettere paraffina.

Invecchiamento del gasolio

Occorre curare in modo particolare il contatto con le autorità cantonali:

- Ufficio cantonale dell'industria, delle arti e mestieri e del lavoro (KIGA). In Ticino: Ufficio ispettorato del lavoro.

Prescrizioni

Occorre rispettare le prescrizioni tecniche concernenti la protezione dei serbatoi del 21.6.1990; inoltre le prescrizioni delle assicurazioni contro gli incendi.

Prescrizioni concernenti la protezione dei serbatoi

All'interno dell'azienda le sostanze liquide e le sostanze gassose vengono distribuite in reti di condutture. Si fa ad esempio una distinzione tra i seguenti tipi di reti:

- rete di distribuzione del gasolio
- rete di distribuzione del gas
- reti di distribuzione dell'acqua:
acqua calda, acqua fredda ed acqua di raffreddamento, acqua industriale, acqua potabile, ecc.
- rete per il vapore
- rete per l'aria compressa, ecc.

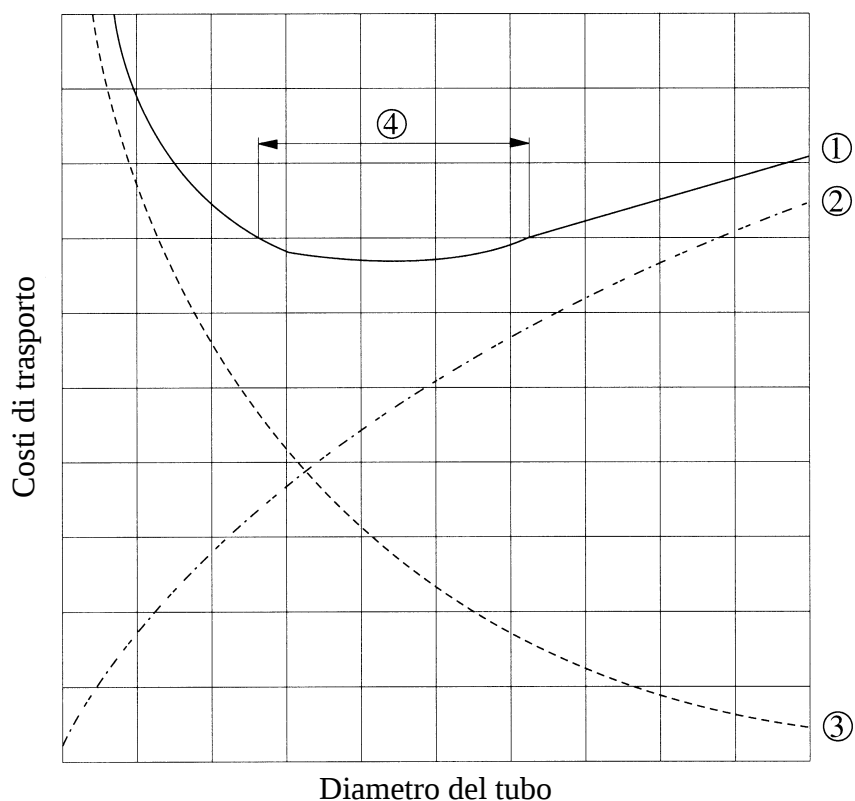
Reti di tubazioni

Per quanto concerne il ricupero del calore durante la produzione di aria compressa cfr. il paragrafo 4.2/9, Produzione di aria compressa.

Ricupero del calore

Per il calcolo di una rete di distribuzione del calore occorre in primo luogo che sia noto esattamente il fabbisogno di calore di tutti gli utenti che devono essere serviti. Occorre inoltre conoscere il termovettore, il suo stato e la massima pressione interna che si manifesta, rispettivamente la pressione d'esercizio del sistema di tubazioni. Il diametro più redditizio del tubo dipende da un'ottimizzazione tra i costi di costruzione (costi del capitale) ed i costi dell'energia per l'azionamento degli impianti delle pompe di circolazione.

Rete di distribuzione del calore



- 1 Totale dei costi di trasporto
- 2 Costi per il servizio finanziario
- 3 Costi dell'energia
- 4 Ambito ottimale dei costi

Perdite nella distribuzione del calore Spessore dell'isolamento Materiale d'isolamento

Le perdite delle reti di distribuzione del calore e, di conseguenza, anche i costi dell'energia ivi connessi, diminuiscono quanto aumenta lo spessore dell'isolamento. Lo spessore dell'isolamento economicamente ottimale dipende dai costi del capitale d'investimento e dai costi dell'energia risparmiati. La scelta del materiale d'isolamento è determinata dal prezzo, dalla capacità di diffusione del vapore, dalla stabilità richiesta, dalla resistenza contro gli incendi e dalla facilità di posa.

Sostanze isolanti

Le sostanze isolanti più diffuse sono le seguenti:

- PIR (= poliisocianurato)
- fibre minerali (ad es. lana di vetro, lana minerale)
- materiale plastico espanso flessibile
- sughero granulato (quale isolamento compresso)

Prescrizioni concernenti la coibentazione termica

Occorre rispettare le prescrizioni cantonali concernenti la coibentazione termica (ulteriori informazioni possono essere ottenute presso gli uffici cantonali dell'energia).

Fabbisogno di potenza calorifica di un edificio

Il fabbisogno di potenza calorifica corrisponde al fabbisogno di calore di un oggetto ad una determinata temperatura ambiente e ad una determinata temperatura esterna. Esso è composto dalle perdite per trasmissione attraverso l'involucro dell'edificio e dalle perdite di calore dovute alla ventilazione.

Calcolo:

$$Q = Q_T + Q_L \quad [W]$$

Q = fabbisogno di potenza calorifica

Q_T = perdita di calore per trasmissione

Q_L = perdita di calore per ventilazione

**Fabbisogno di
potenza calorifica**

$$Q_T = k \cdot A \cdot \Delta T \quad [W]$$

k = coefficiente k medio per tutto l'involucro dell'edificio [$W/m^2 \cdot K$]

A = superficie esterna (involucro dell'edificio) [m^2]

ΔT = differenza tra la temperatura ambiente desiderata e la temperatura esterna

**Perdita di calore per
trasmissione**

$$Q_L = 0.32 \cdot V \cdot n \cdot \Delta T \quad [W]$$

V = volume riscaldato dell'edificio [m^3]

n = ricambio d'aria

**Perdita di calore per
ventilazione**

Esempio

Edifici amministrativi nell'Altipiano:

V	=	10 000	m^3
A	=	3 200	m^2
k	=	0.7	$W/m^2 \cdot K$
n	=	0.6	/ ora
ΔT	=	25	K
Q	=	104	kW

Il coefficiente k è una misura della coibentazione termica di una parete: ossia il flusso termico che scorre attraverso una parete di $1 m^2$, quando la differenza di temperatura degli strati d'aria vicini è di 1 Kelvin (K).

Coefficiente k

Esempi di coefficienti k

Doppi vetri di una finestra	2.7 W/m^2K
Vetro termico di una finestra	1.3 W/m^2K
Muratura di mattoni con intercapedine e stuoia di fibra di vetro dello spessore di 10 cm	0.3 W/m^2K

Ulteriori informazioni:
Raccomandazione SIA 384/2
«Fabbisogno di potenza
calorifica degli edifici»

Ordinazione:
Segretariato generale SIA,
casella postale, 8039 Zurigo
Tel. 01 / 285 15 60

Quota di ricambio d'aria La quota di ricambio d'aria indica qual è la percentuale del volume totale d'aria che deve essere sostituita ogni ora mediante aria fresca. Calcolo:

$$n = 1/h$$

n = quota di ricambio d'aria

h = numero di ore in cui viene rinnovato tutto il volume d'aria

Perdite per ventilazione Le perdite per ventilazione devono essere limitate al minimo. D'altro canto l'edificio (per motivi di fisica delle costruzioni, ad es. umidità) ed i suoi abitanti hanno bisogno di un ricambio d'aria minimo.

Ricambio d'aria minimo Il ricambio d'aria minimo dipende in forte misura dal tipo di utilizzazione dell'edificio.

Casa d'abitazione n = circa 0.3

Locali adibiti alla fabbricazione n = 15 ... 25

Valori CMA Le concentrazioni massime sul posto di lavoro (valori CMA) devono essere rispettate per motivi sanitari. Nuova denominazione: valori limite d'igiene sul lavoro.

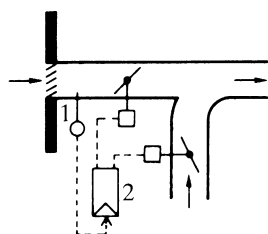
Ordinazione:
INSAI, Lucerna
N. d'ordinazione 1903.d

Comando e regolazione

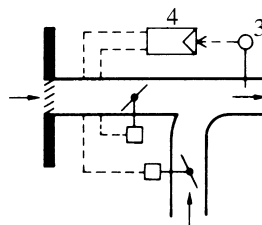
Il comando è costituito da un procedimento che esercita un influsso sulle grandezze finali di un sistema limitato mediante una grandezza d'entrata scelta, sulla base delle regolarità proprie del sistema. Il comando non tiene conto di modificazioni non volute delle grandezze finali.

La regolazione consiste in un procedimento che permette la misurazione continua di una o di parecchie grandezze di un processo (le cosiddette grandezze regolate), le paragona con una o con parecchie altre grandezze pilota ed esegue un adattamento nel caso di variazioni. Ciò avviene mediante valori di regolazione che hanno un influsso nell'ambito del processo (sistema regolato).

Differenza tra comando e regolazione sulla base dell'esempio di una miscelazione tra aria esterna ed aria riciclata.



a) Comando mediante sensore della temperatura (1) nel flusso dell'aria esterna. Ad ogni temperatura dell'aria esterna corrisponde una posizione determinata delle valvole, come viene ordinato dall'apparecchio di comando (2). La temperatura dell'aria di alimentazione viene regolata di conseguenza.



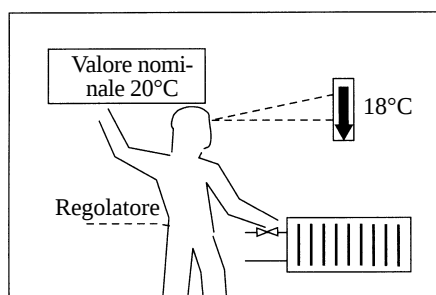
b) Regolazione: il sensore posto nel flusso dell'aria di alimentazione (3) segnala la temperatura all'apparecchio di regolazione (4). Questo trasmette ai motori delle valvole i comandi di regolazione necessari. La temperatura dell'aria di alimentazione si regola corrispondentemente, ma – al contrario di quanto avviene per il comando – essa viene misurata e nuovamente segnalata all'apparecchio di regolazione.

Comando

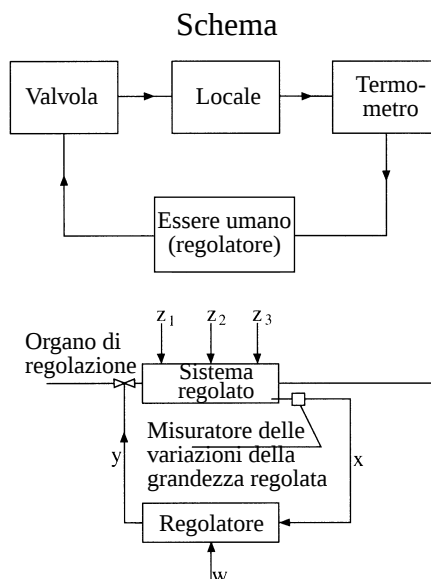
Regolazione

Ulteriori informazioni:
Automazione degli edifici -
Messa in esercizio e collaudo,
documentazione RAVEL n.
724.363 i
Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

Rappresentazione schematica di un circuito di regolazione



la grandezza regolata (valore effettivo) x
la grandezza pilota (valore nominale) w
le grandezze perturbatrici z
i valori di regolazione y



Circuito di regolazione

Grandezze

Grandezza regolata	La grandezza regolata x deve essere mantenuta costante (temperatura, pressione, ecc.).
Valore di regolazione	Il valore di regolazione y dovrebbe influire in modo voluto sulla grandezza regolata.
Grandezza perturbatrice	La grandezza perturbatrice z modifica, dall'esterno ed in modo indipendente da quanto desiderato, la grandezza regolata.
Valore effettivo	Il valore effettivo x_1 è il valore momentaneo di una grandezza regolata.
Valore nominale	Il valore nominale x_s è la grandezza pilota costante.
Grandezza pilota	La grandezza regolata deve essere adeguata alla grandezza pilota w .
	$x_w = x - w$
	x_w : deviazione di regolazione
	x : grandezza regolata
	w : grandezza pilota
Deviazione di regolazione	Se la deviazione di regolazione è negativa si parla di differenza di regolazione.

Apparecchi

Sensore	Il sensore misura la grandezza regolata oppure una grandezza perturbatrice e trasmette un segnale corrispondente al regolatore. Il regolatore paragona il valore momentaneo della grandezza regolata con il valore della grandezza pilota, rispettivamente con il valore nominale e segnala all'azionatore il valore di regolazione che ne consegue. L'azionatore mette in movimento l'organo di regolazione (motore, magnete, membrana). L'organo di regolazione modifica il valore di regolazione (rubinetto, valvola, registro). Azionatore ed organo di regolazione formano insieme l'apparecchio di regolazione.
Segnale	
Azionatore	
Organo di regolazione	
Apparecchio di regolazione	

Concetti ulteriori

Tecnica MCR	Tecnica MCR: tecnica di misurazione, di comando e di regolazione.
Regolatore proporzionale	Nel caso del regolatore proporzionale, il valore di regolazione è proporzionale alla deviazione della regolazione. Nel caso del regolatore integrale, il valore di regolazione è proporzionale alla deviazione della regolazione temporaneamente integrata. Il regolatore integrale corregge piccole deviazioni meglio di un regolatore proporzionale. I regolatori integrali non vi riescono da soli. Nel caso del regolatore differenziale il valore di regolazione è proporzionale alla grandezza regolata temporaneamente differenziata. Il regolatore differenziale amplifica la correzione di uno scarto della deviazione, ma non riesce parimenti a farcela da solo. Per ottenere un comportamento di regolazione ottimale ed allo stesso tempo stabile, le percentuali proporzionale, integrale e differenziale vengono spesso combinate nei cosiddetti regolatori proporzionali integrali ad azione derivativa.
Regolatore integrale	
Regolatore differenziale	
Regolatore proporzionale	
integrale ad azione derivativa	
Tempo morto	Il comportamento nel tempo di un sistema regolato è esattamente determinante come le relazioni statiche tra le grandezze. Particolarmente perturbanti sono le grandi differenze di tempo tra la modificazione di un valore di regolazione e la registrazione della grandezza regolata. Quanto maggiori sono i cosiddetti tempi morti, tanto più difficilmente potrà essere ottenuta una regolazione stabile.
DDC	Direct Digital Control (DDC): le grandezze che non sono presenti numericamente vengono digitalizzate e la grandezza regolata viene calcolata algoritmicamente. Questo avviene per lo più mediante un hardware specializzato ed un calcolo con microprocessori e ciò direttamente nel sistema regolato.

Il regolatore analogico regola in modo continuo l'amplificazione, l'integrazione e la differenziazione (non in valori numerici). Gli algoritmi di regolazione possono essere calcolati anche mediante computer e comandi con programma memorizzato (CPM). Per tutti gli algoritmi dipendenti dal tempo deve tuttavia essere garantito un ciclo fisso. Il controllo fuzzy lavora con valutazioni qualitative (non rigide) invece che con grandezze quantificate.

Regolatore analogico
Comando con
programma
memorizzato
Controllo fuzzy

I circuiti di comando e di regolazione possono essere combinati gerarchicamente in una cosiddetta cascata. Esempio:

un semplice pilota automatico mantiene costante la posizione di un aeroplano sui tre assi. Mediante combinazione (sovrapposizione) con un apparecchio di rilevamento rapido (ad es. bussola) ed un confronto tra la rotta nominale e quella effettiva, il sistema di regolazione è ora in grado di mantenere una rotta prestabilita.

Cascata

Reazioni sulla rete

A causa dell'impiego di mezzi di produzione elettrici con caratteristiche d'esercizio non lineari (ad es. convertitori statici di corrente, comando a ritardo di fase) si manifestano reazioni sulla tensione delle reti di distribuzione. Gli apparecchi e gli impianti devono, per principio, essere fatti funzionare in modo tale da escludere disturbi di altri impianti o reazioni su installazioni dell'azienda elettrica. Le reazioni sulla rete vengono suddivise in

- armoniche superiori (la frequenza è un multiplo della frequenza della rete di 50 Hz)
- armoniche superiori interarmoniche (frequenze tra le armoniche)
- variazioni della tensione di breve durata (causate dall'inserimento e dal disinserimento di carichi).

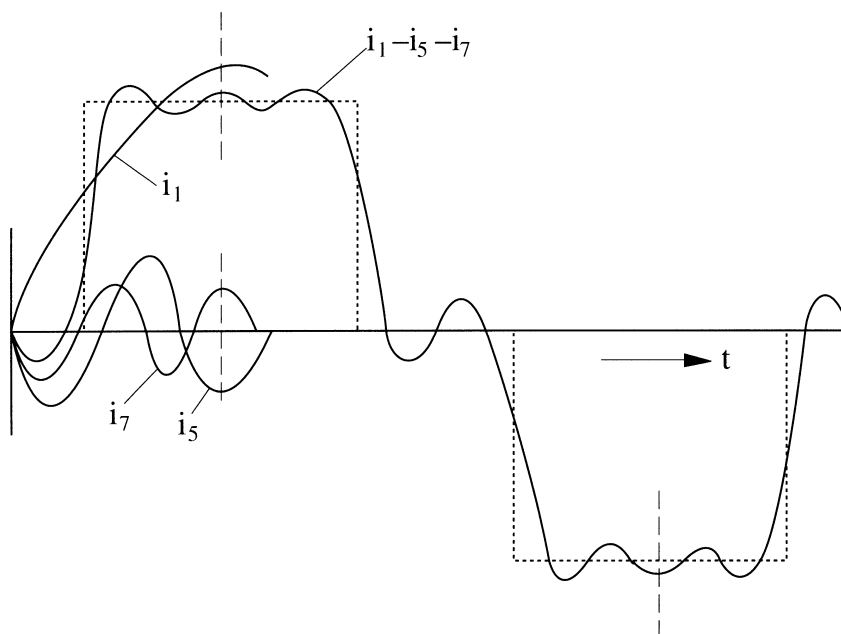
Come sfarfallamento si definiscono gli effetti di variazioni rapide della tensione su altri utilizzatori (ad es. variazioni della luminosità nelle lampade ad incandescenza oppure variazioni della coppia nelle macchine elettriche).

I flussi di armoniche generati da un impianto causano cadute di tensione che si sovrappongono alla tensione di rete e ne disturbano la forma sinusoidale.

Armoniche superiori Variazioni della tensione

Sfarfallamento

Flussi di armoniche



i_1 = corrente elettrica sinusoidale a 50 Hz,

i_5 = corrente elettrica sinusoidale a 250 Hz, ecc.

Il fattore di distorsione (in inglese: THD, Total Harmonic Distorsion) è una misura della distorsione globale della tensione. Può essere calcolato mediante la formula

$$k = \frac{\sqrt{\sum I_n^2}}{I_{\text{eff}}}$$

n : numero ordinale dell'armonica

I_n : armonica della corrente elettrica n

I_{eff} : valore effettivo della corrente elettrica

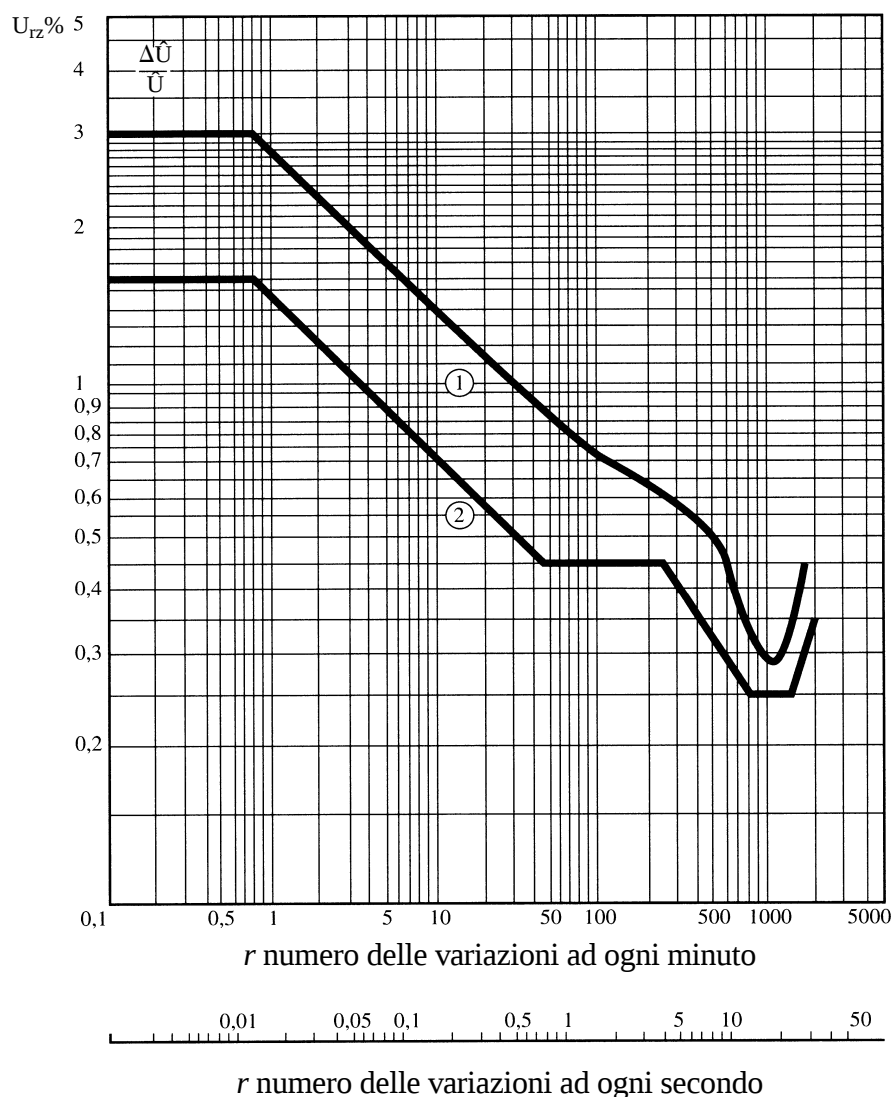
Fattore di distorsione Total Harmonic Distorsion THD

Conseguenze delle reazioni sulla rete

- Facendo una considerazione approssimativa si ammette che le distorsioni armoniche della tensione al di sopra del 10% del THD valgono come potenziali cause di disturbo.
- Punte di tensione di breve durata o diminuzioni della stessa possono causare disturbi negli apparecchi elettronici sensibili alle variazioni di tensione.
- Possono parimenti essere disturbati i segnali di comando trasmessi dall'azienda elettrica.
- Correnti elettriche supplementari in impianti di compensazione causano perdite supplementari.

Valori limite Collegando apparecchi ed impianti alla rete di distribuzione della corrente elettrica devono essere rispettati i limiti stabiliti per quanto concerne la percentuale di armoniche superiori:

Valori normali **valori normali delle armoniche superiori della tensione per reti a bassa tensione** secondo ASE 3600-1 (Norma SN 413600 «Limitazione degli influssi nelle reti di distribuzione della corrente elettrica»).



- ① — valori massimi pretesi nella rete
 ② — contributi ammessi da parte dei singoli utenti della rete

Valore di riferimento: tensione nominale

Vengono considerati solo i numeri ordinali tipici per i convertitori statici di corrente

U_n : tensione delle armoniche (riferita alla tensione nominale)

n: numero ordinale dell'armonica superiore

Per l'allacciamento di apparecchi e d'impianti con reazioni sulla rete (ad es. motori alimentati mediante convertitori statici di corrente) e di quelli che superano una determinata potenza occorre inoltrare una domanda di allacciamento all'azienda elettrica competente (formulario UCS 1.18).

Domanda di allacciamento

I circuiti soppressori sistemati presso il produttore che ingenera le armoniche superiori possono servire ampiamente a tenere lontane dalla rete le correnti delle armoniche superiori. La norma SN 413724 contiene disposizioni sul modo in cui occorre eseguire gli impianti di compensazione e gli impianti muniti di circuito soppressore, affinché sulla rete non si manifestino punti di risonanza non controllati. Le disposizioni testé citate spiegano inoltre come è possibile, mediante circuiti soppressori, ridurre a valori ammissibili le tensioni delle armoniche superiori.

Impianti con circuito soppressore

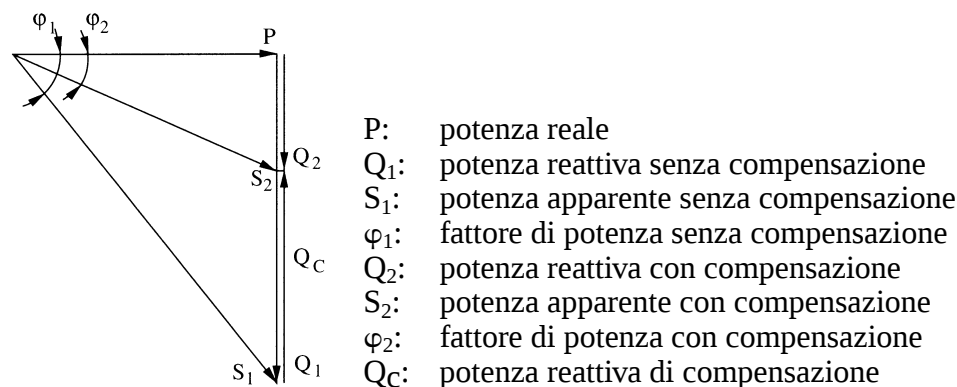
Le norme sono reperibili presso:

Associazione svizzera degli
elettrotecnici (ASE)
Seefeldstr. 301
Casella postale
8034 Zurigo
Tel. 01 / 384 91 11
Fax 01 / 55 14 26

Impianti di compensazione

Per gli impianti «soggetti ad induzione» e provvisti di bobine, motori, trasformatori, ecc. deve essere utilizzata energia supplementare sotto forma di energia reattiva. Affinché l'energia reattiva non debba percorrere continuamente avanti ed indietro tutto il percorso esistente tra l'azienda elettrica e l'utente, si collegano in serie batterie di condensatori.

Per la spiegazione dei concetti di potenza reattiva, potenza apparente e fattore di potenza (coseno phi) cfr. capitolo 1.5, Concetti di tempo e di potenza.



I trasformatori e le reti di conduttori devono essere misurati per quanto concerne la potenza apparente. Questa potenza apparente diminuisce utilizzando un impianto di compensazione.

Le aziende elettriche fatturano per lo più un'energia reattiva che supera un certo valore. Quali limiti vengono prescritti uno sfasamento massimo determinato, rispettivamente un $\cos \varphi$ minimo (ad es. $\cos \varphi = 0.9$).

Calcolo della potenza reattiva:

$$Q_c = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad [\text{kvar}]$$

Per non disturbare o affievolire i segnali di comando trasmessi dalle aziende elettriche, gli impianti di compensazione di una potenza superiore ai 25 kvar per utente devono avere una bobina di reattanza inserita a monte. Quest'ultima impedisce parimenti che la frequenza di risonanza dei condensatori di compensazione e della rete induttiva (circuiti oscillanti paralleli) coincida con la corrente di un'armonica superiore esistente e causi una distorsione inammissibile della tensione di rete.

Energia reattiva

Sfasamento massimo

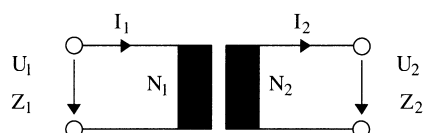
Potenza reattiva

Impianti di compensazione Bobina di reattanza

4.2 Tecniche fondamentali dell'energia

Trasformatore

I trasformatori trasformano l'energia elettrica di una tensione determinata in energia elettrica di un'altra tensione con l'ausilio di campi alternativi.



U_1, I_1 : tensione primaria, corrente primaria
 U_2, I_2 : tensione secondaria, corrente secondaria
 N_1 : numero di spire sul primario
 N_2 : numero di spire sul secondario
 Z_1 : impedenza d'entrata
 Z_2 : impedenza d'uscita

$$\ddot{u} = U_1/U_2 = N_1/N_2 = I_2/I_1; \ddot{u}^2 = Z_1/Z_2$$

$\ddot{u}$: rapporto di trasformazione

Rapporto di trasformazione

Perdite

Perdite per funzionamento a vuoto:

$$F_{Fe} = P_H + P_W$$

P_{Fe} = perdite nel ferro
 P_H = perdite per isteresi
 P_W = perdite per correnti parassite

Perdite per funzionamento a vuoto

Perdite dovute al carico:

$$P_{Cu} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$$

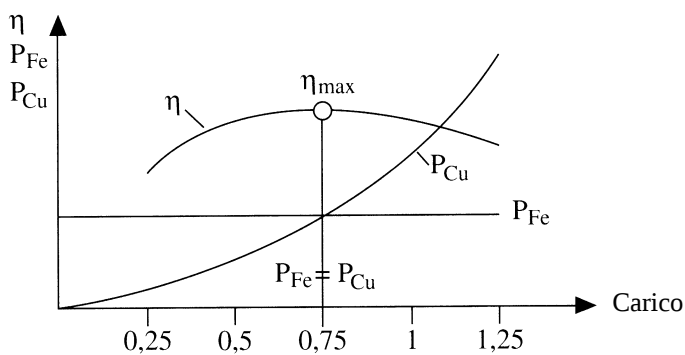
P_{Cu} = perdite nel rame
 I_1 = corrente d'entrata
 I_2 = corrente d'uscita
 R_1 = resistenza dell'avvolgimento d'entrata
 R_2 = resistenza dell'avvolgimento d'uscita

Perdite dovute al carico

Perdite globali:

$$P_V = P_{Fe} + P_{Cu}$$

Perdite globali

Perdite dipendenti dal carico

Fonte:
H.R. Ris,
Elektrotechnik für den Praktiker,
AT Verlag

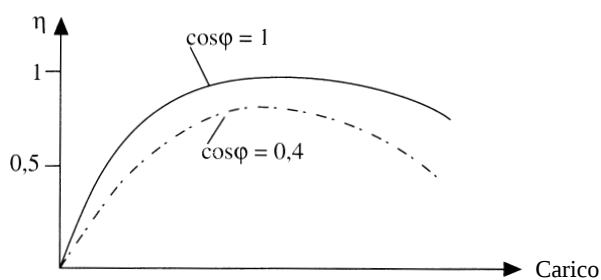
Rendimento:

Rendimento $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{(P_2 + P_{CU} + P_{Fe})}$

$$P_1 = P_2 + P_V$$

Rendimenti del carico nominale di trasformatori

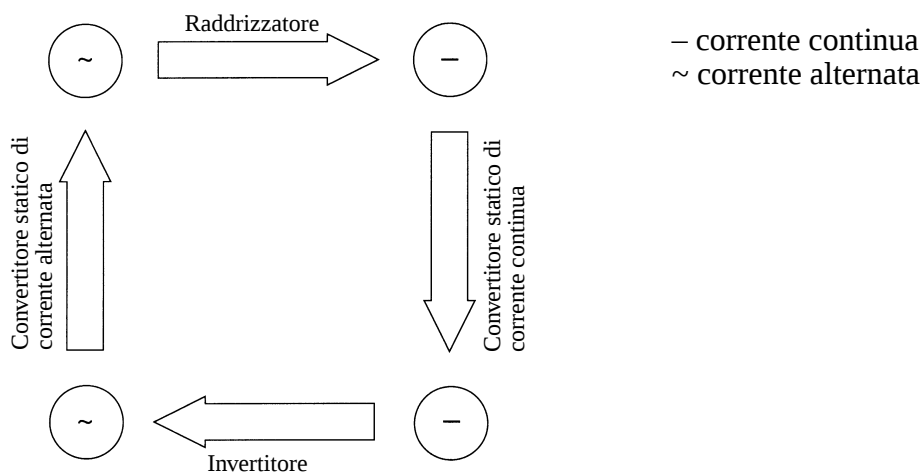
Potenza	100 VA	1 kVA	10 kVA	100 kVA	1 MVA	10 MVA
Rendimento η	0.88	0.9	0.96	0.97	0.98	0.99

Rendimento a dipendenza dal carico

Il trasformatore dovrebbe essere scelto in modo da ottenere il rendimento ottimale in prossimità del carico medio.

Convertitori statici di corrente

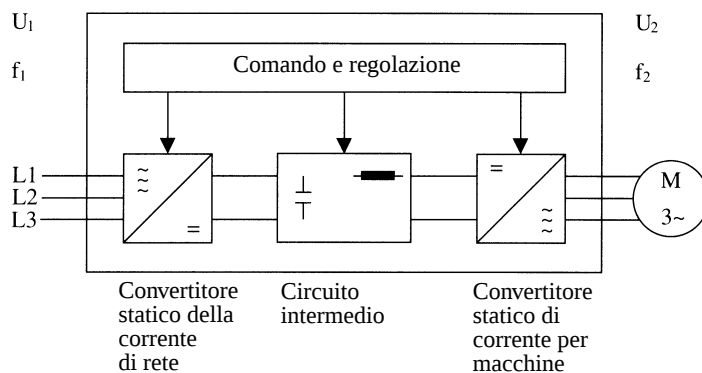
I convertitori statici di corrente convertono la corrente elettrica in forme diverse come corrente continua o corrente alternata di frequenze differenti.



Un convertitore statico trasforma una corrente con l'ausilio di elementi di commutazione elettronici (transistori, tiristori).

Convertitore statico

Schema di principio di un convertitore statico di frequenza del circuito intermedio per l'alimentazione di un motore



Schema a blocchi di un convertitore statico di frequenza del circuito intermedio

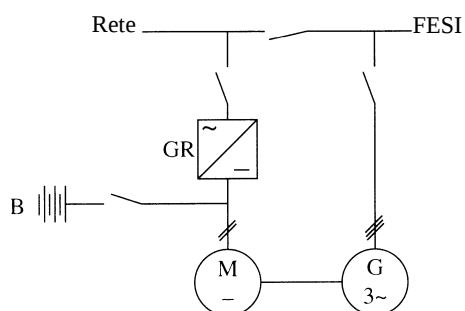
U_1, U_2 : tensioni
 f_1, f_2 : frequenze

Convertitore statico di frequenza del circuito intermedio

Fornitura di energia elettrica senza interruzioni (FESI)

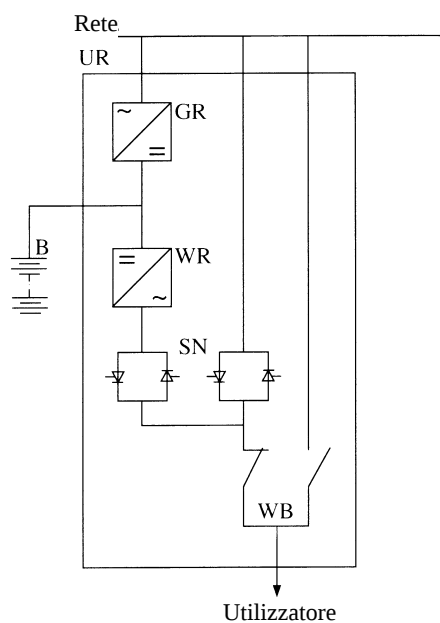
Impiego negli utilizzatori di corrente che non permettono interruzioni della fornitura di energia elettrica oppure fluttuazioni della tensione di rete (ad es. EED, comandi elettronici).

Impianto FESI rotante

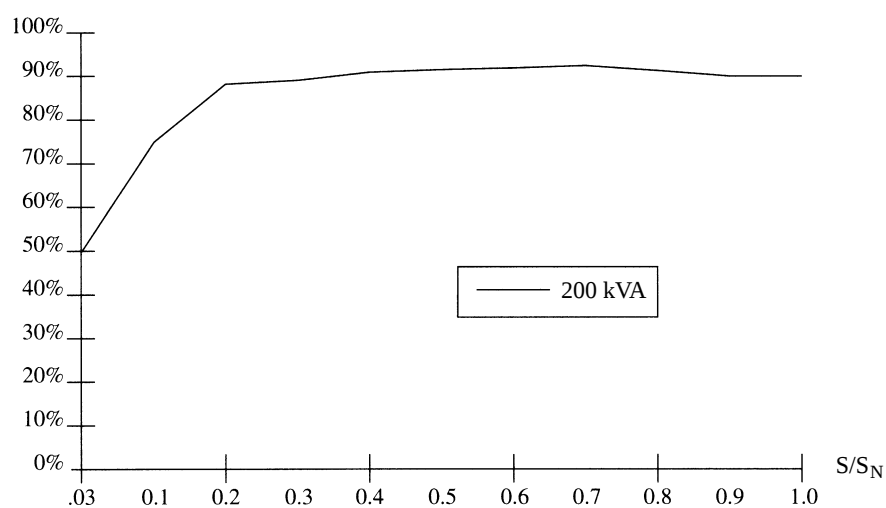


G: generatore
M: macchina a corrente continua
GR: raddrizzatore
B: batteria

Impianto FESI statico



UR: unità di conversione
GR: raddrizzatore
WR: invertitore
SN: reinserimento statico della rete
WB: bypass condizionatore
B: batteria

Andamento del rendimento d'impianti FESI statici

S: potenza apparente
 S_N : potenza apparente nominale

Batterie

Vista d'insieme su diverse celle primarie (non ricaricabili)

Tipo	Tensione delle celle V	Capacità Q_N Ah	Periodo d'immagazzinamento fino all'80% di Q_N mesi	Densità d'energia mWh/cm ³	Limite della temperatura °C
Zinco-carbone	1.5	qualsiasi	6-18	140	- 5 - + 20 °C
Alcale-manganese	1.5	-10	30	220	-20 - + 20 °C
Ossido di mercurio-Zinco	1.35 - 1.4	-18	30	390	-10 - + 65 °C
Ossido d'argento-zinco	1.5	- 0.25	18	480	-10 - + 65 °C
Litio	circa 3	-10	120	530	-50 - 150 °C

Fonte: H.R. Ris, Elektrotechnik für den Praktiker, AT Verlag

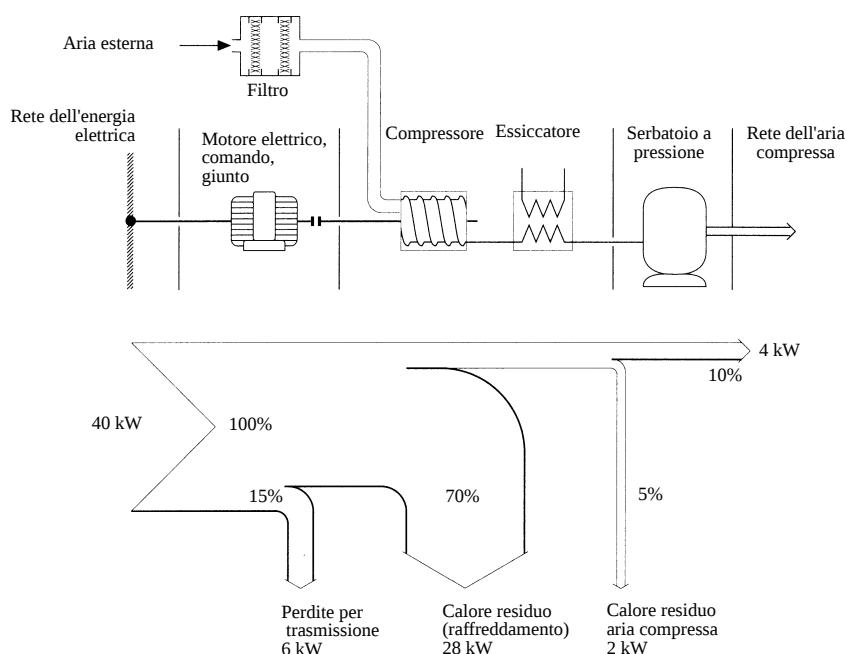
Paragone tra diversi tipi di accumulatori (ricaricabili)

Parametri caratteristici	Accumulatori al piombo			Accumulatori al nickel-cadmio	
	Batterie di avviamento	Batterie per trazione	Batterie fisse	aperte Batterie NiCd	impermeabili ai gas Batterie NiCd
Tipo di costruzione	aperta	aperta	chiusa	aperte	impermeabili ai gas
	piastre a griglia	piastre a tubetti	piastre a griglia	cartone di fibra/piano del tavolo	elettrodi sinterizzati/elettrodi di massa
Elettrolita	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	KOH	KOH
Capacità in Ah	20 h	5 h	10 h	5 h	5/10 h
Tensione a vuoto (tensione di riposo) V	2.12	2.12	2.12	1.3	1.3
Tensione al termine della carica V	2.7	2.7	2.35	1.7	1.7
Tensione al termine della scarica V	1.8	1.8	1.6 (10')... 1.82 (10h)	1	1
Resistenza interna mOhm/100 Ah	0.6 ... 2.0	1 ... 5.0	0.15 ... 1.5	0.1 ... 0.3	0.1 ... 0.3
Coefficiente di carica	1.2	1.2	1.1	1.2 ... 1.3	1.4
Comportamento alla temperatura Cn/°C	- 1%	- 1%	- 1%	- 0.50%	- 0.50%
Autoscarica a 20°C	1%/giorno	1%/giorno	0.1%/giorno	1 ... 2%/giorno	0.5 ... 1%/giorno
Rendimento Ah	85%	80%	90%	75%	70 ... 80%
Rendimento Wh	70%	70%	80%	55%	60 ... 73%
Densità d'energia Wh/l	50 ... 75	60 ... 80	ca 60	30 ... 70	40 ... 80
Densità d'energia Wh/kg	25 ... 35	25 ... 40	ca 25	15 ... 30	20 ... 30
Durata di vita anni/cicli	2 ... 5 anni	4 ... 6a/1500 cicli	5 ... 10 anni	15 ... 20 anni	6 a/500 ... 1000 cicli
Osservazioni generali	non per carico ciclico	ottimizzato per carico ciclico	adatto, con riserva, per funzionamenti ciclici	elevata stabilità dei cicli carica completa	totalmente esente da manutenzione carica completa
	utilizzo come batterie in serie 6/12 V	impiego come batterie in serie o celle singole 2 V	senza manutenzione utilizzabile indipendentemente dalla posizione		utilizzabile indipendentemente dalla posizione
Utilizzazione	autoveicoli	trattore elettrico carrello elevatore a forza	impianti elettrogeni di emergenza impianti FESI	impianti fissi veicoli elettrici	apparecchi portatili aviazione viaggi spaziali

Fonte: Comunicazione della fabbrica di accumulatori Oerlikon

Produzione di aria compressa

Impianto per la produzione di aria compressa



Se la pressione nel serbatoio sotto pressione diminuisce al di sotto di un valore minimo, il compressore si mette in moto. L'aria esterna aspirata viene filtrata, compressa ed essiccata. Il procedimento di compressione viene interrotto non appena la pressione nel contenitore raggiunge il valore desiderato. La parte maggiore della corrente elettrica viene trasformata in calore residuo, ciò che costituisce un grande potenziale per l'utilizzazione del calore residuo, ad esempio per il riscaldamento di capannoni oppure per il riscaldamento dell'acqua. L'aria compressa come vettore energetico è circa 20 volte più costosa della corrente elettrica.

Compressore
Utilizzazione
del calore residuo
Prezzo

Nuova installazione di compressori, ottimale sotto l'aspetto energetico

- **Grandezza:** per il compressore occorre perseguire il grado di utilizzazione più elevato possibile. Per la determinazione della potenza è quindi necessario calcolare in modo preciso il consumo di aria compressa oppure, nel caso di sostituzione, misurarlo nel vecchio impianto. Occorre evitare l'esecuzione di ampliamenti dettati dall'apprensione. Nel caso di un consumo fortemente variabile, ad esempio durante il funzionamento di giorno e quello di notte, occorre prevedere due compressori: un piccolo gruppo per la copertura del carico di base ed uno grosso per la copertura del carico di punta.
- **Pressioni d'inserimento e di disinserimento:** non appena possibile occorre evitare le pressioni elevate, poiché il dispendio energetico aumenta fortemente con l'aumentare delle pressioni.
- **Tipo di compressore:** il gruppo dovrebbe essere adeguato all'impiego corrispondente. I criteri per la scelta del compressore sono la potenza ed il limite della pressione, nonché la qualità dell'aria compressa (ad es. aria compressa priva di olio).

Grandezza

Pressioni

Tipo di compressore

Pompe di calore

Le pompe di calore sono macchine frigorifere che sfruttano le fonti di calore a bassa temperatura per generare un flusso di calore utile a temperatura più elevata.

Macchine frigorifere

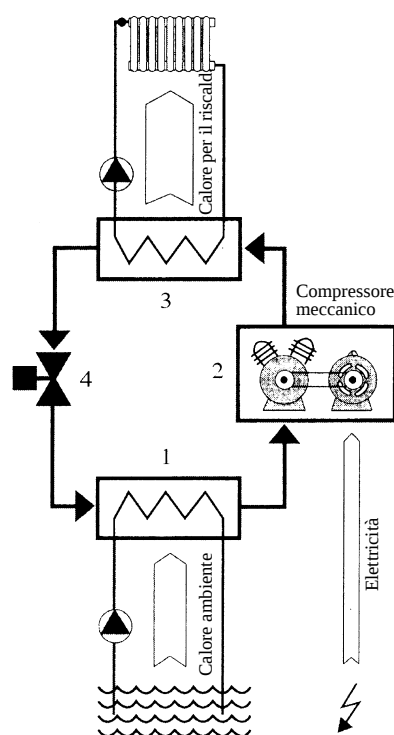
Tipi di costruzione delle pompe di calore

- Pompa di calore acqua/acqua
- Pompe di calore aria/acqua
- Pompa di calore aria/aria
- Pompe di calore acqua/aria

Al posto dell'acqua viene utilizzata anche salamoia, ossia una miscela di acqua e di glicole, per poter sottrarre calore dal terreno.

Salamoia

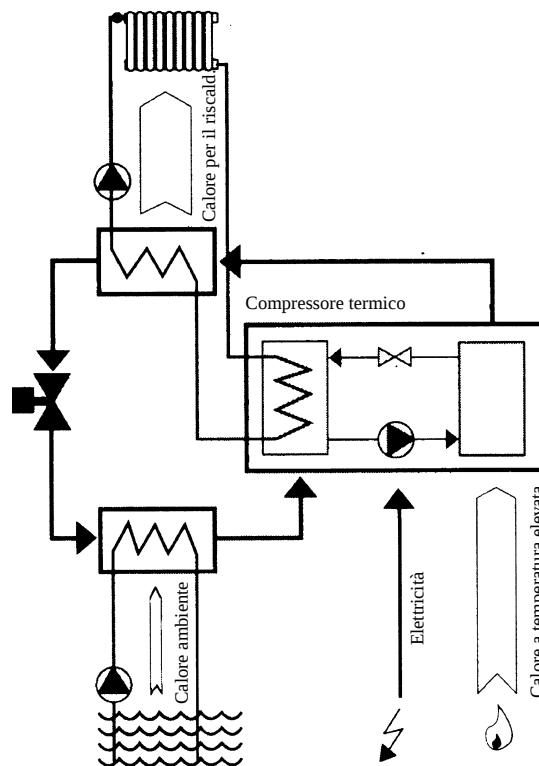
Ciclo termodinamico di una pompa di calore a compressione



La fonte di calore porta ad ebollizione il mezzo di lavoro liquido (mezzo refrigerante) nell'evaporatore (1) a bassa temperatura. Il vapore che si sviluppa viene compresso nel compressore (2). In tal modo la temperatura aumenta fortemente ed il calore può ora – ad un livello di temperatura più elevato – essere ceduto nel condensatore (3) all'acqua per il riscaldamento. Così facendo il mezzo refrigerante ritorna nuovamente allo stato liquido. Nella valvola d'espansione (4) il mezzo refrigerante si espande alla pressione di uscita ed in tal modo si raffredda, cosicché il ciclo termodinamico può ricominciare...

Funzionamento durante la compressione

Ciclo termodinamico di una pompa di calore ad assorbimento



Funzionamento durante l'assorbimento

Nell'assorbitore (1) il mezzo refrigerante viene assorbito dal mezzo assorbente. In questo modo viene ceduto per una prima volta calore al riscaldamento. La pompa del solvente (2) trasporta ora la miscela sotto pressione fino all'espulsore (3), dove – mediante apporto di caldo – il mezzo refrigerante viene nuovamente espulso. Il mezzo assorbente ha quindi eseguito il proprio compito quale «compressore termico» e scorre nuovamente verso l'assorbitore (1) passando attraverso una valvola a farfalla (4). Il ciclo ulteriore del mezzo refrigerante corrisponde ora ampiamente a quello della pompa di calore a compressione (p. 4.2/8): passaggio di calore al riscaldamento nel condensatore (5), espansione nella valvola di espansione (6) ed assorbimento di calore di scarso valore nell'evaporatore (7).

Compressione del vapore di scarico

Durante la compressione del vapore di scarico, quest'ultimo, come si forma ad esempio durante un processo di evaporazione, viene portato a temperatura ed a pressione elevate per mezzo del compressore. Il vapore di scarico può in tal modo essere nuovamente utilizzato per il riscaldamento dello stesso processo. L'aumento di temperatura necessario è spesso solo di alcuni Kelvin; esso corrisponde approssimativamente alla differenza di temperatura tra lo scambiatore di calore ed il mezzo che deve evaporare. Con questa piccola differenza di temperatura di meno di 10 Kelvin vengono raggiunti proporzionalmente elevati coefficienti di rendimento, superiori a 15.

Le fonti di calore possibili per le pompe di calore sono:

- calore residuo
- aria esterna
- calore del suolo
- laghi, fiumi
- falda freatica

Fonti di calore

Durante il funzionamento monovalente la pompa di calore viene utilizzata senza un secondo produttore di calore; durante il funzionamento bivalente, invece, viene utilizzata con un secondo produttore di calore.

Funzionamento monovalente

$$E_{WP} = \frac{Q_{WP}}{P_{WP}}$$

**Coefficiente di rendimento
Funzionamento a caldo**

E_{WP} : coefficiente di rendimento nel funzionamento a caldo
(in inglese: Coefficient of Performance COP)

Q_{WP} : potenzialità calorifica

P_{WP} : assorbimento effettivo di potenza

$$E_{KM} = \frac{Q_{KM}}{P_{KM}}$$

**Coefficiente di rendimento
Funzionamento a freddo**

E_{KM} : coefficiente di rendimento nel funzionamento a freddo
(in inglese: Energy Efficiency Ratio EER)

U_{KM} : potenza di raffreddamento

P_{KM} : assorbimento effettivo di potenza

$$E_{KM} = E_{WP} - 1$$

Il coefficiente di lavoro annuo (detto anche coefficiente annuo di efficienza media, CAEM) è il calore erogato per il riscaldamento diviso per l'energia addotta e soggetta a pagamento durante un anno.

Coefficiente di lavoro annuo

Coefficienti di rendimento praticamente raggiungibili dalle moderne pompe di calore azionate elettricamente

Tipo di costruzione	Coefficiente di rendimento *	Coefficiente di lavoro annuo
Acqua-acqua (monovalente)	3.5...4.0	3.0...3.5
Salamoia-acqua (monovalente)	3.0...3.5	2.5...3.0
Aria-acqua (bivalente)	2.9...3.4	2.4...2.9

* Riferito ad una temperatura di andata di 35°C ed a temperature delle fonti di calore variabili da circa 2 a 10°C (acqua) e da -5 a 5°C (salamoia), nonché da 0 a 10°C (aria)

Per le pompe di calore con motore a gas, oggi sono realistici coefficienti di lavoro annuo di circa 1.5 e per le pompe di calore ad assorbimento coefficienti di 1.3.

Ulteriori informazioni:
Pubblicazione RAVEL
«Pompe di calore»

N. ordinazione 724.356 i
UCFSM, 3000 Berna

Produzione del freddo

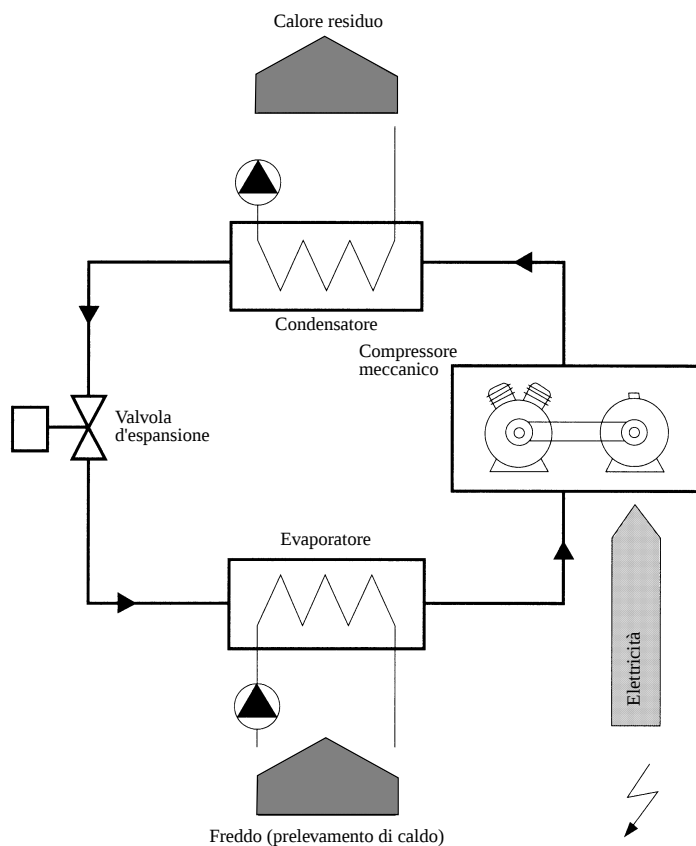
Il raffreddamento è un processo durante il quale ad un sistema, rispettivamente ad un mezzo, viene prelevato calore e precisamente ad una temperatura che è minore della temperatura ambiente.

Raffreddamento

Il raffreddamento è possibile ad esempio con i sistemi seguenti:

- direttamente con aria
- circuito d'acqua con aria esterna (torri di raffreddamento aperte o chiuse)
- direttamente con acqua di fiume
- macchina frigorifera a compressione (eventualmente fonte di calore residuo per pompa di calore)
- macchina frigorifera ad assorbimento azionata dal calore

Macchina frigorifera a compressione (per le spiegazioni cfr. p. 4.2/8)



Macchina frigorifera ad assorbimento (per le spiegazioni cfr. p. 4.2/9)

I mezzi refrigeranti sono sostanze nelle quali si sfrutta l'assorbimento di calore per la produzione di freddo mediante evaporazione e l'emissione di calore durante la condensazione.

Mezzo refrigerante

Paragone tra diversi mezzi refrigeranti

Gruppo	Simbolo	Formula chimica	RGWP	RODP	Valore CMA
CFC	R 11	CFCl_3	1.0	1.0	1000
	R 12	CF_2Cl_2	3.0	1.0	1000
	R 500	26% R152a/74%R12	2.3	0.74	–
	R 502	48.8%R22/51.2%R12	2.7	0.33	–
H-CFC	R 22	CHF_2Cl	0.34	0.05	500
	R 123		0.02	0.018	100
H-FC	R 134 a	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$	0.28	0	–
	R 152 a	$\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$	0.03	0	–
	R 717	Ammoniaca	0	0	50
	R 270	C_3H_6 (ciclopropano)	–	–	–
	R 290	C_3H_8 (propano)	–	–	–

RGWP Relativ Global Warming Potential (riferito a R 11) = potenziale relativo effetto serra
 RODP Relative Ozone Depletion Potential (riferito a R 11) = potenziale relativo d'impoverimento dell'ozono
 CMA concentrazione massima sul posto di lavoro in ppm (> 8 h)
 CFC clorofluorocarburi (mezzi frigoriferi)
 H-CFC clorofluorocarburi alogenati
 H-FC fluorocarburi alogenati (mezzi refrigeranti)

A partire dal 1994 sono vietati i CFC, poiché distruggono fortemente la fascia d'ozono. Per il momento deve essere ancora permesso l'R 22.

Impiego dei mezzi refrigeranti utilizzati oggi e le loro possibili alternative

Impiego	Mezzi refrigeranti in uso oggi	Alternative possibili	
Freddo domestico	R 12	primario secondario	R 134 a R 512 a miscele
Freddo proveniente dall'artigianato	R 12, R 22, R 502	primario secondario	R 22 R 134 a, R 512 a miscele
Freddo industriale	NH_3 , R 22, R 13, R 12	primario secondario	NH_3 , R 22 R 134 a
Freddo di condizionamento	R 22, R 11, R 12	primario secondario	R 22 R 123, R 134 a
Pompe di calore	R 22, R 12, R 114, R 502	primario secondario	R 22 ($t_k < 60^\circ\text{C}$) R 134 a ($t_k < 80^\circ\text{C}$)

Fonte: Sulzer

Ulteriori informazioni:
 Ufficio federale dell'ambiente,
 delle foreste e del paesaggio
 (UFAFP)
 «Sostituzione dei CFC
 nell'industria»
 Collana ambiente, UFAFP,
 servizio documentazione,
 3003 Berna, 1990

Principi della tecnica di funzionamento ottimale sotto l'aspetto del rendimento energetico

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Coefficiente di rendimento | • Per il caso di applicazione corrispondente occorre sempre utilizzare il produttore con il miglior coefficiente di rendimento (COP Coefficient of Performance, rispettivamente EER, Energy Efficiency Ratio). |
| Differenza di temperatura | • Quanto minore è la differenza di temperatura tra evaporazione e condensazione, tanto migliore è il coefficiente di rendimento. |

• Un'equilibratura idraulica accurata ed un'ottimizzazione dell'esercizio sono i presupposti indispensabili per un esercizio efficiente sotto l'aspetto energetico.	Equilibratura idraulica
• Al momento del nuovo raffreddamento dell'acqua fredda il lavoro dei ventilatori, dipendente dall'umidità e dalla temperatura dell'aria esterna, deve essere limitato in modo ottimale dal profilo energetico.	Nuovo raffreddamento dell'acqua fredda
• Abbassamento della temperatura di condensazione mediante un'eliminazione tempestiva dell'aria e dei gas inerti nel circuito dei mezzi refrigeranti.	Temperatura di condensazione
• Miglioramento delle convezioni termiche naturali mediante una pulitura frequente ed accurata delle superfici degli scambiatori di calore ed evitando la formazione di mucillagine nell'acqua fredda.	Convezione termica naturale
• Regolazione accurata dei generatori di freddo per mantenere al livello minimo le deviazioni di regolazione e le oscillazioni.	Deviazioni di regolazione
• Eventuale modifica di grandi pompe e di ventilatori in vista di un azionamento a numero di giri variabile.	Azionamenti
• Verificare se il calore sottratto al sistema raffreddato può essere riutilizzato in altri processi (ad es. per la preparazione dell'acqua calda).	Utilizzazione del calore residuo

Bruciatori, caldaie

Tipi di bruciatori per combustibili solidi

- focolari a griglia
- focolari a polverino di carbone
- impianto di combustione a letto fluido

Combustibili solidi

Tipi di bruciatori per combustibili liquidi

- polverizzatori a pressione
- polverizzatori a rotazione
- polverizzatori ad iniezione
- bruciatori ad evaporazione

Combustibili liquidi

Tipi di bruciatori per combustibili gassosi

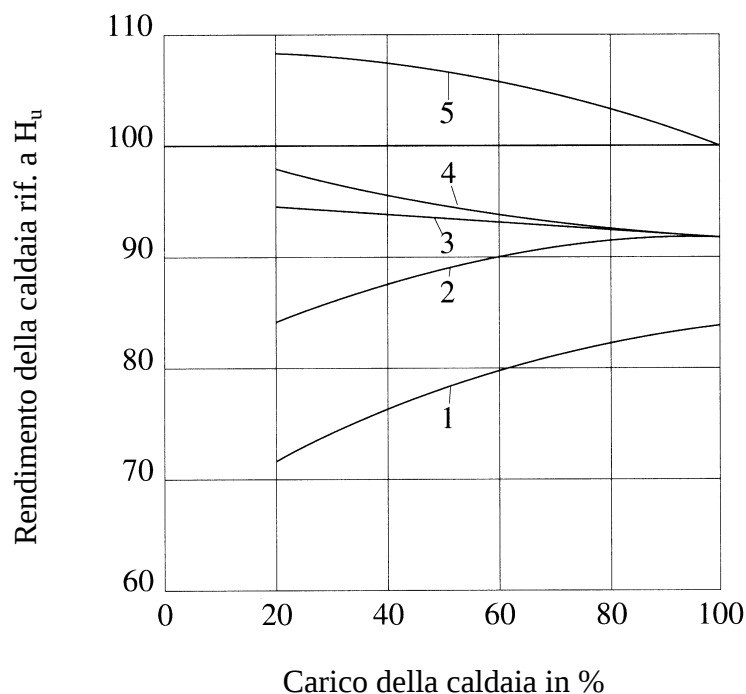
- bruciatori a bassa pressione (pressione 10-50 mbar)
- bruciatori ad alta pressione (pressione fino a 3 bar)
- bruciatori atmosferici
- bruciatori a premiscelazione

Combustibili gassosi

I bruciatori per combustibili liquidi e gassosi possono essere fatti funzionare mediante circolazione dei gas combusti (interna o esterna) per una tecnica di combustione Low-NOx (cfr. anche il capitolo «Ambiente»).

Low-NOx

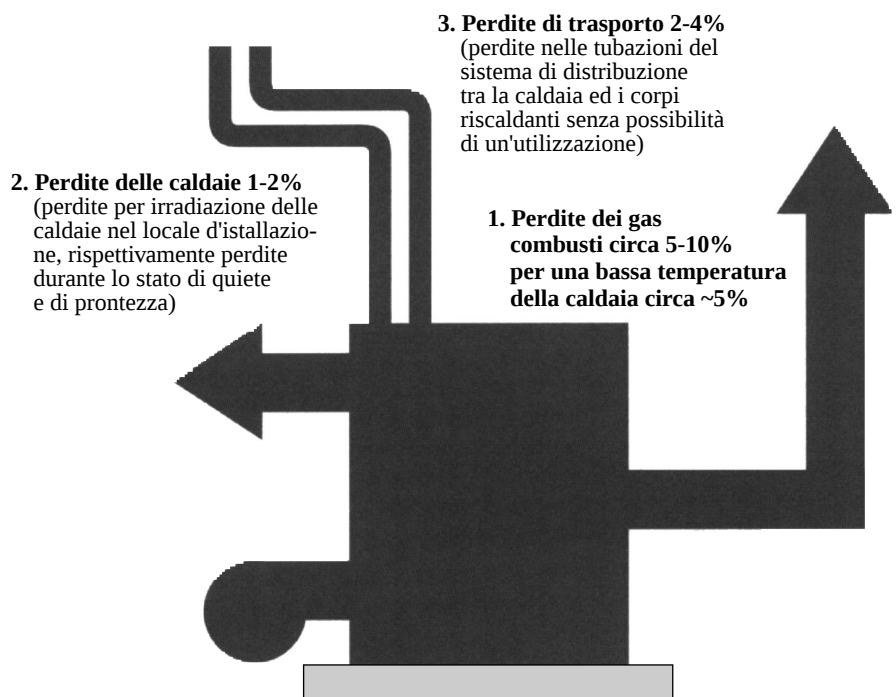
Grado di utilizzazione di diverse caldaie



- 1 vecchia caldaia (1967) per $\eta_K = 84\%$, temperatura dell'acqua della caldaia costante a circa 80°C , impianto di combustione inserito-disinserito
- 2 nuova caldaia (1988) per $\eta_K = 92\%$, temperatura dell'acqua della caldaia costante a circa 80°C , impianto di combustione inserito-disinserito
- 3 caldaia nuova a bassa temperatura, $\eta_K = 92\%$, temperatura dell'acqua della caldaia in funzione della temperatura esterna, impianto di combustione inserito-disinserito
- 4 caldaia nuova a bassa temperatura, $\eta_K = 92\%$, temperatura dell'acqua della caldaia in funzione della temperatura esterna, impianto di combustione ad inserimento variabile
- 5 nuova caldaia a potere calorifico superiore, $\eta_K = 99\%$, temperatura dell'acqua della caldaia in funzione della temperatura esterna, impianto di combustione ad inserimento variabile, sistema di riscaldamento totalmente adattato alla tecnica del potere calorifico

Osservazione:

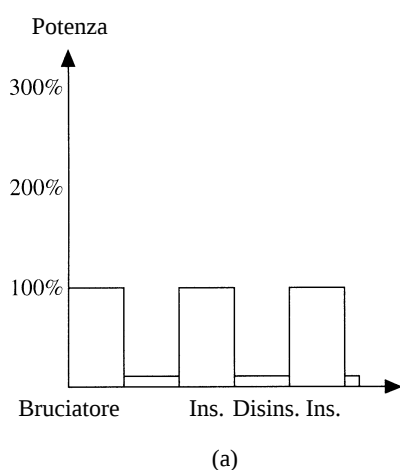
il rendimento si riferisce al potere calorifico inferiore; se viene sfruttata l'energia del vapore acqueo contenuto nei gas combusti, si possono ottenere rendimenti > 1 .

Perdite negli impianti di caldaie (lavori buoni di nuovi impianti)

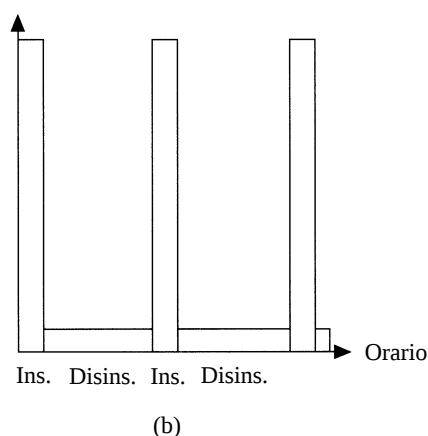
Il rendimento tecnico della combustione corrisponde alla differenza tra impiego d'energia e perdite dei gas combustibili.

Il carico massimo del bruciatore è costituito dal rapporto tra la durata di funzionamento del bruciatore e le ore totali d'inserimento dell'impianto di riscaldamento. Il loro valore è di solo circa 0.4, per la media del periodo di riscaldamento, anche nel caso di una generazione del calore ben calcolata con un bruciatore ad uno stadio. Ciò significa che durante il periodo di riscaldamento il bruciatore rimane fermo in media quasi il doppio di quanto funziona.

Carico massimo del bruciatore



a) carico del bruciatore 0.5



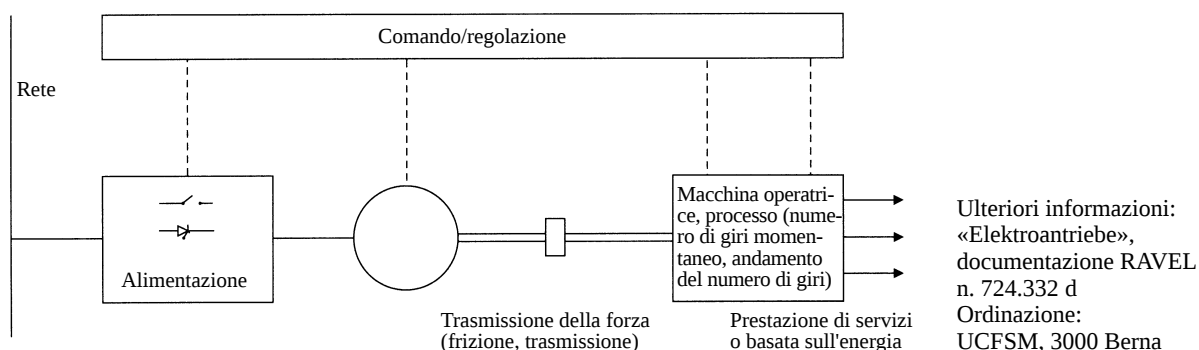
b) carico del bruciatore 0.17

**Durata di funzionamento del bruciatore
Orario d'inserimento**

Perdite dovute all'approntamento	Perdite dovute all'approntamento (durante gli orari di arresto) dei bruciatori, riferite al consumo globale di gasolio (buoni valori per impianti nuovi) • caldaia dimensionata correttamente 2-3% • caldaia dimensionata al doppio 4-8% • caldaia dimensionata al triplo 5-10%
Rendimento della caldaia	Il rendimento della caldaia viene normalmente indicato dal fornitore della stessa. Esso vale tuttavia soltanto per gli orari di funzionamento del bruciatore (di regola meno di 1/3 di tutto l'orario di funzionamento della caldaia durante il periodo di riscaldamento). Il rendimento della caldaia non può quindi essere utilizzato direttamente per calcolare i risparmi d'energia. È invece determinante il grado di utilizzazione annuale, ossia la quantità di combustibile utilizzata globalmente per il calore utilizzabile erogato.
Grado di utilizzazione annuale	Nelle caldaie moderne, costruite in modo convenzionale ed installate nelle case di abitazione senza riscaldamento dell'acqua potabile, il grado di utilizzazione annuale è di circa 80% e nel caso di grandi impianti anche leggermente superiore. Nel caso di caldaie moderne a bassa temperatura supera invece il 90%.

Azionamenti elettrici

Sistemi elettrici di azionamento



Rendimento dei sistemi di azionamento elettrico

$$\eta_{\text{totale}} = \eta_{\text{alimentazione}} \cdot \eta_{\text{motore}} \cdot \eta_{\text{trasmissione}} \cdot \eta_{\text{macchina operatrice}}$$

$$\begin{aligned} \eta_{Al} &= 90-98\% \\ \eta_M &= 30-98\% \\ \eta_{Tr} &= 60-98\% \\ \eta_{MO} &= 0-100\% \end{aligned} \quad \left(= \frac{P_{\text{mecch}}}{P_{\text{el}}} \right)$$

Esempio

Azionamento della ventilazione
 $\eta_{\text{tot}} = 0.95 \cdot 0.85 \cdot 0.9 \cdot 0.75 = 55\%$

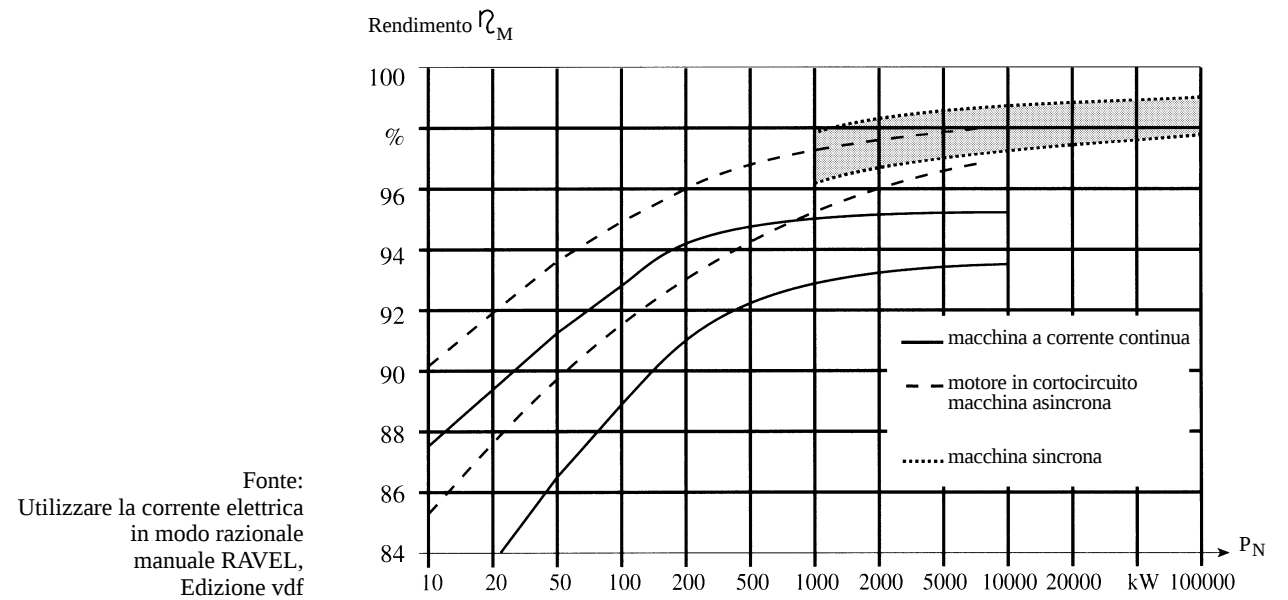
Ulteriori informazioni:
R. Reichert, SPF Zurigo,
«Elektrische Antriebe - Auslegung und Betriebsoptimierung», documentazione RAVEL n. 724.331 d
Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

Rendimenti dei motori elettrici

Tipo di motore	10-100 W	10-1000 W	10-10 kW	> 10 kW
Motore a poli spaccati	15-25%	—	—	—
Motore a collettore (motore universale)	25-40%	40-50%	—	—
Motore monofase	30-55%	55-72%	72-80%	—
Motore trifase Rotore a gabbia	—	70-80%	80-86%	84-98%
Motore trifase (motori elettronici)	70-80%	80-90%	88-92%	92-95%
Motore sincrono	—	—	—	96-98%
Motore a corrente continua	60-70%	70-80%	80-90%	90-95%
Motore a corrente continua MP *	75-80%	85-90%	90-93%	—

* MP = magneti permanenti

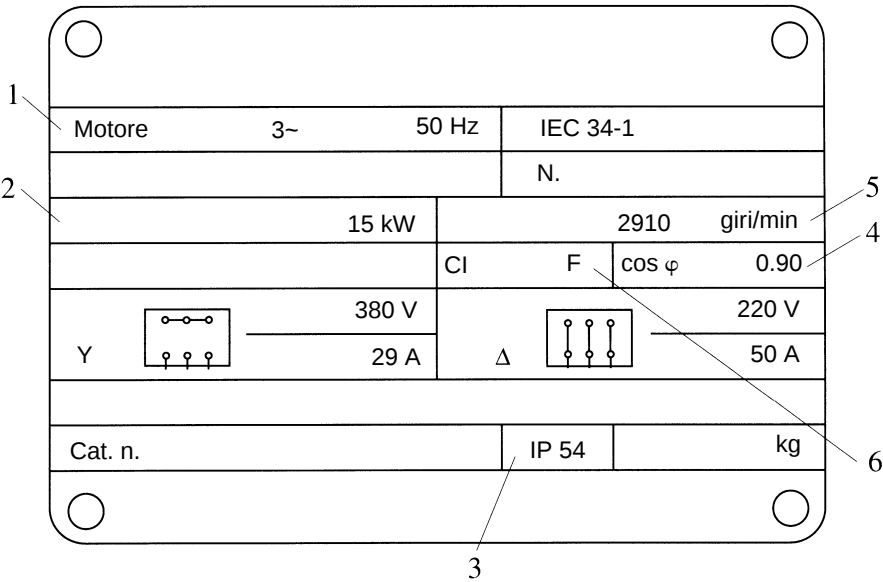
Andamento del rendimento di macchine elettriche con una potenza > 10 kW



Per ogni tipo d'impiego esistono diversi tipi di motore. Il rendimento dipende dal tipo di motore e dalle sue dimensioni.

Targhetta segnaletica Il tipo di motore, la tensione, la corrente assorbita, la frequenza, la potenza dell'albero, il tipo di protezione, il $\cos \varphi$, il numero di giri nominale e la classe del materiale isolante devono essere indicati sulla targhetta segnaletica.

Targhetta segnaletica: esempio di un motore di 15 kW (a due poli)



- 1. Motore a tre fasi per 50 Hz
- 2. Potenza nominale dell'albero

Il momento nominale M può essere calcolato come segue a partire dal numero di giri nominale n e dalla potenza meccanica P_{albero} :

Potenza meccanica

$$P_{\text{albero}} = M \cdot n / 9.55$$

$$M = P_{\text{albero}} \cdot 9.55 / n = 15000 \cdot 9.55 / 2910 = 49 \text{ Nm}$$

Il momento nominale può anche essere tratto dal catalogo.

3. Tipo di protezione secondo la norma «IEC 34-5»

Tipo di protezione

IP54: esecuzione impermeabile alla polvere e protetta dagli spruzzi d'acqua

IP55: esecuzione impermeabile alla polvere e protetta dai getti d'acqua

4. Il $\cos \varphi$ indica quale quota della corrente del motore (nel presente caso $9/10$) è efficace. È ora possibile calcolare la potenza elettrica nel caso di un carico nominale:

Potenza elettrica

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 29 \cdot 0.9 = 17170 \text{ W} = 17.17 \text{ kW}$$

Da 2. è nota la potenza nominale dell'albero (qui 15 kW) ed in seguito può essere determinato il rendimento del motore:

$$\eta \text{ (rendimento)} = \text{potenza (resa)} / \text{potenza (assorbita)}$$

$$= P_{\text{albero}} / P_{\text{elett.}} = 15 / 17.17 = 0.87$$

5. Il numero di giri nominale del motore vale per un motore caldo con tensione nominale, frequenza nominale e potenza nominale.

Numero di giri nominale

Nel caso di un numero di giri nominale di 2910 giri/min per una frequenza di 50 Hz si può concludere che si tratta di un motore a due poli. In tal caso il numero di giri sincrono è di 3000 giri/min. Lo slittamento è di $3000 - 2910 = 90$ giri/min, tipico con una tolleranza di $\pm 10\%$.

$$90 \pm 10\% = 90 \pm 9 \text{ giri/min}$$

Slittamento

$$\text{Lo slittamento relativo è quindi di } n_{\text{slitt.}}/n_{\text{sincron.}} = 90/3000 = 0.03 = 3\%$$

6. Classe d'isolamento

Classe d'isolamento

	Temperatura permanente massima	Sovratemperatura limite
	[°C]	[°K]
A	105	65
E	120	80
B	130	90
F	150	110
H	175	135

Osservazione: l'aumento massimo ammissibile della temperatura, per quanto concerne una temperatura ambiente di 40°C, è definito come sovratemperatura limite.

Elementi del motore elettrico

Statore Lo statore costituisce la parte fissa della macchina; quella rotante è costituita dal rotore. Come indotto viene definita tutta la struttura della macchina che produce energia. L'avvolgimento di campo, detto anche bobina di campo, genera il flusso magnetico.

Rotore

Indotto

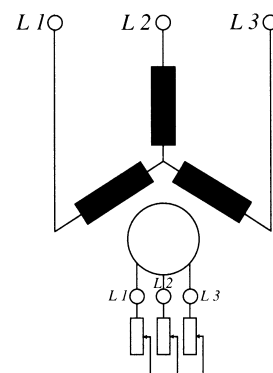
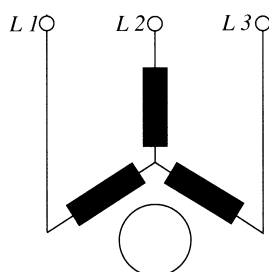
Macchina asincrona a corrente trifase La macchina asincrona a corrente trifase (detta anche motore ad induzione) è il motore elettrico utilizzato più sovente.

Realizzazioni

Rotore a gabbia
Rotore ad anello collettore

Rotore a gabbia

Il rotore ad anello collettore permette una riduzione della corrente del rotore, soprattutto per l'avviamento del motore



Nei motori asincroni il rotore è in ritardo rispetto al campo rotante dello statore e questa differenza relativa del numero di giri è detta slittamento s :

Slittamento
$$s = \frac{(n_s - n)}{n_s} \cdot 100 [\%]$$

n_s : numero di giri sincrono
 n : numero di giri sotto carico
 $s = 2-5\%$

Corrente del rotore Uno slittamento maggiore aumenta la tensione indotta e, di conseguenza, la corrente del rotore. Nel caso di uno slittamento maggiore il motore produce parimenti una coppia maggiore.

Le macchine asincrone e quelle sincrone hanno con la frequenza di rete f il loro settore d'esercizio nominale in prossimità del numero di giri sincrono n :

Numero di giri sincrono
$$n = 60 \cdot (f/p) [1/\text{min}]$$

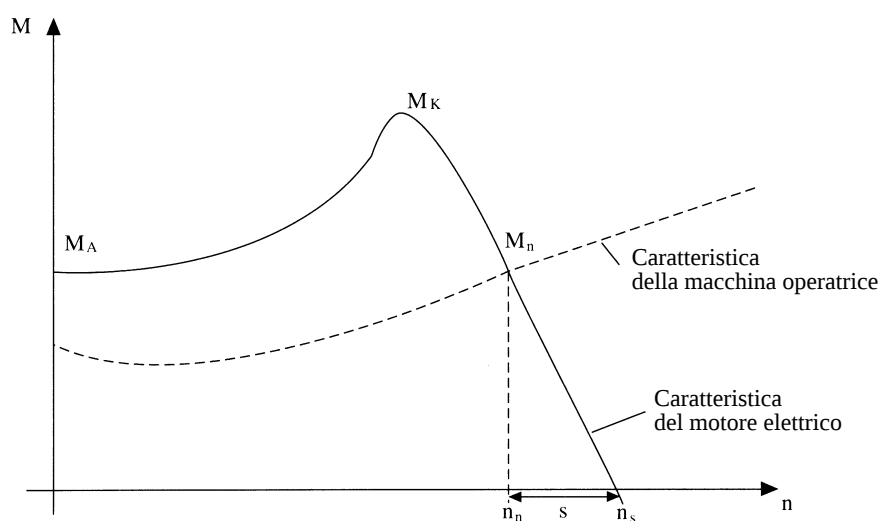
p : numero di paia di poli della macchina
 f : frequenza della rete (Hertz)

Numero dei poli	Numero di giri sincroni per un'alimentazione a 50 Hz
2	3000
4	1500
6	1000
8	750
12	500

La coppia di una macchina operatrice dovrebbe essere sempre minore della coppia del motore elettrico (soprattutto nel caso in cui il numero di giri = 0). La differenza tra la coppia della macchina operatrice e la coppia del motore elettrico costituisce una misura per l'accelerazione al momento dell'avviamento.

Coppie

Curve caratteristiche della coppia

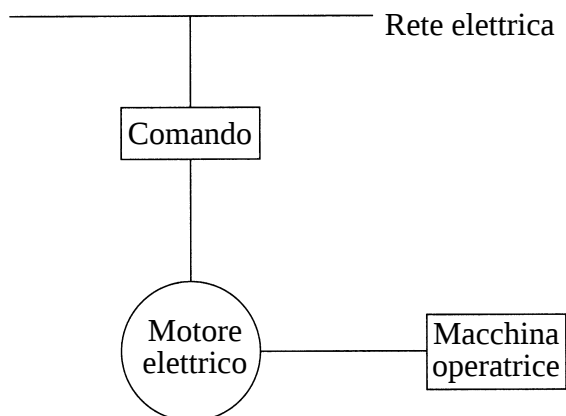


M_K : coppia di rovesciamento
 M_n : coppia nominale
 M_A : coppia di avviamento

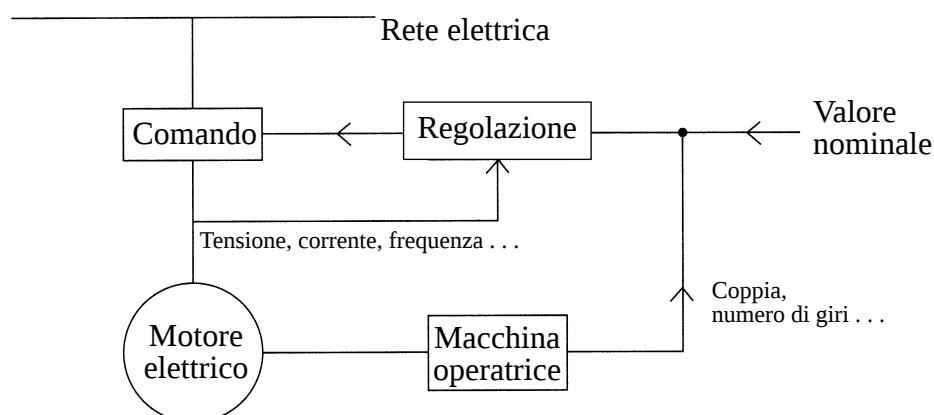
n_s : numero di giri sincrono
 n_n : numero di giri nominale
 s : slittamento

Comando del motore Un motore elettrico può essere comandato (azionamento comandato) oppure regolato. Per ulteriori informazioni cfr. capitolo 4.1/15 «Comando e regolazione».

Azionamento comandato Azionamento comandato

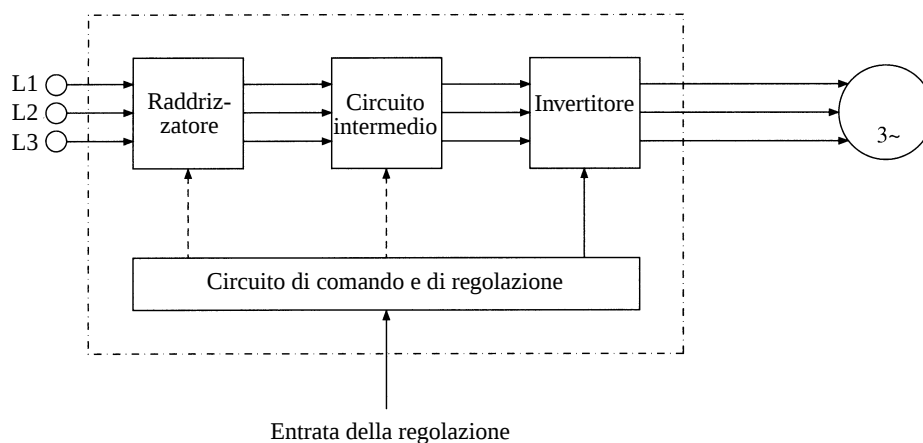


Azionamento regolato Azionamento regolato



Convertitore statico di frequenza Con i convertitori statici di frequenza utilizzati come moduli di comando dell'azionamento, il numero di giri viene comandato modificando la frequenza di alimentazione. Essi sono adatti soprattutto per i motori asincroni. I convertitori statici di frequenza ed i motori devono essere progettati sotto forma di sistema globale.

Schema di principio di un convertitore statico di frequenza con circuito intermedio



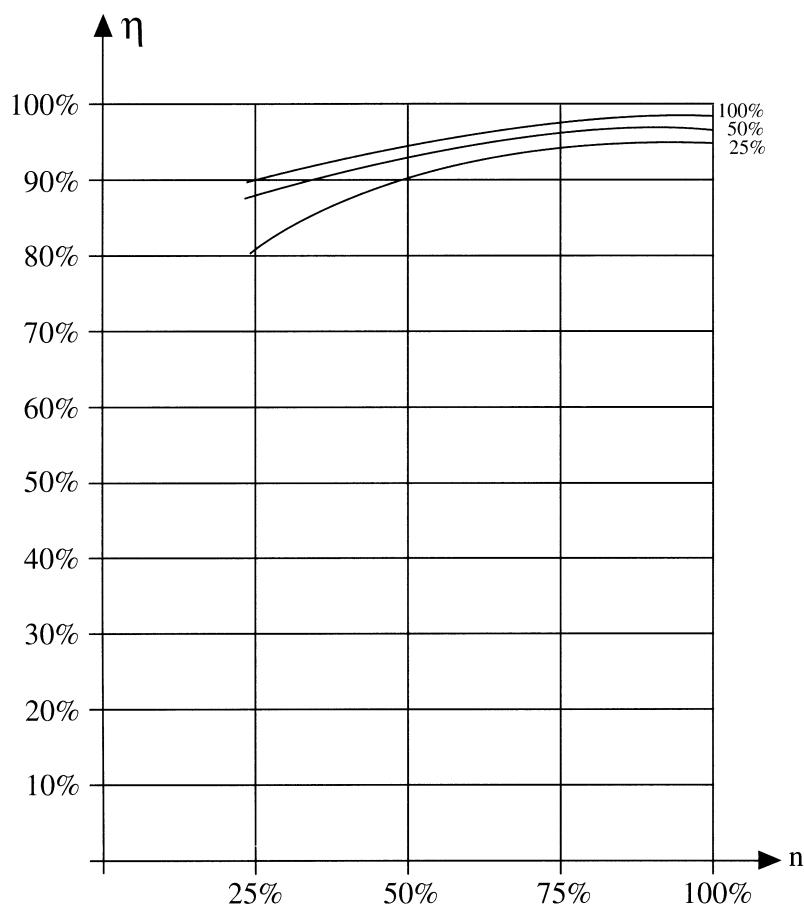
$$\eta_{\text{totale}} = \eta_{\text{FU}} \cdot \eta_{\text{M}}$$

Rendimento

η_{FU} : rendimento del convertitore statico di frequenza

η_{M} : rendimento del motore (è minore che non con il convertitore statico di frequenza inserito a monte; motivo: armoniche)

Rendimento di un convertitore statico di frequenza a dipendenza dai giri del motore a 100, 50 e 25% di carico



η : rendimento

n : numero di giri del motore

Sistema di azionamento

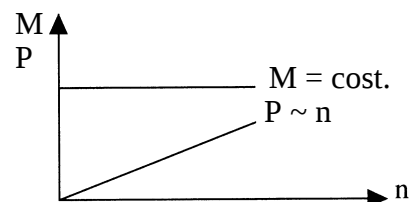
Il principio fondamentale di una progettazione efficiente sotto l'aspetto energetico è il seguente: analizzare ed ottimizzare sempre il sistema globale e non soltanto il motore elettrico! In tal caso occorre rispettare le priorità seguenti:

1. adeguare la durata dell'esercizio al fabbisogno (evitare il funzionamento a vuoto)
2. ridurre a quanto è strettamente necessario sul piano pratico le prestazioni fisiche (portata, pressione, velocità, numero di giri...)
3. migliorare il rendimento dei componenti
4. migliorare il processo di lavoro sotto l'aspetto energetico.

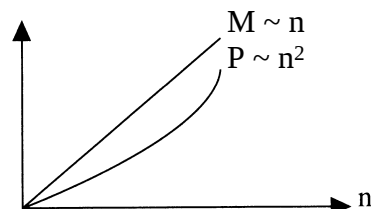
Una coppia determinata M [Nm] deve poter essere prodotta ad un numero determinato di giri n [min^{-1}]. La potenza P viene calcolata in seguito secondo la formula seguente

Potenza $P = 2\pi \cdot M \cdot n/60$ [W]

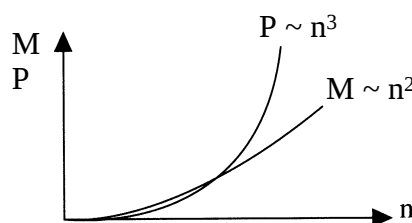
Ogni azionamento elettrico deve azionare un carico ben determinato (macchina operatrice) con una determinata e caratteristica coppia del carico M quale funzione del numero di giri n . La maggior parte degli azionamenti possono essere suddivisi nei seguenti quattro casi tipici di applicazione:



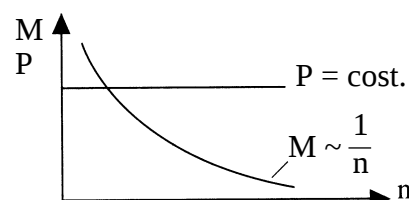
Nastri trasportatori, elevatori, gru, ascensori, macchine utensili



Freni elettrodinamici



Pompe, ventilatori, veicoli che si spostano rapidamente, applicazioni nelle quali occorre vincere la resistenza dell'aria o dei liquidi



Torni ed avvolgitrici

Per la scelta di un motore elettrico oltre alla potenza ed alla coppia è importante anche il tipo di servizio. Il motore, ad esempio, dopo un carico breve si riscalda meno che non con un carico permanente e può, di conseguenza, essere dimensionato in modo minore. Per ogni tipo di sollecitazione vengono definiti diversi tipi di servizio nominali:

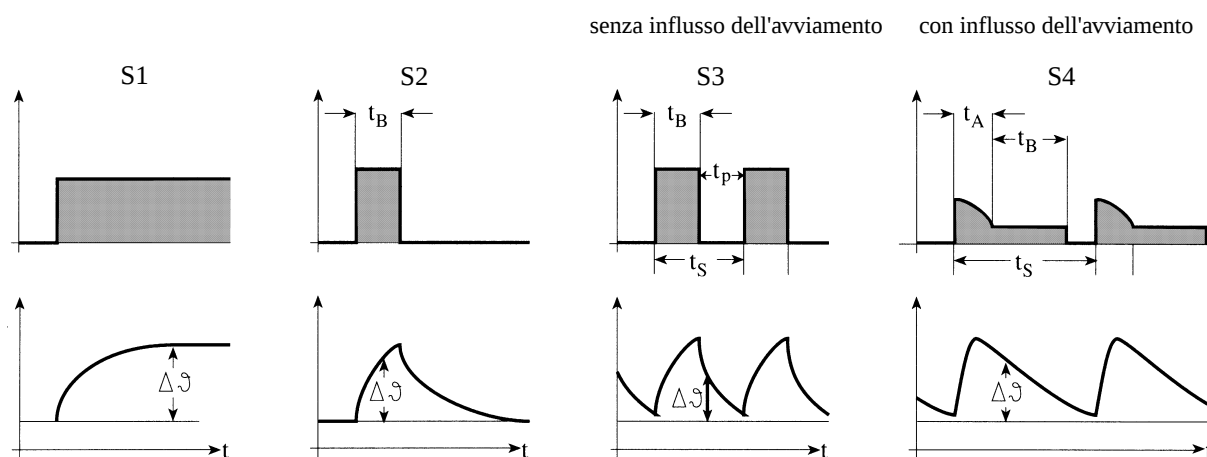
Tipi di servizio

- S1 = servizio continuo
 S2 = servizio di breve durata
 S3, S4, S5 = servizio intermittente
 S6 = servizio continuo con servizio intermittente

servizio continuo

servizio di breve durata

servizio intermittente



- θ = temperatura delle macchine
 P_v = dissipazione
 t_s = durata del ciclo
 t_B = durata del carico
 t_p = durata delle pause
 T_A = tempo di avviamento

Rapporto d'inserzione ED [%]:

$$ED = \frac{1}{T} \cdot 100$$

**Rapporto
d'inserzione**

Conversione delle potenze di sovraccarico ammissibili (valori indicativi) per diversi tipi di servizio:

$$P_1^2 \cdot ED_1 = P_2^2 \cdot ED_2$$

**Potenza
di sovraccarico**

- Azionamento a gruppi** Nel caso dell'azionamento a gruppi un motore elettrico aziona parecchie macchine operatrici mediante meccanismi di trasmissione. Ciò può essere più efficiente sul piano energetico poiché il rendimento di un motore aumenta con l'aumento della potenza. In contrasto con questo principio gli azionamenti singoli presentano tuttavia vantaggi nel caso di un esercizio dinamico.
- Trasmissioni** Nel caso di valori di funzionamento inferiori a 500 min^{-1} devono essere utilizzati meccanismi di trasmissione. I meccanismi di trasmissione ad uno stadio raggiungono rendimenti di circa 98%.

Rendimenti di trasmissioni a parecchi stadi

Tipo di trasmissione	Rendimento	Osservazione
Trasmissione diretta	99%	
Meccanismi di trasmissione		
– trasmissione a ruota dentata cilindrica	94%-97%	a 3 stadi (1-2% di perdite per stadio)
– trasmissione a ruota conica	94%-97%	a 3 stadi (1-2% di perdite per stadio)
– ingranaggi a vite	30%-90%	a dipendenza dal rapporto di trasmissione (240:1–9:1)
Cinghie		
– cinghia trapezoidale	88%-93%	
– nastri di materiale sintetico	81%-85%	
– elastici	81%-85%	
– cinghie piane sottili	97%-99%	
– cinghie dentate	97%-99%	
Catene	90%-96%	
Fune metallica	91%-95%	

Pompe

In una pompa centrifuga un girante che ruota aumenta la pressione dal lato dell'uscita e fa quindi scorrere il mezzo da trasportare.

Pompa centrifuga

Nelle pompe a pistone (pompe volumetriche) il movimento di un pistone aspira il mezzo da trasportare e lo espelle durante un secondo ciclo di lavorazione.

Pompa a pistone

Nel tipo di pompa con funzionamento ad umido si utilizzano i cosiddetti motori a traferro tubolare passante. In questi motori asincroni speciali il traferro tubolare passante separa meccanicamente lo statore dal rotore. Il traferro tubolare passante ed il liquido tra lo statore ed il rotore diminuiscono ulteriormente il rendimento di questi motori. In una piccola gamma di potenza vengono utilizzati quali motori delle pompe i motori trifase asincroni (3 x 400 V) oppure i motori monofase a condensatore (1 x 230 V).

**Pompa con
funzionamento
ad umido
Motore a traferro
tubolare passante**

Nelle pompe con funzionamento a secco si utilizzano quali motori di azionamento i motori trifase convenzionali. Le pompe con funzionamento a secco vengono utilizzate soprattutto per potenze di raccordo superiori a 200 W. Per potenze maggiori (pompe a zoccolo) il motore può essere scelto liberamente.

**Pompa con
funzionamento a secco**

Le resistenze fluidodinamiche determinano fortemente il fabbisogno di energia per le pompe. È possibile diminuire le perdite utilizzando sezioni dei tubi sufficientemente grandi.

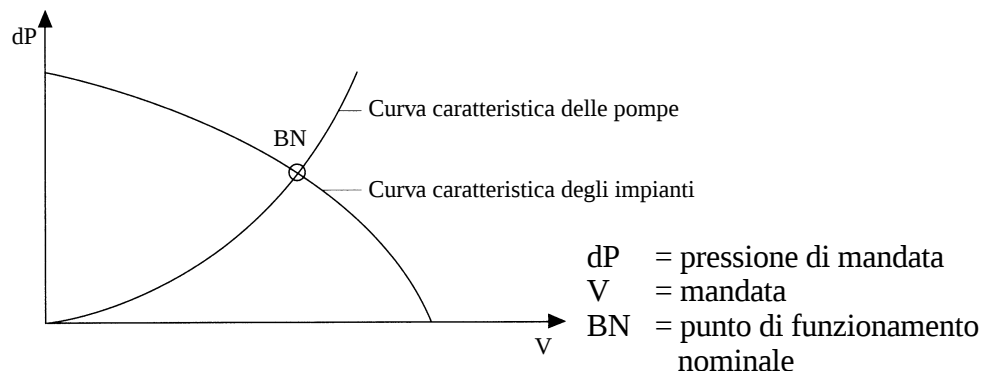
**Resistenza
fluidodinamica**

Nella scelta di una pompa si procede come segue: dapprima si stabilisce la caratteristica della rete di tubazioni di un impianto con le grandezze che determinano la produzione, ossia la portata e la valenza; questa curva caratteristica viene tagliata nel settore in cui s'intersecano il rendimento massimo della pompa e la caratteristica della pompa. Il punto d'intersezione di ambedue le curve caratteristiche determina il punto di funzionamento della pompa.

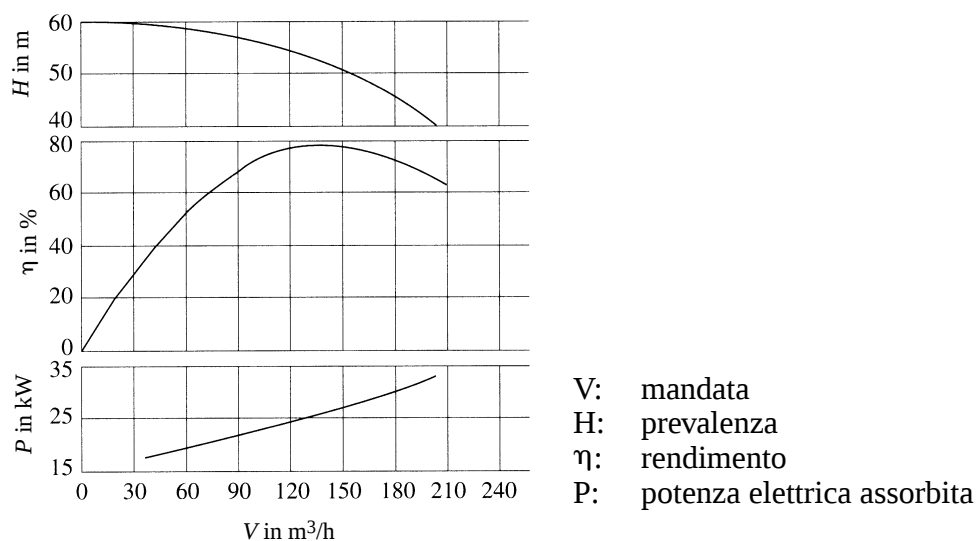
Scelta delle pompe

Ulteriori informazioni:
Pompe di circolazione,
dimensionamento ed
ottimizzazione dell'impianto,
documentazione RAVEL
n. 724.330 i
Ordinazione: UCFSM,
3000 Berna

Punto di funzionamento Punto di funzionamento = punto d'intersezione della curva caratteristica degli impianti e di quella delle pompe



Prevalenza H , rendimento η e potenza elettrica assorbita P di una pompa per un regime di 1450 giri/min



Rendimento

Rendimento $\eta = \frac{\text{potenza utile}}{\text{potenza elettrica assorbita}}$

Potenza utile = prevalenza • mandata

Sistemi di circolazione chiusi

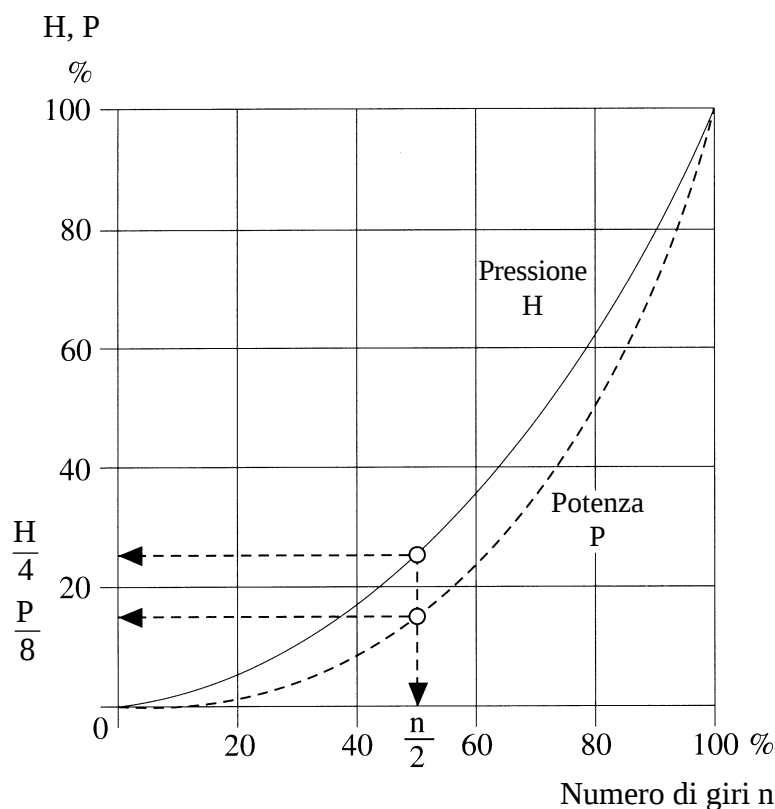
Per i sistemi di circolazione chiusi vale:

- la mandata cambia in modo proporzionale al regime.
- La pressione di mandata cambia proporzionalmente al quadrato del regime.
- La potenza elettrica necessaria cambia proporzionalmente al cubo del regime.

Esempio

Raddoppiando la mandata la potenza motrice aumenta di otto volte.

Dipendenza della prevalenza H e della potenza motrice P dal numero di giri n nelle pompe centrifughe



Fonte:
Bollettino ASE/UCS 4/1987

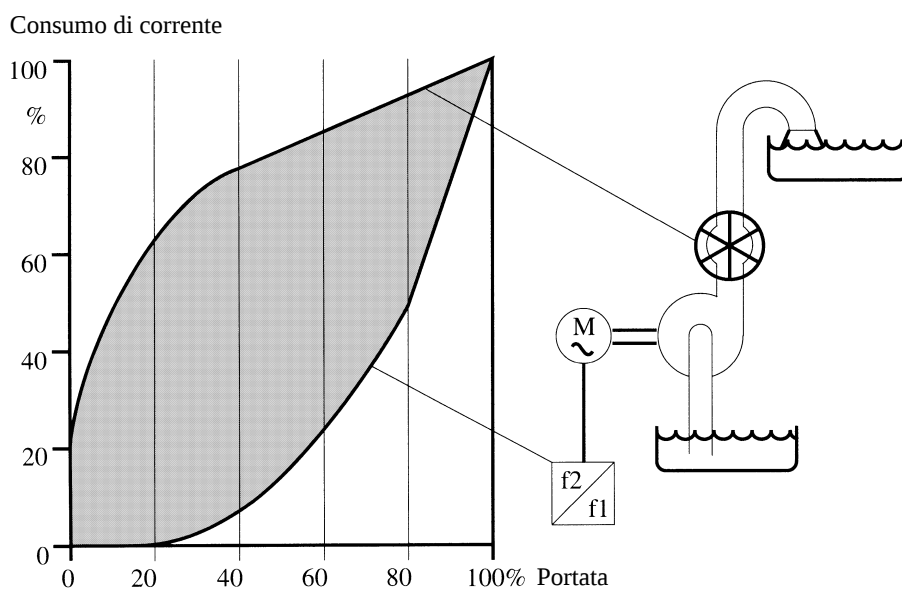
La portata può essere comandata in diversi modi:

- valvola a farfalla
- superamento della pompa mediante bypass
- regolazione del momento cinetico
- regolazione del numero di giri del motore

Portata

Esempio:

consumo di corrente di una pompa centrifuga a dipendenza dalla portata, regolando la stessa mediante una valvola a farfalla (curva superiore) e mediante la variazione del numero di giri (curva inferiore).

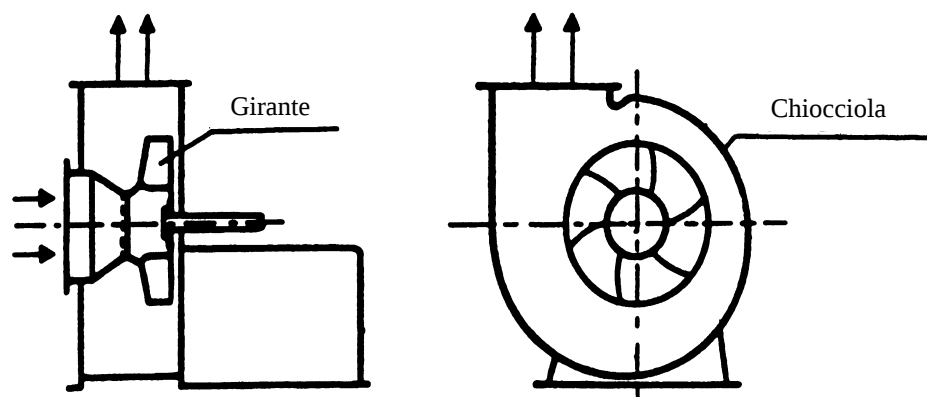


Fonte:
Utilizzare la corrente elettrica
in modo razionale,
manuale RAVEL,
vdf-Verlag

Ventilatori

Il ventilatore radiale risucchia l'aria in modo assiale e la convoglia radialmente. Il dispositivo di guida è costituito dalla chiocciola.

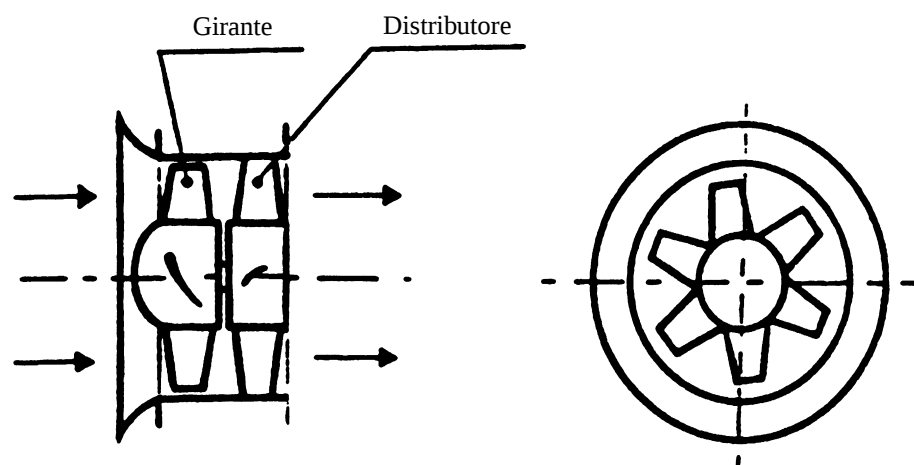
Ventilatore radiale



Fonte ed informazioni ulteriori:
Tecnica di ventilazione -
Conoscenze attuali dalla teoria
e dalla prassi

Il ventilatore assiale risucchia l'aria in modo assiale e la convoglia nello stesso modo. Nelle esecuzioni migliori e di maggior potenza il momento cinetico di uscita del girante viene assorbito da un distributore fisso munito di pale.

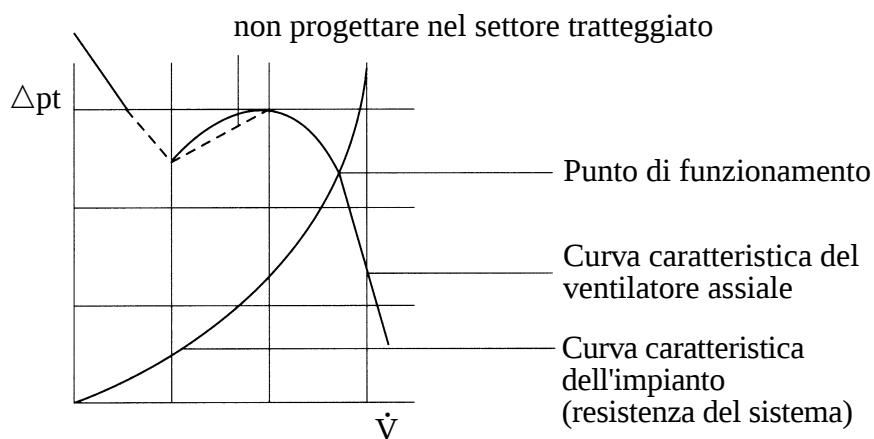
Ventilatore assiale



La potenza del ventilatore viene determinata dalla quantità di aria o di gas e dalla differenza di pressione.

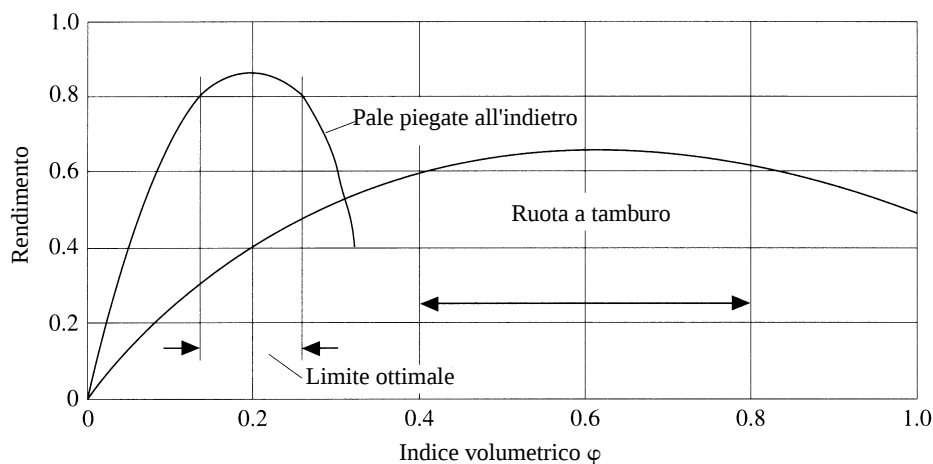
Potenza del ventilatore

Curva della pressione e curva del volume



$\dot{V}$: quantità di gas trasportata per unità di tempo
 Δp_t : differenza di pressione

Sezione del canale Per una data portata la sezione del canale ha un effetto nettamente proporzionale sulla perdita di pressione e, di conseguenza, ancora maggiore sulla potenza motrice: un diametro maggiore del 10% causa ad esempio il 38% in meno di perdita di pressione e, in questo modo, oltre il 60% in meno di potenza motrice!

Andamento del rendimento nei ventilatori radiali

$$\varphi = \frac{\dot{V}}{A \cdot u}$$

Indice volumetrico

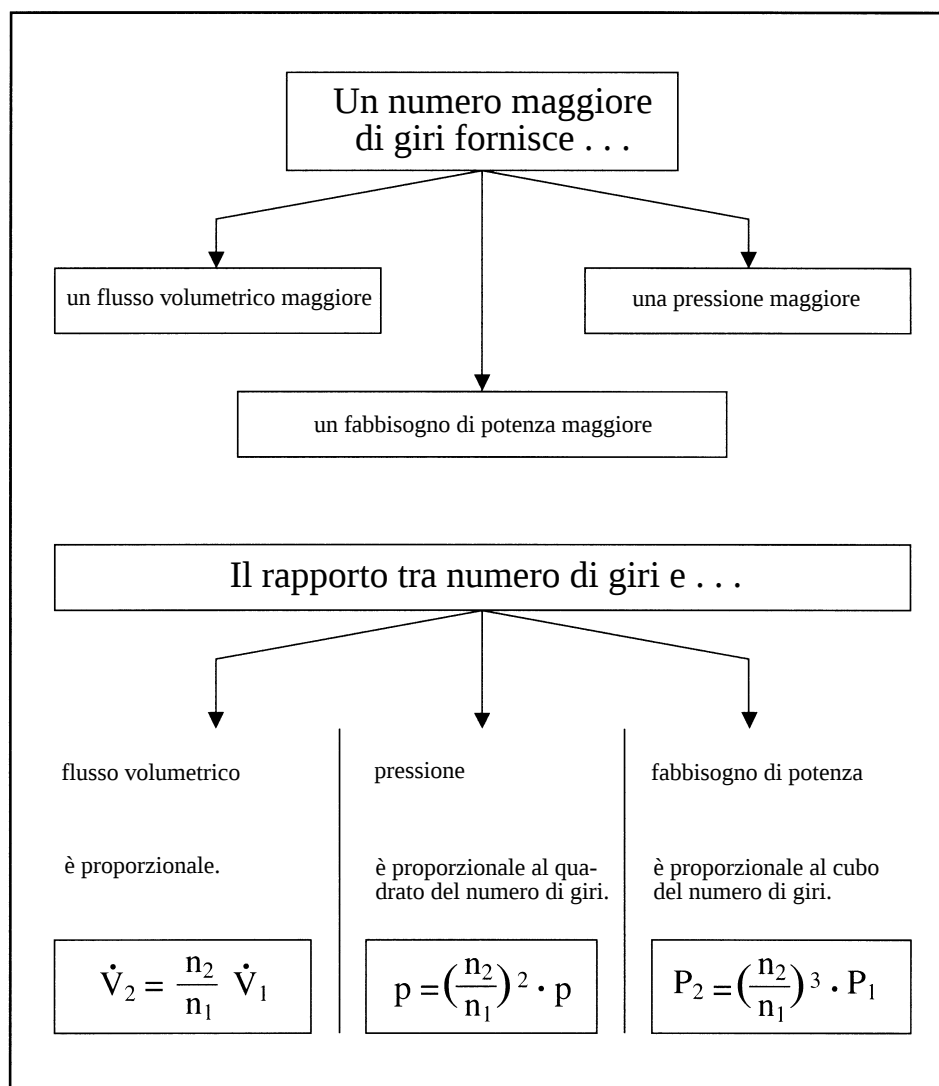
φ : indice volumetrico
 $\dot{V}$: flusso volumetrico in m³/s
 A : superficie in m² del diametro esterno del girante
 u : velocità periferica del girante in m/s

Per un funzionamento ottimale sotto l'aspetto energetico occorre tener conto dei punti seguenti (ordinati secondo priorità):

1. adeguamento delle ore di funzionamento al tempo effettivo di utilizzazione
2. riduzione del flusso volumetrico dell'aria
3. riduzione della perdita di pressione nei canali di ventilazione
4. aumento del rendimento dei componenti

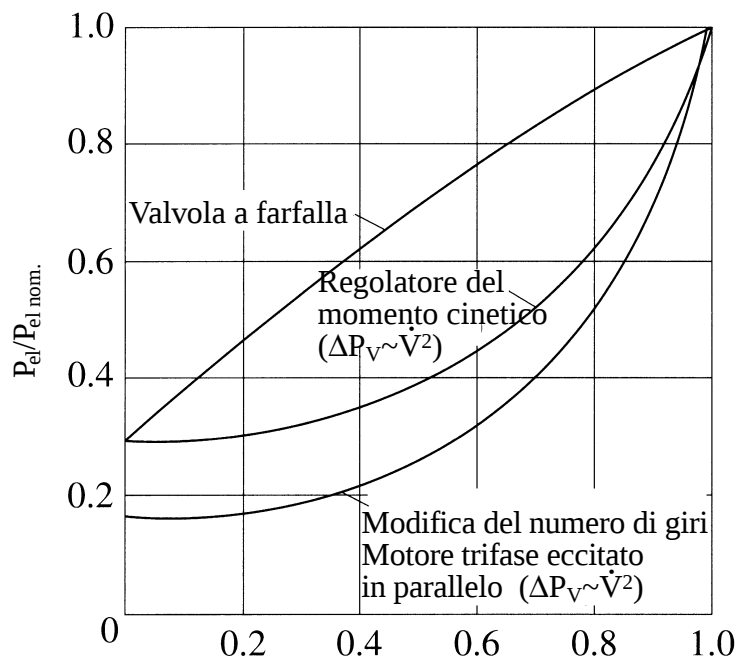
Funzionamento ottimale sotto l'aspetto energetico

Dipendenza del flusso volumetrico, della pressione e del fabbisogno di potenza elettrica dal numero di giri



La portata può essere comandata in diversi modi:

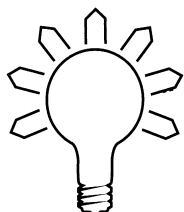
- valvole a farfalla
- modifica del momento cinetico del ventilatore (regolare le pale)
- modifica del numero di giri del ventilatore

Potenza elettrica assorbita dai diversi tipi di comando della portata

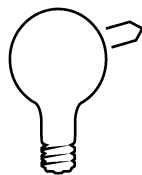
Informazioni ulteriori:
Energie -effiziente
lüftungstechnische Anlagen in
der Haustechnik,
documentazione RAVEL,
n. 724.307
Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

Illuminazione

Concetti fondamentali:

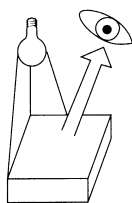


flusso luminoso utile totale
di una sorgente luminosa
[lumen]
[lm]



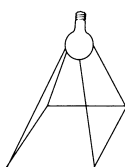
radianza luminosa in una
direzione determinata
[candela]
[cd]

intensità lum. (ϕ/sr ; sr: steradiante
[unità dell'angolo solido])



intensità luminosa riflessa,
riferita alla superficie da illuminare
[candela/m²]
[cd/m²]

illuminamento (E)



incidenza di un flusso luminoso
su una superficie illuminata
[lux = lumen/m²]
[lx]

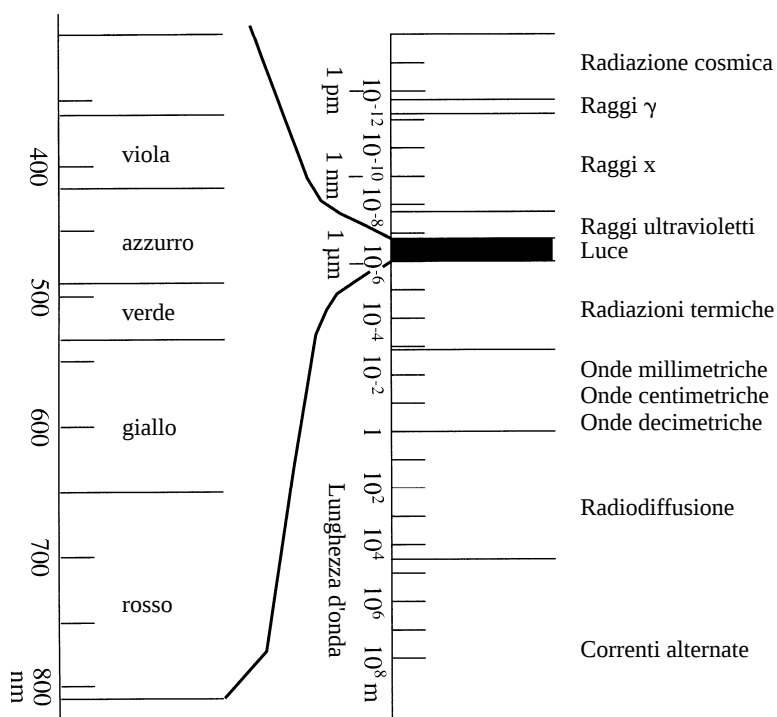
Flusso luminoso
Luminanza

Intensità luminosa
Illuminamento

L'efficienza luminosa indica il flusso luminoso utile di una sorgente luminosa per potenza elettrica assorbita [lm/W].

Efficienza luminosa

Lunghezza d'onda e colore della luce



Illuminamento nominale per diversi tipi di attività

Tipo di locale/ tipo di attività	Illuminamento nominale in lx	Colore della luce	Capacità di resa del colore: grado	Classe di qualità del limite di abbagliamento
Vie di transito negli edifici				
per persone	50		3	3
per persone e veicoli	100		3	3
scale, scale mobili, rampe di carico	100	lc, ln	3	2
impianti di trasporto automatici, nastri trasportatori nell'ambito di linee di comunicazione	100		3	3
Uffici con posti di lavoro				
solo nelle immediate vicinanze delle finestre	300		2	1
uffici	500		2	1
uffici di grandi dimensioni – riflessione elevata	750		2	1
– riflessione media	1000		2	1
disegno tecnico	750	lc, ln	2	1
sale conferenze e sale di riunione	300		2	1
locali per l'elaborazione dei dati	500		2	1
locali accessibili al pubblico	200		2	1
Industria chimica, merci di materiale sintetico e di gomma				
impianti per la tecnologia dei procedimenti industriali con comando a distanza	50		3	3
tecnologia dei procedimenti industriali con interventi manuali occasionali	100		3	3
posti di lavoro occupati in continuazione in impianti per la tecnologia dei procedimenti industriali	200	lc, ln	3	3
posti di misurazione, piattaforme di comando, laboratori	300		2	2
lavori con maggior impiego della capacità visiva	500		2	1
prova dei colori	1000	ln, lg	1	1
Ferriere, acciaierie, laminatoi, grandi fonderie				
impianti di produzione senza interventi manuali	50		3	3
impianti di produzione con interventi occasionali	100		3	3
posti di lavoro occupati in continuazione negli impianti di produzione	200		3	3
posti di verifica e di controllo	500	lc, ln, lg	2	1
Lavorazione e trasformazione dei metalli				
fucinatura libera di piccoli elementi	200		3	2
lavori grezzi e medi con macchine utensili quali tornitura, fresatura, piallatura (tolleranza ammessa > 0.1 mm)	300		3	2
saldatura				
lavori fini con macchine utensili (tolleranza ammessa < 0.1 mm)	500	lc, ln	3	1
posti di tracciatura, posti di controllo e posti di misurazione	750		3	1
laminatoi a freddo	200		3	3
trafilerie, trafilerie di tubi, produzione di profilati a freddo	300		3	2
lavorazione di lamiere pesanti (> 5 mm)	200		3	2
lavorazione di lamiere leggere (< 5 mm)	300		3	2
produzione di utensili a mano e coltelleria	500		3	1
montaggio grezzo	200		3	2
montaggio medio-fine	300		3	1
montaggio fine	500		3	1
preparazione delle terre da fonderia	200	lc, ln	3	3
sbavature a cubilotti, miscelatori, capannoni colate, posti di distaffatura, formatura meccanica	200		3	2
formatura a mano, formatura di anime	300		3	2
costruzione di modelli	500		3	1
galvanizzazione	300		3	2
stuccatura, verniciatura	300		3	1
fabbricazione di utensili, di calibri e di dispositivi, meccanica fine, montaggio finissimo	1000		3	1

Tipo di locale / tipo di attività	Illuminamento nominale in lx	Colore della luce	Capacità di resa del colore: grado	Classe di qualità del limite di abbagliamento
Carrozzeria (carrozzeria portante)				
Lavorazione delle superfici in carrozzeria	500	lc, ln, lg	3	2
Cabina di spruzzatura per vernici	750		3	–
Spazi per la smerigliatura della vernice	750		3	1
Lavoro successivo di verniciatura	1000		3	1
Ispezione	750		3	1

Spiegazioni:

lc: luce calda

ln: luce neutra

lg: luce giorno

Fonte:

Elektrotechnik n. 12-1987

Capacità di resa del colore di una sorgente luminosa

Nella norma DIN 5035 sono definite quattro classi di qualità del limite di abbagliamento.

Classe A	esigenze molto elevate
Classe 1	esigenze elevate
Classe 2	esigenze medie
Classe 3	esigenze minime

Limite di abbagliamento

Le capacità di resa del colore di una sorgente luminosa devono fornire informazioni sull'«esattezza» con cui un pigmento appare all'osservatore qualora venga illuminato dalla stessa sorgente luminosa. Le capacità di resa del colore vengono suddivise in diversi gradi: quanto più elevato è il grado, tanto maggiori sono le differenze di colore al momento dell'illuminazione con un tipo di luce ben determinato.

Pigmento

Ulteriori informazioni sulla definizione di abbagliamento e di resa del colore si trovano nel «Handbuch für Beleuchtung».

Ulteriori informazioni:
«Handbuch für Beleuchtung»
(esistente solo in lingua tedesca) edito da
SLG, Associazione svizzera d'illuminazione,
Postgasse 17, 3011 Berna
tel. 031 / 312 22 51
fax 031 / 312 12 50

Manuale RAVEL
«Beleuchtung»,
N. ordinazione 724.329.0 d

Dati concernenti le lampade per impianti d'illuminazione industriali ed artigianali

Caratteristiche	Lampade alogene ad incandescenza	Lampada fluorescente LD	Lampada fluorescente compatta	Lampada a vapori di mercurio ad alta pressione	Lampada alogena a vapori metallici	Lampada a vapori di sodio a bassa pressione	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione
Flusso luminoso (lm)	da 10 000 fino a 45 000	da 150 fino a 5000	da 400 fino a 2900	da 2000 fino a 130 000	da 30 000 fino a 190 000	da 4650 fino a 32 000	da 10 000 fino a 130 000
Efficienza luminosa (lm/W)							
(compresi gli stabilizzatori)	22	da 40 fino a 100	da 40 fino a 80	da 34 fino a 63	da 75 fino a 95	da 85 fino a 145	da 80 fino a 130
Potenze (W)	da 500 fino a 2000	da 18 fino a 58	da 7 fino a 36	da 50 fino a 2000	da 400 fino a 2000	da 18 fino a 180	da 100 fino a 1000
Colore della luce	lc	lc, ln, lg	lc, ln, lg	ln, lg	lg	lc	lc
Grado di resa del colore	1	1,2,3	1	4,4	1,2	4	4
Durata di vita utile (h)	da 1000 fino a 2000	7500	6000	6000	da 2000 fino a 6000	6000	6000
Stabilizzatori	nessuno	induttore	induttore	induttore	induttore	trasformatore a dispersione	induttore
		SE	SE				
Dispositivo di accensione	nessuno	starter	starter	nessuno	dispositivo d'accensione	nessuno	dispositivo d'accensione
Tempo di avviamento (min)	nessuno	nessuno	< 1	3	3	10	5
Tempo di riaccensione (min)	subito	subito	subito	5	10	2	< 1

Fonte: Elektrotechnik n. 12-1987

Ulteriori informazioni:
«Handbuch für Beleuchtung»
(esistente solo in lingua tedesca)
edito da
SLG, Associazione svizzera
d'illuminazione,
Postgasse 17, 3011 Berna
tel. 031 / 312 22 51
fax 031 / 312 12 50

Manuale RAVEL
«Beleuchtung»,
N. ordinazione 724.329.0 d

Spiegazioni:

lc: luce calda

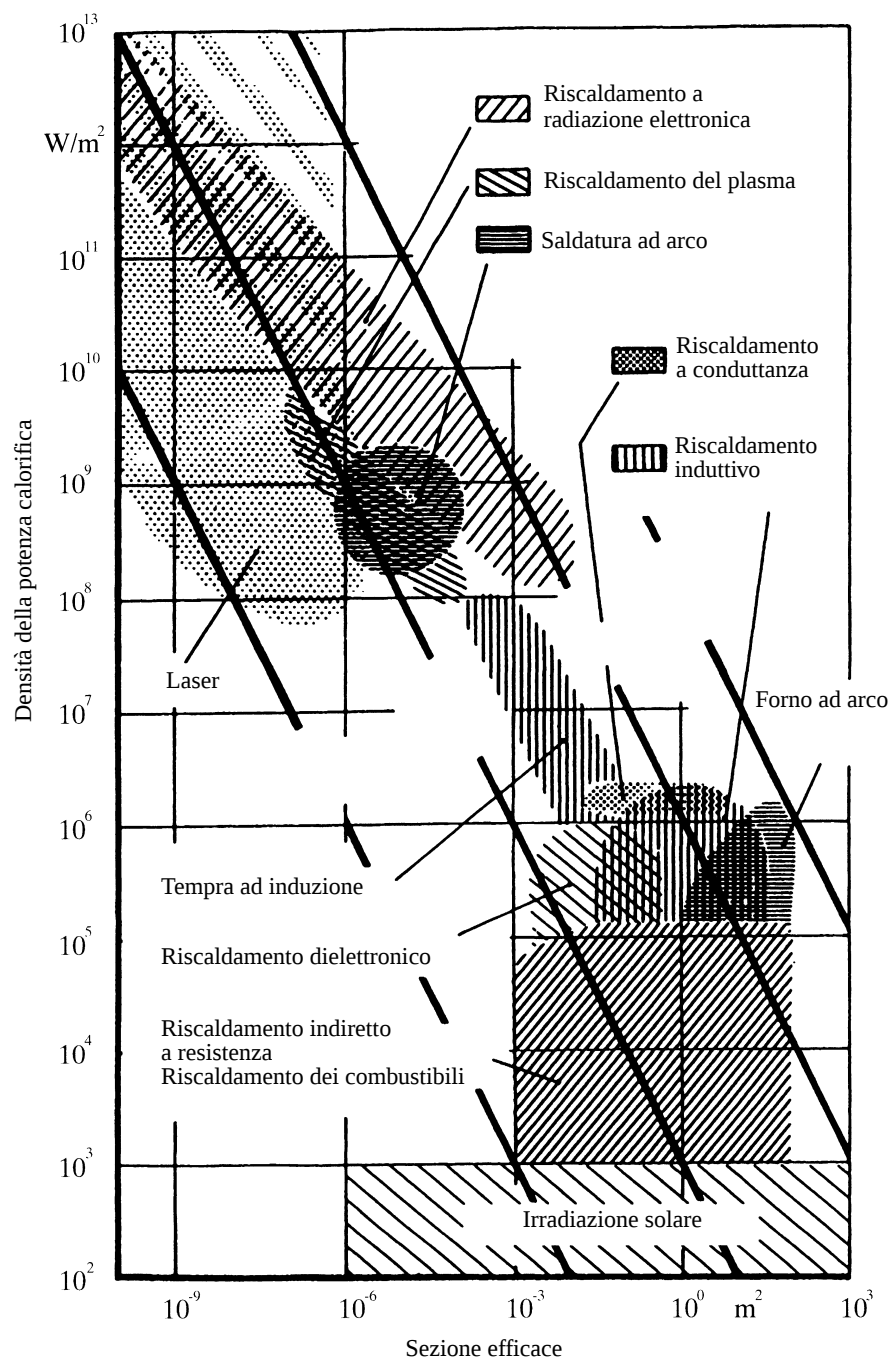
ln: luce neutra

lg: luce giorno

SE: stabilizzatore elettronico

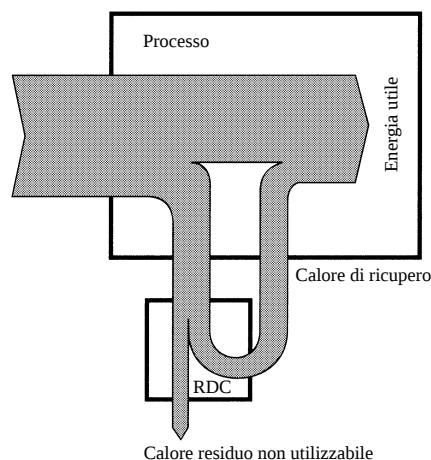
Calore di processo

Densità della potenza calorifica e sezioni efficaci di diversi tipi di riscaldamento



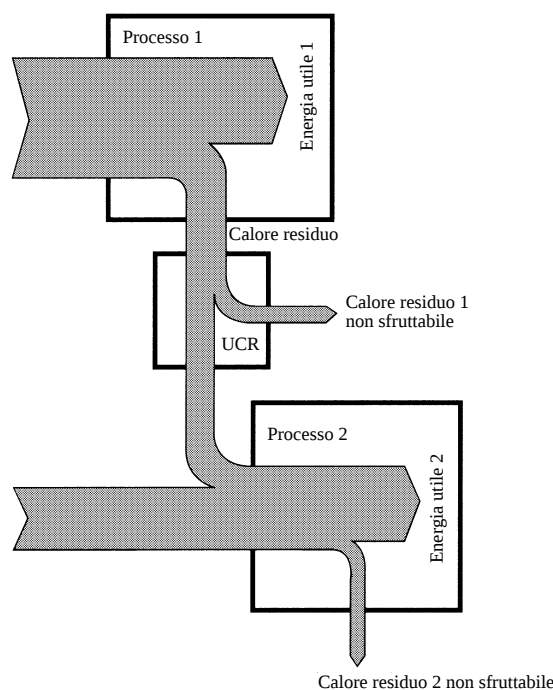
Fonte: RWE

Utilizzazione del calore residuo e recupero del calore



Nel caso del recupero del calore (abbreviazione: RDC) il calore in eccesso e sfruttabile che proviene da un processo oppure da un impianto viene ricondotto, senza indugi, come calore utile allo stesso processo oppure allo stesso impianto. Con l'adozione di questo provvedimento si ottiene un grado più elevato di utilizzazione dell'impianto. Ideale nel caso di questa applicazione è il fatto che la quantità di calore residuo prodotto concorda in modo ampio, sia cronologicamente, sia per quantità, con il corrispondente fabbisogno di calore.

Ricupero del calore RDC



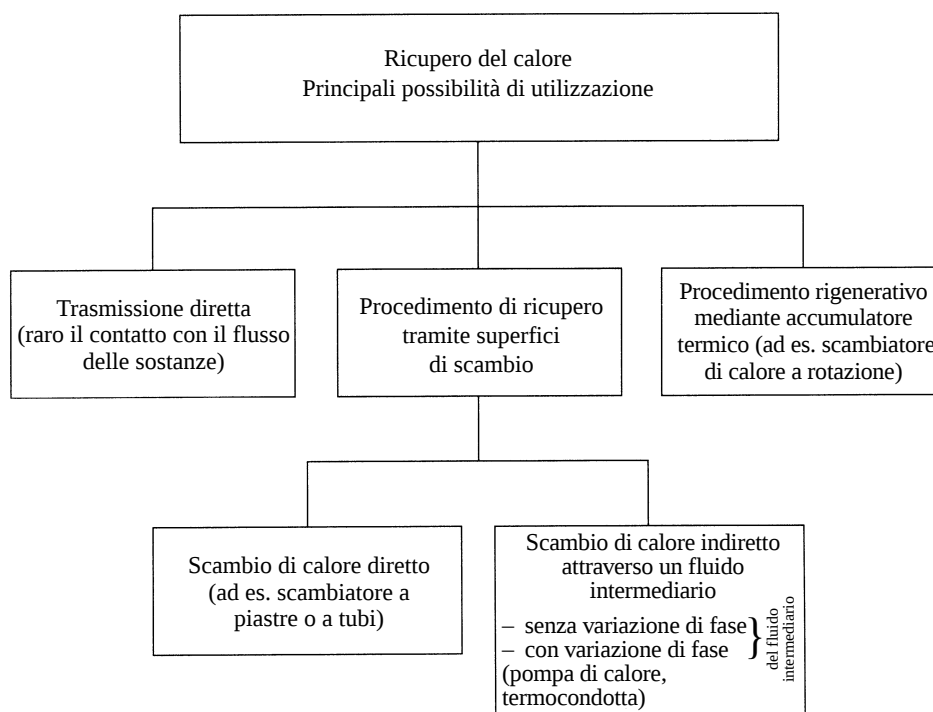
L'utilizzazione del calore residuo (abbreviazione: UCR) è presente allorché il calore in eccesso prodotto in un processo o in un impianto viene utilizzato nuovamente per altri processi oppure per altri impianti, sia contemporaneamente, sia anche con spostamenti nel tempo degni di nota. In questo modo non è possibile migliorare il grado di utilizzazione di un singolo impianto, bensì lo sfruttamento dell'energia nell'ambito di parecchi impianti collegati l'uno con l'altro. L'utilizzazione del calore residuo esige che la domanda di calore ed il fabbisogno esterno concordino cronologicamente oppure che un accumulatore di calore permetta di superare i lassi di tempo intermedi. Affinché gli investimenti siano redditizi, anche la fonte di calore deve essere a disposizione per tutta la durata di prelievo del calore.

Utilizzazione del calore residuo UCR

Nel caso dell'utilizzazione del calore residuo occorre rispettare i criteri seguenti:

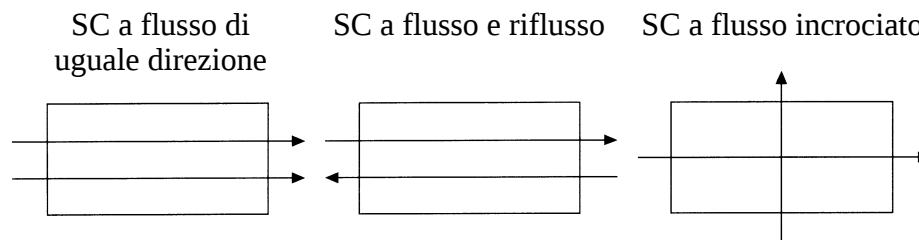
Temperatura	1. livello della temperatura
	oltre 400 °C per la produzione di corrente elettrica
	oltre 100 °C per certi processi di produzione
	oltre 60 °C per l'acqua calda
	oltre 40-55°C per il riscaldamento a bassa temperatura
	oltre 25 °C per il riscaldamento ad aria
	oltre 10-15°C per l'impiego nelle pompe di calore
Offerta-Domanda	2. Accordo cronologico e quantitativo di offerta e domanda
Impurità	3. Impurità; aria inquinata da pulviscolo, fibre, odori, vapori; liquidi aggressivi
Abbonati	4. È necessario che sia a disposizione un abbonato (utente) adatto nella propria azienda oppure nelle vicinanze immediate (ad es. teleriscaldamento per un quartiere residenziale)
Durata di vita dell'impianto	5. Concordezza della durata di vita dell'impianto

Procedimento per il recupero del calore



Gli scambiatori di calore (SC) servono a trasmettere il calore contenuto in un mezzo ad un secondo mezzo, senza che i due mezzi siano in contatto diretto. In generale il flusso termico viene ceduto attraverso un elemento di separazione. A seconda della direzione del flusso di ambedue i mezzi si distingue tra:

Scambiatori di calore SC



SC a flusso di uguale direzione
SC a flusso e riflusso
SC a flusso incrociato

Tipiche strutture di scambiatori di calore (a dipendenza dallo stato di ambedue i mezzi)

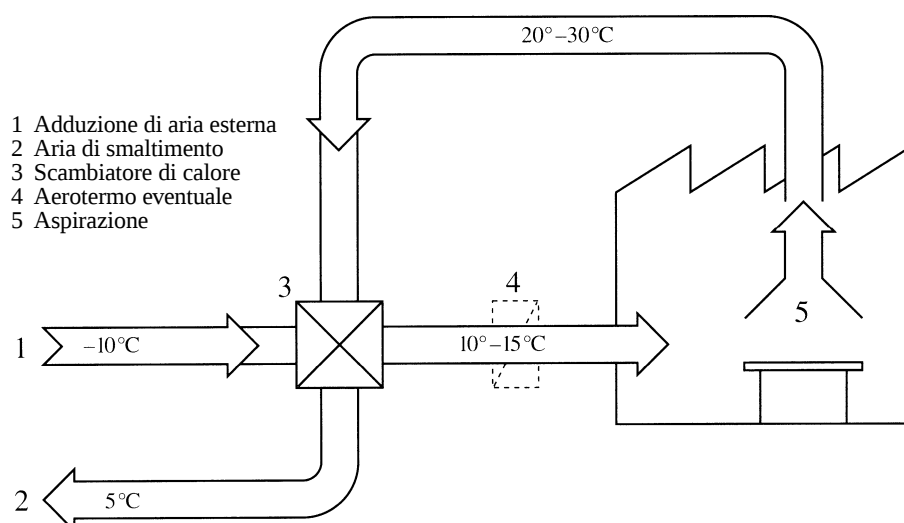
Strutture di SC

- liquido/liquido:
SC a piastre
SC a fascio tubiero
SC a tubo doppio
- gassoso/gassoso:
SC a piastre
SC a tubo di vetro
SC a termocondotta
SC a rotazione
- gassoso/liquido:
SC a lamelle

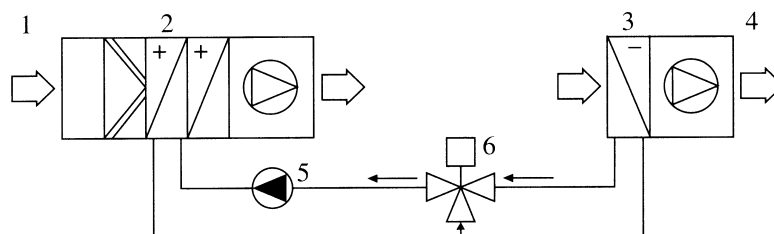
Nel processo RDC a ricupero, il calore viene trasmesso da una corrente d'aria all'altra mediante superfici di scambio fisse.

RDC mediante processo di ricupero

- scambio di calore diretto su superfici di scambio



- scambio di calore indiretto attraverso un fluido intermediario (senza variazione di fase del fluido intermediario)

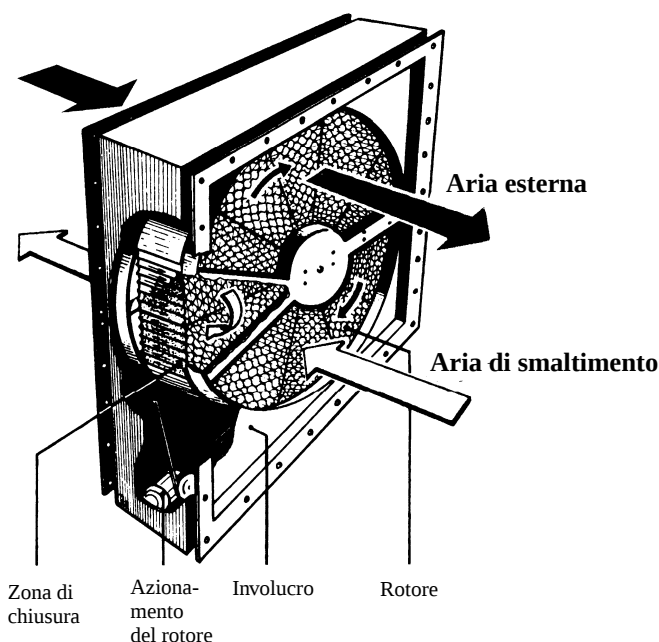


- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 Aria esterna | 5 Pompa di circolazione |
| 2 Preriscaldatore | 2 Acqua, glicole |
| 3 Refrigeratore | 6 Valvola di regolazione |
| 4 Aria di smaltimento | |

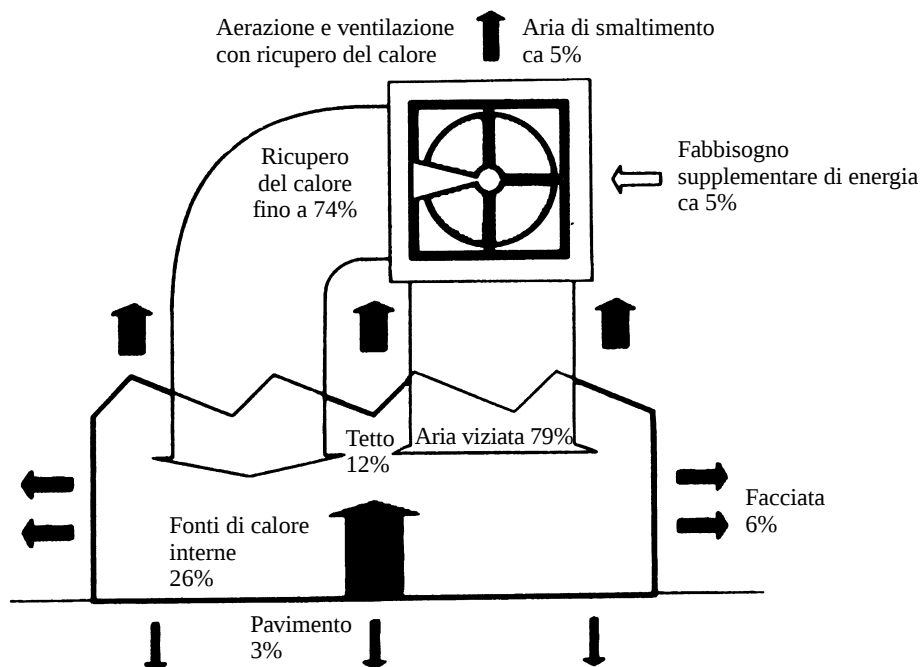
- scambio di calore indiretto attraverso un fluido intermediario (con variazione di fase del fluido intermediario): ad esempio pompa di calore invece di torre di raffreddamento nel caso della preparazione dell'acqua refrigerata (utilizzo del calore recuperato ad un livello di temperatura elevato per il preriscaldamento del materiale di processo oppure del riscaldamento ambiente).

RDC rigenerativo

Nel procedimento rigenerativo RDC il calore viene trasportato da una corrente d'aria all'altra attraverso un accumulatore termico che oltre al calore può anche trasmettere umidità.



Flussi energetici durante l'utilizzazione di un impianto RDC nella ventilazione di un capannone industriale



Fonte:
Elektrowärme international,
50 (dicembre 1992)

Ulteriori informazioni
Collana «RAVEL
nel settore del calore»
Fascicolo 1:
Elektrizität und Wärme –
Grundlagen und Zusammen-
hänge (n. ordinazione 724.357 d)
Fascicolo 2:
Ricupero del calore ed
utilizzo del calore residuo
(n. ordinazione 724.355 i)
Fascicolo 3:
Pompe di calore
(n. ordinazione 724.356 i)
Fascicolo 4:
Produzione combinata di forza
e calore
(n. ordinazione 724.358 i;
verrà pubblicato nel 1995)

Ordinazione:
UCFSM, 3000 Berna

5. Ambiente

5.1 Sostanze nocive

5.2 Combustione di vettori energetici fossili

5.3 Rumore

5.4 Legislazione per la protezione dell'ambiente in Svizzera

5. Ambiente

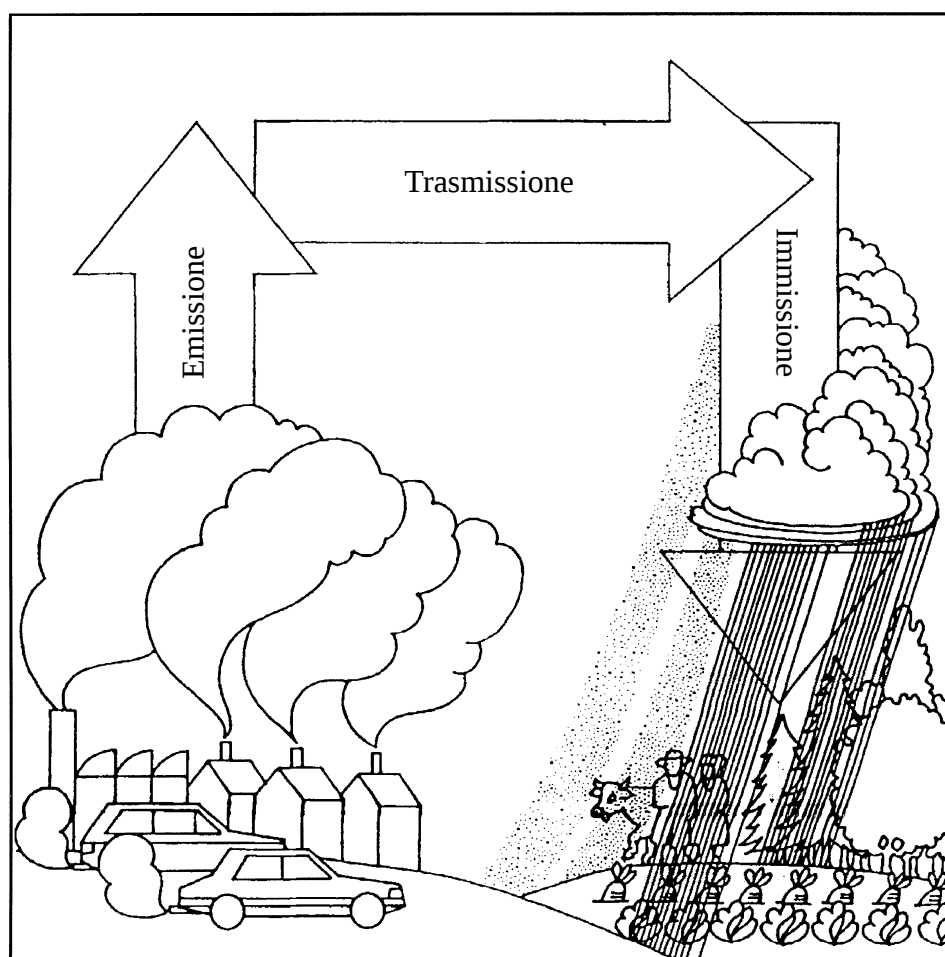
5.1 Sostanze nocive

Con il termine di emissioni s'intende definire la cessione di sostanze e di energie all'ambiente da parte di una fonte qualsiasi. Esempi di emissioni: suono, vibrazione, radiazione, gas di scarico, pulviscolo, calore, rifiuti. Quali misure delle emissioni servono parametri, fattori di emissione e gradi di emissione. Quale parametro di emissione può ad esempio servire la concentrazione, ossia la massa delle sostanze emesse, riferita al volume dei gas di scarico (ad es. in mg/m^3). Il fattore di emissione esprime il rapporto tra la massa delle sostanze emesse ed i prodotti fabbricati o lavorati (ad es. in kg/t). Il grado di emissione è il rapporto tra la massa emessa di una sostanza nociva e la massa di questa sostanza che viene addotta all'impianto mediante il combustibile (in %).

Emissioni

Le immissioni si presentano sotto forma di sostanze e di energie in un luogo determinato ed esplicano un influsso sulle condizioni ambientali dell'uomo, degli animali, delle piante e dei materiali. Esempi d'immissioni: suono, vibrazione, radiazione, calore, sostanze nocive, pulviscolo.

Immissioni



Fonte:
Rapporto del canton Zurigo
concernente l'ambiente

Anidride solforosa
SO₂

L'anidride solforosa (SO₂) si forma soprattutto durante la combustione di combustibili fossili contenenti zolfo, specialmente carbone e gasolio. L'anidride solforosa è un gas incolore, dall'odore pungente che nel caso di concentrazioni elevate può causare disturbi della respirazione. Insieme con l'umidità dell'aria l'anidride solforosa può essere causa di «piogge acide».

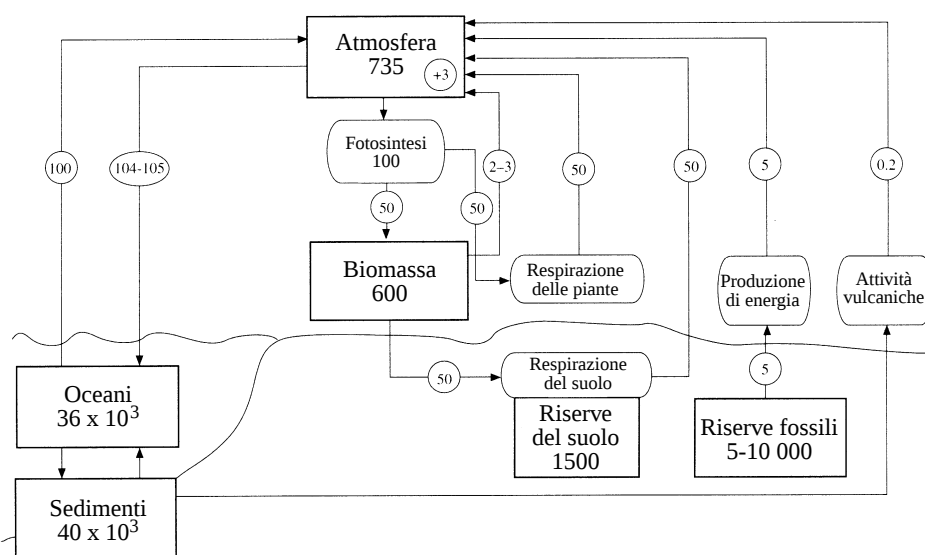
Monossido di carbonio
CO

Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, incolore e velenoso. Una gran parte del monossido di carbonio presente nell'atmosfera si è sviluppata a causa della combustione incompleta di materiali che contengono carbonio.

Anidride carbonica
CO₂

L'anidride carbonica (CO₂) è un gas atossico, incolore, incombustibile ed inodore che può formarsi in qualsiasi posto in cui vengano riscaldati oppure bruciati carbone e sostanze contenenti carbonio (ad es. petrolio, gas naturale). A causa della sua proprietà di assorbire i raggi infrarossi dalla luce solare, esso è importante nel bilancio termico della terra ed è tra l'altro responsabile dell'effetto serra.

Flussi globali di carbonio (dati in miliardi di tonnellate di C)



Fonte:
Houghton, Spektrum
der Wissenschaften 2/89

Emissioni di CO₂ da parte di vettori energetici fossili

Combustibile/ vettore energetico	kg CO ₂ / GJ
Carbon fossile della Ruhr	93
Lignite	110
Petrolio greggio	75
Benzina per motori	72
Cherosene	72
Combustibile per motori diesel	74
Gasolio EL	74
Gasolio P	79
Gas liquido	66
Gas naturale	56

Gli ossidi di azoto (NO_x) si formano durante la combustione, soprattutto a temperature elevate, nonché durante certi processi chimici come la produzione di acido nitrico. NO_x (ossido di azoto oppure diossido di azoto) si forma a causa dell'ossidazione dell'azoto atmosferico e, in parte, a causa della trasformazione dell'azoto contenuto eventualmente nei carburanti. Gli ossidi di azoto liberi possono avere un influsso sulle reazioni fotochimiche dell'atmosfera e contribuiscono parimenti al problema delle «piogge acide». Il gas esplica inoltre effetti diretti sulla salute, irritando le mucose e le vie respiratorie e scatenando allergie.

Ossidi di azoto
 NO_x

I composti organici volatili (HC, in inglese VOC - Volatile Organic Compounds) sono composti degli idrocarburi. I VOC provengono da solventi, colori, vernici, colle, detergenti, mezzi refrigeranti, contenitori di combustibile e di carburanti, ecc. Tali idrocarburi formano l'ozono, insieme con gli ossidi di azoto e con il concorso dell'azione del sole.

Composti organici volatili
Idrocarburi
HC
VOC

I clorofluorocarburi alogenati (H-CFC) sono costituiti da differenti composti degli idrocarburi nei quali l'idrogeno è sostituito del tutto o in parte da alogeni (fluoro, cloro). Essi servono quali carburanti, mezzi refrigeranti e solventi. I CFC contribuiscono a modificare lo strato di ozono nella stratosfera. Sulla superficie terrestre aumenta in questo modo aumenta la dannosa radiazione UV. I CFC contribuiscono in modo notevole anche all'effetto serra.

Clorofluorocarburi alogenati
H-CFC

L'ozono (O_3) è un composto gassoso di ossigeno atomico e molecolare. Nell'aria inquinata, ad esempio dagli ossidi di azoto e dagli idrocarburi, sotto l'effetto di una forte irradiazione solare possono manifestarsi concentrazioni elevate di ozono (smog estivo). L'ozono può avere un effetto fortemente dannoso sulle piante e sulla salute umana.

Ozono
 O_3

La concentrazione naturale di ozono è molto elevata nella stratosfera (20-30 km di altezza) e protegge la vita sulla terra dagli effetti pericolosi delle radiazioni ultraviolette. Questa fascia di ozono viene diminuita da sostanze nocive (ad es. CFC).

Buco dell'ozono

Effetto serra di diversi gas

L'effetto è dato, mediante un paragone con il CO_2 , per tre diversi periodi di tempo. Quale base è stato considerato il peso. Esempio: l'emissione di una tonnellata di CH_4 ha lo stesso effetto di un'emissione di 63 tonnellate di CO_2

Gas con effetto serra	Periodo di tempo		
	20 anni	100 anni	500 anni
Anidride carbonica (CO_2)	1	1	1
Metano (CH_4)	63	21	9
Gas esilarante (N_2O)	270	290	190
Mezzi refrigeranti (R11)	4500	3500	1500
Mezzi refrigeranti (R12)	7100	7300	4500
Mezzi refrigeranti (R22)	4100	1500	510

Inquinamento atmosferico sul posto di lavoro

La concentrazione massima sul posto di lavoro (valore CMA, nuova designazione: valori limite d'igiene del lavoro) è la concentrazione massima ammissibile di una sostanza utilizzata durante il lavoro come gas, vapore oppure sostanza in sospensione nell'aria sul posto di lavoro stesso. La concentrazione massima ammissibile è stabilita in modo che essa non costituisca un danno per l'organismo umano e per la sua salute durante un lavoro continuato di otto ore al giorno. I valori sono parte integrante delle prescrizioni INSAI e sono elencati nel modulo INSAI 1903.

Ordinazione:
INSAI, Lucerna
N. ordinazione 1903

5.2 Combustione di vettori energetici fossili

Durante la combustione stechiometrica il contenuto di ossigeno nei gas di scarico è dello 0% (nell'aria il contenuto di ossigeno è del 21%). In tal modo il volume dei gas di scarico è il seguente:

Combustione stechiometrica

Combustibile	Volume secco dei gas di scarico ($V_{\text{stech.}}$) nel caso di combustione stechiometrica in Nm^3 di gas combusti per contenuto d'energia:	
Gas naturale	8.05 Nm^3	Gas di scarico/ Nm^3 di gas naturale
Gasolio EL, diesel	10.2 Nm^3	Gas di scarico/ kg di gasolio EL
Gasolio P	10.1 Nm^3	Gas di scarico/ kg di gasolio P
Lignite	6.0 Nm^3	Gas di scarico/ kg di lignite
Legna essiccata all'aria	4.8 Nm^3	Gas di scarico/ kg di legna

In pratica durante la combustione occorre sempre addurre una quantità di aria maggiore del volume di ossigeno teoricamente necessario.

Durante l'esercizio il volume dei gas di scarico V per unità di energia viene calcolato come segue:

Volume dei gas di scarico

$$V = V_{\text{stech.}} \cdot \lambda$$

λ : indice di eccesso d'aria

$$\lambda = 21\% / (21\% - C_{\text{oss.}})$$

$C_{\text{oss.}}$ = contenuto di ossigeno del gas di scarico in % (percentuale del volume)

Esempio

λ per impianto di combustione a gasolio:	1.1 - 1.3
impianto di combustione a legna:	1.5 - 2

Durante la combustione di combustibili fossili sono interessati gli elementi seguenti:

Combustione di combustibili fossili

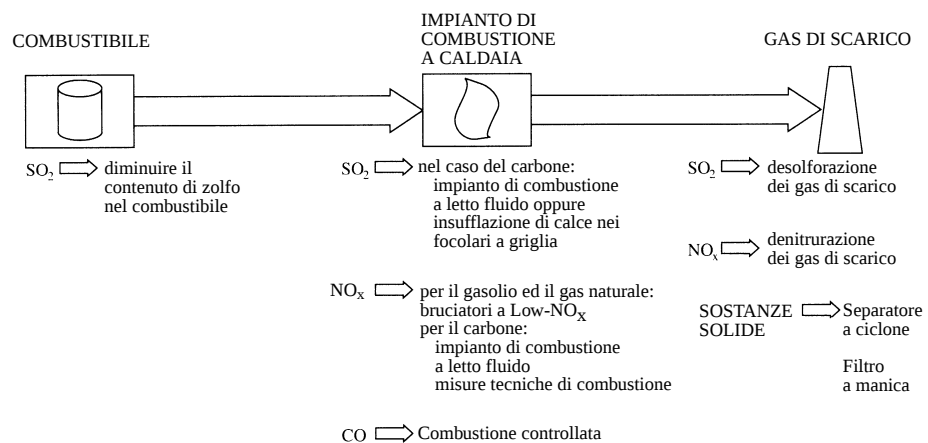
combustibile (C_xH_y) + ossigeno (O_2) =
acqua (H_2O) + anidride carbonica (CO_2) + calore

Poiché, tuttavia, né il decorso della combustione, né l'aria di combustione oppure la composizione dei combustibili sono ideali, si formano prodotti complementari della combustione oppure sostanze nocive.

Sostanze nocive Per principio i prodotti complementari, le sostanze nocive o le emissioni che si manifestano in pratica durante la combustione possono essere suddivisi come segue:

1. emissioni dovute a combustione incompleta
 - C_xH_y , idrocarburi incombusti
 - fuliggine
2. emissioni dovute al decorso della combustione
 - ossidi di azoto NO_x
 - prodotti dovuti alla ricombinazione di aria e carburante
3. emissioni dovute a cause concernenti il carburante
 - ossidi di zolfo SO_2 , SO_3
(praticamente nessuno nel caso del gas naturale)
 - pulviscolo composto di particelle incombuste
(praticamente nessuna nel caso del gas naturale)
 - prodotti di reazioni secondarie (ad es. furani, diossina proveniente dal cloro dei rifiuti)
4. emissioni che risultano dall'aria di combustione
(inquinamento, composizione)
 - pulviscolo
 - ossidi di azoto (azoto atmosferico)
 - prodotti di reazioni secondarie

Vista d'insieme del procedimento per la diminuzione delle emissioni degli impianti di combustione



Procedimento Low- NO_x

La formazione di ossido di azoto dipende fortemente dalla temperatura di combustione nel focolare. Una misura primaria atta a diminuire il contenuto di azoto nel gas di scarico è quindi costituita dall'abbassamento della temperatura di combustione (procedimento Low- NO_x).

Denitrurazione dei gas di scarico Procedimento DENOX

Per la denitrurazione dei gas di scarico (denitrurazione secondaria) si aggiunge ammoniaca (NH_3). Gli ossidi di azoto vengono ridotti dalla presenza di un catalizzatore (ceramica o metallo).

La desolforazione dei gas di scarico (desolforazione dei gas combusti REA) riduce gli ossidi di zolfo nei gas di scarico che si formano durante la combustione di combustibili contenenti zolfo (gasolio P, carbone), prima che i gas di scarico raggiungano l'atmosfera. Esistono procedimenti di desolforazione «umidi» e «secchi» che a seconda del procedimento fanno precipitare ulteriori componenti dei gas combusti, quali il fluoro ed il cloro.

**Desolforazione
dei gas di scarico
Desolforazione dei
gas combusti
REA**

Per la depolverazione esistono diversi procedimenti:

- depolverazione a secco (principio dell'aspirapolvere)
- depolverazione ad umido (irrigazione / dilavamento con acqua)
- procedimenti elettrici (in tal caso il pulviscolo viene ionizzato nel filtro elettrostatico).

**Depolverazione dei
gas combusti**

Nel procedimento elettrico gli elettrodi hanno una corrente continua variabile da 20 fino a 70 kV. Il pulviscolo atmosferico si deposita sugli elettrodi; dispositivi speciali separano gli elettrodi dal pulviscolo.

I catalizzatori consistono di sostanze che ritardano o accelerano le reazioni chimiche senza subire esse stesse dei cambiamenti durevoli durante la trasformazione chimica. Utilizzati per la postcombustione dei gas di scarico dei veicoli a motore, tali sostanze diminuiscono il contenuto d'idrocarburi, di monossido di carbonio o di azoto nei gas medesimi.

Catalizzatori

5.3 Rumore

$$L_p = 10 \log (P/P_0)^2 = 20 \log (P/P_0) \text{ [dB]}$$

Livello del suono

L_p : livello del suono

P : pressione acustica effettiva

P_0 : pressione acustica di riferimento (soglia di udibilità)

Unità:

dB = decibel

1B = 1 Bel che generalmente è il logaritmo del quoziente di 2 grandezze fisiche dello stesso tipo

Ogni aumento di 6 dB corrisponde ad un raddoppiamento dell'intensità sonora. La sensibilità all'intensità sonora dell'essere umano dipende dalla frequenza del suono. Di questo fatto si tiene conto nella valutazione dei cosiddetti livelli del suono: singoli elementi di una frequenza vengono valutati corrispondentemente alla sensibilità umana. Nel settore tecnico si è imposta la valutazione A, designata con dB (A).

**Sensibilità
all'intensità sonora**

Livello del suono e sensibilità al rumore

Rumore	Sensibilità	Livello dB (A)
Ticchettio di un orologio da tasca	molto debole	20
Quartiere residenziale senza traffico	debole	40
Ruscello tranquillo	debole	50
Discorso pacifico	moderatamente forte	60
Discorso eccitato	forte	70
Orchestra, forte, distanza 20 m	forte	80
Autocarro, distanza 5 m	molto forte	90
Avvisatore acustico di automobile, distanza 5 m	estremamente forte	100
Martello perforatore pneumatico, distanza 5 m	insopportabile	120

Il rumore non può oltrepassare i valori limite stabiliti dall'Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF).

Grado di sensibilità	Valore previsto in dB (A)		Valore limite delle immissioni in dB (A)		Valore d'allarme in dB (A)	
	di giorno	di notte	di giorno	di notte	di giorno	di notte
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Gradi di sensibilità:

I: nelle zone che richiedono una protezione fonica elevata, segnatamente nelle zone ricreative

II: nelle zone in cui non sono ammesse aziende moleste, segnatamente le zone destinate all'abitazione e quelle riservate agli edifici ed impianti pubblici

III: nelle zone in cui sono ammesse aziende mediamente moleste, segnatamente le zone destinate all'abitazione ed alle aziende artigianali (zone miste) e quelle agricole

IV: nelle zone in cui sono ammesse aziende fortemente moleste, segnatamente le zone industriali

5.4 Legislazione per la protezione dell'ambiente in Svizzera

Legge sulla protezione delle acque (LPAC) del 24.1.1991

- Ordinanza generale sulla protezione delle acque del 19.6.1972
- Ordinanza sull'immissione delle acque di rifiuto dell'8.12.1975
- Ordinanza contro l'inquinamento delle acque con liquidi nocivi (Oliq) del 28.9.1981
- Ordinanza sulla classificazione dei liquidi nocivi alle acque del 28.9.1981
- Prescrizioni tecniche sui depositi di liquidi (PDL) del 21.6.1990

Legge sulla protezione dell'ambiente (LPA) del 7.10.1983

- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA_t) del 16.12.1985/20.11.1991
- Ordinanza sulle sostanze (Osost) del 9.6.1986
- Ordinanza concernente le sostanze nocive nel suolo (O suolo) del 9.6.1986
- Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF) del 15.12.1986
- Ordinanza concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente (OEIA) del 19.10.1988
- Ordinanza sugli imballaggi per bibite (OIB) del 22.8.1990
- Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR) del 10.12.1990
- Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) del 27.2.1991

Legge sulla protezione delle acque

Legge sulla protezione dell'ambiente

Ordinazione delle leggi e delle ordinanze:
UCFSM, 3000 Berna

Ulteriori informazioni:

- Uffici cantonali dell'ambiente (l'esecuzione incombe per lo più ai cantoni)
- Ufficio cantonale delle arti, dei mestieri e del lavoro (in lingua tedesca: KIGA)
1) In Ticino non esiste tale ufficio, bensì un:
Ufficio ispettorato del lavoro
c/o Dipartimento finanze ed economia,
6501 Bellinzona
- Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio,
Hallwylstrasse 4, 3003 Berna
Tel. 031 / 322 93 11

Valori limite d'emissione importanti secondo l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (Stato: modificazione dell'OIAAt del 20.11.1991)

Impianti a combustione alimentati con olio «extra leggero»				
– Grandezze di riferimento: i valori limite delle sostanze nocive sotto forma di gas si riferiscono ad un tenore di ossigeno nei gas di scarico del				
		3% vol		
– Indice di fuliggine:				
a. impianti con bruciatore ad aria soffiata		1		
b. impianto con bruciatore a vaporizzazione		2		
– Monossido di carbonio (CO):				
a. impianti con bruciatore ad aria soffiata		80 mg/m ³		
b. impianti con bruciatore a vaporizzazione e ventilatore		150 mg/m ³		
– Ossidi d'azoto (NO _x), indicati come diossido d'azoto (NO ₂):				
a. impianti ai sensi dell'articolo 20		120 mg/m ³		
b. impianti con una potenza termica superiore a 350 kW:				
• con temperatura del vettore calorico pari o inferiore a 110°C		120 mg/m ³		
• con temperatura del vettore calorico superiore a 110°C		150 mg/m ³		
– Ammoniaca e suoi composti, indicati come ammoniaca ¹⁾				
		30 mg/m ³		
Olio da riscaldamento «medio» e «pesante»				
		Potenza termica dell'impianto		
		da 5 a 50 MW	da 50 a 100 MW	oltre 100 MW
– Grandezze di riferimento: i valori limite delle sostanze nocive sotto forma di gas si riferiscono ad un tenore di ossigeno nei gas di scarico del				
	% vol	3	3	3
– Particelle solide in totale:				
Olio di qualità A	mg/m ³	80	50	50
Olio di qualità B	mg/m ³	50	50	50
– Monossido di carbonio (CO)	mg/m ³	170	170	170
– Ossidi di zolfo (SO _x), indicati come anidride solforosa (SO ₂)	mg/m ³	1700	1700	400
– Ossidi d'azoto (NO _x), indicati come diossido d'azoto (NO ₂)	mg/m ³	450	300	150
– Ammoniaca e suoi composti, indicati come ammoniaca ¹⁾	mg/m ³	30	30	30
Impianti a combustione alimentati a gas				
– Grandezze di riferimento: i valori limite si riferiscono ad un tenore di ossigeno nei gas di scarico di				
		3% vol		
– Monossido di carbonio (CO)		100 mg/m ³		
– Ossidi d'azoto (NO _x), indicati come diossido d'azoto (NO ₂):				
a. negli impianti ai sensi dell'articolo 20 capoverso 1 lettere a-d				
• bruciatori atmosferici a gas con una potenza termica pari o inferiore a 12 kW		120 mg/m ³		
• altri impianti		80 mg/m ³		
b. negli impianti con una potenza termica superiore a 350 kW				
• con temperatura del vettore calorico fino a 110°C		80 mg/m ³		
• con temperatura del vettore calorico oltre 110°C		110 mg/m ³		
– Ammoniaca e suoi composti, indicati come ammoniaca ¹⁾				
		30 mg/m ³		

1) Osservazione: la presente limitazione delle emissioni concerne unicamente gli impianti muniti di un dispositivo di denitrificazione.

6. Centri di consulenza sull'energia

Offerta di consulenza sull'energia in Svizzera

- **Uffici di consulenza statali**

Confederazione: Centrali di consulenza Infoenergia
Tänikon c/o FAT, 8356 Tänikon
Windisch, Kindergartenstr. 1, 5200 Windisch
Colombier, c/o Centre cantonal de formation
professionnelle des métiers du bâtiment,
2013 Colombier
Bellinzona, c/o Dipartimento del territorio,
6501 Bellinzona

Cantoni: Uffici cantionali dell'energia

Regioni/
comuni: Uffici di consulenza

Indirizzi:
«Schweizer Energiefachbuch»

Ordinazione:
Künzler - Bachmann AG
9001 S. Gallo
Tel. 071 / 23 55 55
Fax 071 / 23 67 45

- **Consulenza sull'energia delle aziende elettriche**

- **Consulenti privati sull'energia o uffici d'ingegneria**

Associazioni industria ed energia

Unione svizzera dei consumatori d'energia
dell'industria e degli altri settori (EKV)
Freiestr. 38
4001 Basilea
Tel. 061 / 262 04 44
Fax 061 / 262 04 45

Associazione professionale svizzera degli incaricati
dell'energia nell'impresa (APS)
c/o
Energieforum Schweiz
Casella postale
3000 Berna 7
Tel. 031 / 312 04 31
Fax 031 / 311 64 32

Energiefachleute Schweiz (EFS)
c/o
Infoenergie FAT
8356 Tänikon
Tel. 052 / 62 34 85
Fax 052 / 62 34 89

Uffici d'informazione per dati globali sull'energia

Schweiz. Nationalkomitee der Welt-Energiekonferenz
c/o Elektrowatt AG, Bellerivestrasse 36, 8022 Zurigo

Central Office of the World Energy Conference
34 St. James Street, Londra SW1A 1 HD

Agenzia internazionale dell'energia (AIE) dell'OCSE
2, Rue André-Pascal, 75775 Parigi Cedex 16 Francia

7. Unità di misura e fattori di conversione

Unità

Simboli	Denominazione	Potenza di 10	Cifra corrispondente	Denominazione
E	Esa-	1E+18	1 000 000 000 000 000 000	Trilione
P	Peta-	1E+15	1 000 000 000 000 000	Biliardo
T	Tera-	1E+12	1 000 000 000 000	Bilione*
G	Giga-	1E+09	1 000 000 000	Miliardo
M	Mega-	1E+06	1 000 000	Milione
k	chilo-	1E+03	1 000	Mille
h	etto-	1E+02	100	Cento
da	deca-	1E+01	10	Dieci
		1E+00	1	Uno(a)
d	deci-	1E-01	0.1	Decimo
c	centi-	1E-02	0.01	Centesimo
m	milli-	1E-03	0.001	Millesimo
μ	micro-	1E-06	0.000 001	Milionesimo
n	nano-	1E-09	0.000 000 001	Miliardesimo
p	pico-	1E-12	0.000 000 000 001	Bilionesimo
f	femto-	1E-15	0.000 000 000 000 001	Biliardesimo
a	atto-	1E-18	0.000 000 000 000 000 001	Trilionesimo
* USA: bilione =		1E+09	1 000 000 000	Miliardo

Nel 1954 sono state fissate delle unità internazionali:

Sistema internazionale di unità (Système International d'Unités, SI)

Unità di base del SI

Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Densità della corrente	Ampere	A
Temperatura assoluta	Kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità luminosa	candela	cd

Unità SI derivate ed ulteriori unità ammesse

Grandezza	Unità	Abbreviazione	Conversione
Forza	Newton	N	$1\text{ N} = 1\text{ J/m} = 1\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
Coppia		$\text{N} \cdot \text{m}$	
Pressione	Pascal	Pa	$1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$
	bar	bar	$1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$
Energia, lavoro	Joule	J	$1\text{ J} = 1\text{ N} \cdot \text{m} = 1\text{ W} \cdot \text{s}$ $1\text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6\text{ J}$
Potenza, flusso termico	Watt	W	$1\text{ W} = 1\text{ J/s} = 1\text{ N} \cdot \text{m/s}$
Frequenza	Hertz	Hz	$1\text{ Hz} = 1/\text{s}$
Carica elettrica	Coulomb	C	$1\text{ C} = 1\text{ A} \cdot \text{s}$
Tensione elettrica	Volt	V	$1\text{ V} = 1\text{ W/A} = 1\text{ A} \cdot \Omega$
Resistenza elettrica	Ohm	Ω	$1\Omega = 1\text{ V/A} = 1/\text{S}$
Conduttanza elettrica	Siemens	S	$1\text{ S} = 1\text{ A/V} = 1/\Omega$
Capacità elettrica	Farad	F	$1\text{ F} = 1\text{ A} \cdot \text{s/V} = 1\text{ C/V}$
Induttanza elettrica	Henry	H	$1\text{ H} = 1\text{ V} \cdot \text{s/A} = 1\text{ Wb/A} = 1\Omega \cdot \text{s}$
Flusso luminoso	lumen	lm	$1\text{ lm} = 1\text{ cd} \cdot \text{sr}$
Illuminamento	lux	lx	$1\text{ lx} = 1\text{ lm/m}^2$
Luminanza		cd/m^2	
Temperatura	grado Celsius	$^{\circ}\text{C}$	temp. C = temp. K - 273.15 differenza 1°C = differenza 1 K
Capacità termica		J/K	
Conduttività termica		$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	
Coefficiente di trasmissione termica	k	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Angolo piano	radiante	rad	
	grado	$^{\circ}$	$1^{\circ} = \pi/180\text{ rad}$
	minuto	'	$1' = 1^{\circ}/60$
Volume	litro	l	$1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$
Densità		kg/m^3	

Tabella di conversione da unità vecchie oppure straniere nel sistema SI**Lunghezza L**

1 in	=	1 inch	=	1 pollice	=	1"	=	25.4 mm
1 ft	=	1 foot	=	12 in	=	1 yd/3	=	0.3048 m
1 mi	=	1 mile	=	1 statute mile	=		=	1.609 km

Superficie A

in ²	=	1 sq in	=	6.4516 cm ²
ft ²	=	1 sq ft	=	9.2903 dm ²
acre	=	4 roods	=	4 046.9 m ²
mi ²	=	1 sq mi	=	2.590 km ²

Angolo α , β

1°	=	17.453 μ rad
1'	=	290.89 μ rad
1"	=	4.8481 μ rad
1 rad	=	57.2958°

Volume V

in ³	=	1 cu in	=	16.39 ml	=	16.39 cm ³
ft ³	=	1 cu ft	=	28.32 l	=	28.32 dm ³
UK gal	=	1 UK gallon	=	8 pint	=	4.546 l
US gal	=	1 US gallon	=	8 liq pt	=	3.785 l
USbbl	=	1 US petr.barrel	=	1 US bl	=	159.0 l

Massa m (corrisponde a peso m)

t	=	1 tonnellata	=	1 Mg	=	1000 kg
dbm circa	=	1 pound mass	=	1 lb	=	0.4536 kg
UK ton	=	1 UK lg ton	=	2240 lbm	=	1.0160 t
US ton	=	1 US sh ton	=	2000 lbm	=	0.9072 t

Conduttività termica λ

kcal/(h • m • °C)	=	1.163 W/(K • m)
Btu/(h • ft • °F)	=	1.731 W/(K • m)

Grandezze magnetiche

B: 1 Gs	=	0.1 mT
H: 1 Oe	=	79.577 A/m

Scale della temperatura usuali, punti di temperatura t, T

Punto fisso del ghiaccio: 0°C	=	273.15 K	=	32°F	=	491.67 R
t °C	=	5/9 (t°F - 32); T _K	=	t °C + 273.15		
			=	5/9 • t°F + 255.37		

Forza F (kp = kilopound!)

1 kp	=	1 kg	=	1kgf	=	9.807 • 10 ⁵ dyn = 9.807 N
1 lbf	=	1 pound-force	=		=	4.448 N
1 US tonf	=	2 kip	=		=	2 kilopound-force (!) = 8.896 kN

Pressione p, sovrappressione p _e , pressione atmosferica p _{amb}				
1 kp/cm ² - 1 at	=	0.9807 bar	=	98.07 kPa
1 mm Hg	=	1 torr = 1333.2 dyn/cm ²	=	133.32 Pa
1 m H ₂ O	=	1 m WS = 1 Mp/m ² = 1 t/m ²	=	9.807 kPa
1 atm	=	760 torr = 1.033 kP/cm ²	=	101.325 kPa
1 psi	=	1 lbf/in ² = 68.95 mbar	=	6.895 kPa
1 in Hg	=	3.386 kPa		
1 ft H ₂ O	=	2.989 kPa		
1 lbf/ft ²	=	47.88 Pa		
1 sh ton/in ²	=	13.79 MPa		

Energia E, W; lavoro A; quantità di calore Q

1 kcal	=	10 ³ cal	=	1.163 W • h	=	4.1868 kJ
1 kW • h	=	3.6 • 10 ¹³ erg	=	3.6 MJ		
1 Btu	=	1.055 kJ; 1MM Btu	=	10 ⁶ Btu	=	1.055 GJ
1 kp • m	=	1 kg • m = 1 kgf • m	=	9.807 N • m	=	9.807 J
1 ft • lbf	=	1.356 N • m	=	1.356 J		

Potenza P, potenza calorifica Φ

1 PS	=	75 kp • m/s	=	0.9863 hp	=	0.7355 kW
1 kcal/h	=	10 ³ cal/h	=	1.163 J/s	=	1.163 W
1 Btu/h	=	0.2931 W; 1MM Btu/h			=	293.1 kW
859.8 kcal/h	=	3412 Btu/h	=	1 kW		

Fattori di conversione per vettori energetici (valori medi)

Vettori energetici	Unità di misura	Peso specifico	Fattori di conversione per il potere calorifico inferiore H_u	
	UM	UM/m ³	MWh/UM	GJ/UM
Elettricità	MWh		1.0	3.6
Petrolio	1 barrel = 1 barile = 159 litri 1 tonnellata equivalente di petrolio (toe)		1.6 11.7	5.8 42.6
Gasolio P	t	0.98	11.2	40.2
Gasolio M	t	0.92	11.6	41.9
Gasolio EL	t	0.84	11.9	42.7
	1000 l		10.0	36.0
Diesel	t	0.84	11.9	42.7
	1000 l		10.0	36.0
Benzina	t	0.76	11.9	43.0
	1000 l		9.0	32.2
Propano (liq.) (gas)	t	0.50	12.8	46.0
	1000 Nm ³		25.6	92.1
Acetilene	t	1.17	13.5	48.6
Gas naturale ($H_u/H_o = 0.9$)	1 MWh		1.0	3.6
	1000 Nm ³		9.3	33.5
	1000 Th (termia)		1.2	4.2
Carbon fossile	t	1.2 - 1.5	8.0	29.0
Coke per fonderia	t	1.6 - 1.8	8.0	28.9
Carbone di legna	t	ca. 0.4	8.0	28.9
Legna (essiccata)	t	0.60	4.3	15.5
	m ³		2.6	9.2
Legna da ardere	stero		1.4	5.0
Vapore 15 bar, 270°C	t		0.83	2.97
Vapore 145 bar, 540°C	t		0.95	3.43

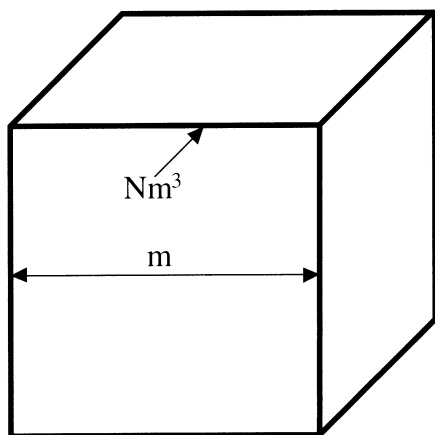
1 Nm = 1 J = 1 Ws; 1 erg = 10⁻⁷ J; 1 cal = 4.187 J

Osservazione:

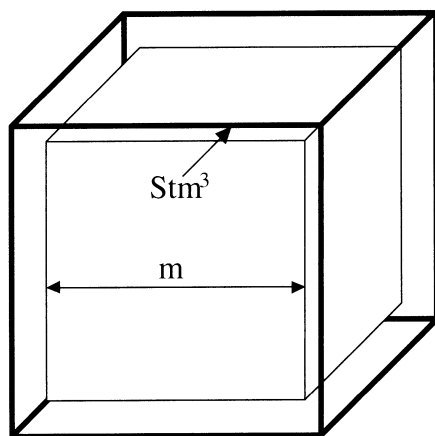
- gas naturale
1 MWh = 99 Nm³
1000 Nm³ = 0.81 t
- propano
1000 Nm³ = 2 t
- uranio
1 kg U-235 contiene circa 24 000 MWh (84 000 GJ)

I poteri calorifici sono valori
medi annuali dipendenti
dalla qualità

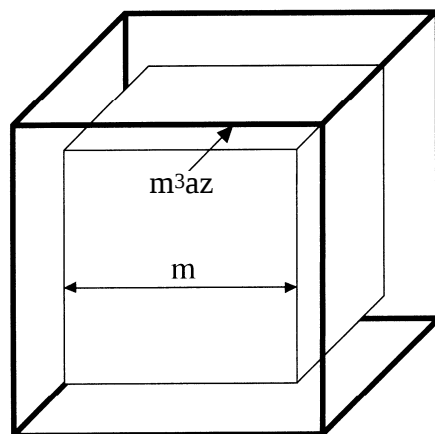
Fonte:
EMPA
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf

Unità quantitative per i gas**Metro cubo normale [Nm³]**

Metro cubo normale di gas naturale come un cubo con la lunghezza dello spigolo di 1 m
 Temperatura: 0°C, risp. 273 K
 Pressione atmosferica: 1013 hPa (livello del mare)
 $H_o = 11.15 \text{ kWh/m}^3$

Metro cubo standard [Stm³]

Temperatura: 15°C, risp. 288 K
 Pressione atmosferica: 1013 hPa (livello del mare)
 $V_2 = 288/273 \cdot V_1 = 1.055 \cdot V_1$
 Potere calorifico = $11.15/1.055 = 10.6 \text{ kWh/m}^3$

Metro cubo az. [m³az]

Temperatura: 15°C, risp. 288 K
 Pressione atmosferica: 962 hPa (ad es. Lucerna)
 Potere calorifico = $962/1013 \cdot 10.6 \text{ kWh} = 10.07 \text{ kWh/m}^3$

Dispendio energetico per la produzione di alcuni materiali (valori indicativi)

Dispendio energetico per la produzione di alcuni materiali
a partire dalle loro materie prime

Ghisa	14 MJ/kg
Lamiera d'acciaio	24 MJ/kg
Lamiera stagnata	27 MJ/kg
Filo di rame	100 MJ/kg
Lamiera d'alluminio	250 MJ/kg
Titanio	800 MJ/kg
Calce (spenta)	10 MJ/kg
Cemento	4 MJ/kg
Bottiglie di vetro (nuove)	10 MJ/kg
Bottiglie di vetro con 50% di vetro riciclato	7 MJ/kg
Cartone	27 MJ/kg
Carta sbiancata	79 MJ/kg
Carta con 20% di carta straccia	60 MJ/kg
Carta con 100% di carta straccia	16 MJ/kg
Polietilene ad alta densità	79 MJ/kg
Polietilene a bassa densità	60 MJ/kg
PVC	60 MJ/kg
Polistirolo resistente agli urti	82 MJ/kg
Nylon	140 MJ/kg

(valori scelti dalla collana Protezione dell'ambiente n. 24, nonché da
Boustead e Hancock)

Valutazione dell'intensità dell'energia (per il 1986) dei «prodotti medi»
di alcuni settori dell'economia

Agricoltura	14 MJ/Fr.
Ferro ed acciaio	39 MJ/Fr.
Alluminio	54 MJ/Fr.
Cemento, gesso	20 MJ/Fr.
Chimica	17 MJ/Fr.
Macchine	6 MJ/Fr.
Veicoli	8 MJ/Fr.
Generi alimentari	6 MJ/Fr.
Tessili	7 MJ/Fr.
Cellulosa, carta	20 MJ/Fr.
Articoli di carta, stampa	7 MJ/Fr.
Gomma, materie sintetiche	9 MJ/Fr.
Edilizia e genio civile	7 MJ/Fr.
Commercio, settore alberghiero	4 MJ/Fr.
Prestazioni di servizio	2 MJ/Fr.

Osservazione: occorre una certa prudenza quando si utilizza la tabella,
poiché quest'ultima si riferisce a prodotti con il prezzo medio valido in
quel preciso momento nel rispettivo settore. Questi prezzi medi sono
raramente noti. Valutati sulla base delle «BRD-Energieintensitäten
(per il 1975)» di Beutel e Mürdter.

Fonte:
D. Spreng: Wieviel Energie
braucht die Energie,
vdf-Verlag, Zurigo

8. Indice analitico

A

Abbonamento di potenza	2.5/7
Abbonati	4.2/50
Accertamento dei costi supplementari	2.1/2
Analisi costi-utili	2.3/3
Analisi dei costi	2.3/3
Analisi della sensitività	2.4/2
Anidride carbonica	5.1/2
Anidride solforosa	5.1/2
Annualità	2.5/1
Apparecchi di misurazione del freddo	4.1/5
Apparecchi di misurazione del gas	4.1/4
Apparecchi di misurazione del gasolio	4.1/4
Apparecchi di misurazione del vapore	4.1/5
Apparecchi di misurazione dell'acqua	4.1/5
Apparecchi di misurazione dell'aria compressa	4.1/5
Apparecchi di misurazione dell'energia elettrica	4.1/4
Apparecchio di regolazione	4.1/16
Armoniche superiori	4.1/19
Armoniche superiori della tensione	4.1/20
Assorbimento	3.8/1
Azienda di teleriscaldamento	3.6/1
Azionamento	4.2/19
Azionamento a gruppi	4.2/32
Azionamento comandato	4.2/28
Azionamento elettrico	4.2/23
Azionamento regolato	4.2/28
Azionatore	4.1/16

B

Batteria	4.2/7
Bilanci energetici	4.1/6
Bilancio	3.1/1
Bilancio dell'elettricità della Svizzera	3.2/14
Bilancio termico	4.1/6
Bruciatore	4.2/19
Butano	3.3/5

C

Calcolo del tipo di costi	2.1/3
Calcolo delle posizioni di costo	2.1/3
Conteggio dei costi	2.1/3
Caldaia	4.2/19
	4.2/20
	4.2/21
Calore ambiente	1.3/1
Calore di processo	4.2/47

Calore residuo di processo	3.6/1
Capacità di resa del colore	4.2/45
Capitolato d'oneri	2.4/1
Caratteristica del carico giornaliero	4.1/7
Caratteristica del carico settimanale	4.1/7
	4.1/8
Carbone, caratteristiche	3.5/4
Carbone, composizione	3.5/2
Carbone, giacimenti	3.5/1
Carbone, importazioni	3.5/4
Carbone, oligoelementi	3.5/2
Carbone, trattamento	3.5/3
Carbura	3.3/8
Carico	1.5/2
Carico massimo	1.5/4
	1.6/2
Carico massimo del bruciatore	4.2/21
Cascata	4.1/17
Cassa	2.1/1
Catalizzatori	5.2/3
Catene di trasformazione	3.1/1
Celle primarie	4.2/7
Celle solari	3.2/13
Centrale a ripompaggio	3.2/4
Centrale elettrica ad alta pressione	3.2/4
Centrale elettrica combinata	3.2/7
Centrale elettrica con turbina a gas	3.2/7
Centrale CTRM	3.2/9
	3.2/10
Centrale eolica	3.2/11
Centrale idroelettrica ad accumulo	3.2/3
Centrale idroelettrica fluviale	3.2/3
Centrale idroelettrica senza sbarramento	3.2/3
Centrale termoelettrica a vapore	3.2/6
Centrale termoelettrica e di riscaldamento	3.2/10
Centrale termoelettrica e di teleriscaldamento	3.6/1
Centrali elettriche combinate (GUD)	3.2/7
Centrali idroelettriche	3.2/3
Centrali nucleari	3.2/6
Centrali termoelettriche	3.2/5
CFC	5.1/3
Chilowattora	4.1/6
Circuito di regolazione	4.1/15
CO	5.1/2
Coefficiente del valore medio	2.5/3
Coefficiente di carico	1.6/2
Coefficiente di carico annuo	1.6/2
Coefficiente di carico mensile	1.6/2

Coefficiente di lavoro annuo	4.2/13
Coefficiente di potenza	1.6/2
Coefficiente di raccolta	1.2/1
Coefficiente di rendimento	4.2/16
Coefficiente di rendimento nel funzionamento a caldo	4.2/13
Coefficiente di rendimento nel funzionamento a freddo	4.2/13
Coefficiente k	4.1/13
Cokificazione	3.5/3
Collettori solari	3.8/2
Colore della luce	4.2/43
Comando	4.1/15
Comando con programma memorizzato	4.1/17
Combustibili gassosi	4.2/19
Combustibili liquidi	4.2/19
Combustibili solidi	4.2/19
Combustione di combustibili fossili	5.2/1
Combustione stechiometrica	5.2/1
Compatibilità con l'ambiente	4.1/2
Componenti d'acquisto	2.1/5
Composti organici volatili	5.1/3
Compressione del vapore di scarico	4.2/12
Compressore	4.2/9
Condizioni atmosferiche	3.8/1
Condizioni di fornitura	2.1/6
Condutture del gas naturale	3.4/5
Consumo di elettricità in Svizzera	3.1/3
Consumo di energia	4.1/1
Consumo di energia specifico	1.2/1
Contabilità aziendale	2.1/1
Contabilità finanziaria	2.1/1
Contenuto d'energia	4.1/6
Conto perdite e profitti	2.1/1
Contratto di disinserimento	2.1/8
Contratto di fornitura	3.4/5
Contributi sulle importazioni	3.3/8
Contributo alle scorte obbligatorie	3.3/8
Controllo degli investimenti	2.4/2
Controllo dell'istallazione	3.4/5
Controllo fuzzy	4.1/17
Convertitore dell'energia eolica	3.2/11
Convertitore di frequenza	4.2/28
	4.2/29
Convertitore di frequenza, rendimento	4.2/29
Convertitore statico	4.2/3
Convertitore statico di corrente	4.2/3
Convertitore statico di frequenza del circuito intermedio	4.2/3
Convezione termica naturale	4.2/19
Coppia	4.2/27
Corrente del rotore	4.2/26

Costante solare	3.8/1
Costi	2.1/1
Costi al consumo	2.1/1
	2.1/5
Costi d'acquisto	2.1/1
Costi d'esercizio	2.1/2
	2.4/1
Costi degli investimenti	2.1/2
	2.3/2 2.4/1 3.8/2
Costi di manutenzione	2.3/4
Costi effettivi	2.3/3
Costi per la durata di utilizzazione	2.4/2
Costi teorici	2.3/3
Costituzione di scorte obbligatorie	3.3/8
CPM	4.1/17
Cracking termico	3.3/3
Curva caratteristica regolata del rendimento annuale	4.1/8
Curva della pressione e del volume	4.2/38

D

Denitrurazione dei gas di scarico	5.2/2
Densità della potenza calorifica	4.2/47
Depolverazione dei gas di scarico	5.2/3
Desolforazione dei gas combusti	5.2/3
Desolforazione dei gas di scarico	5.2/3
Deviazione di regolazione	4.1/16
	4.1/19
«Dieci centrali»	3.2/15
Differenza di temperatura	4.2/16
Direct Digital Control (DDC)	4.1/16
Dispersione	3.8/1
Disponibilità di tempo	1.6/3
Distillazione atmosferica	3.3/3
Distillazione frazionata	3.3/3
Distillazione sotto vuoto	3.3/3
Distribuzione di elettricità	3.2/16
Domanda di allacciamento	4.1/21
Durata del pay-back	2.5/1
Durata dell'arresto	1.5/1
Durata dell'interruzione	1.5/1
Durata dell'utilizzazione	1.6/1
Durata della disponibilità	1.5/1
Durata della non disponibilità	1.5/1
Durata della revisione	1.5/1
Durata della riparazione	1.5/1
Durata di funzionamento del bruciatore	4.2/21
Durata di vita dell'impianto	4.2/50

E

Effetto serra	5.1/3
Efficienza luminosa	4.2/43
Eliminazione	4.1/1

Emissioni	5.1/1
Emissioni, valori limite	5.4/2
Energia cinetica	1.1/2
Energia da utilizzare	1.4/2
	4.1/1
Energia elettrica	1.1/2
Energia finale	1.4/2
Energia finale, consumo in Svizzera	3.1/2
Energia grigia	1.2/1
Energia potenziale	1.1/2
Energia primaria	1.4/2
	3.2/1
Energia reattiva	4.1/23
Energia secondaria	1.4/2
	3.2/1
Energia utile	1.4/2
	4.1/1
Energia, centri di consulenza	6/1
Energia, curva caratteristica	4.1/7
Energia, distribuzione	1.4/1
	4.1/11
Energia, efficienza	4.1/2
Energia, fonti d'energia rinnovabili	1.3/1
Energia, immagazzinamento	4.1/11
Energia, indici	4.1/6
Energia, perdite	1.4/1
Energia, preparazione	4.1/1
Esattezza della misurazione	4.1/4

F

Fabbisogno di potenza	1.5/3
Fabbisogno di potenza calorifica	4.1/13
Fattore di annualità	2.5/1
	2.5/2
Fattore di distorsione	4.1/19
Fattore di simultaneità	1.6/3
Fattori di costo	2.3/3
Flussi di armoniche	4.1/19
Flusso energetico	4.1/1
	4.1/2
Flusso luminoso	4.2/43
Fonti di calore	4.2/13
Forme d'energia	1.1/1
Fornitura di elettricità in Svizzera	3.2/15
Fornitura di energia elettrica senza interruzioni	4.2/5
Fotovoltaica	3.2/13
Funzionamento monovalente	4.3/13
Funzionamento ottimale sotto l'aspetto energetico	4.2/39

G

Gas naturale, caratteristiche	3.4/7
Gas naturale, composizione	3.4/2
Gas naturale, consumo	3.4/1
Gas naturale, giacimenti	3.4/1
Gas naturale, immagazzinamento	3.4/5
Gas naturale, importazioni	3.4/3
Gas naturale, misurazione	3.4/6
Gas naturale, produzione	3.4/1
Gas naturale, trasporto	3.4/5
Gas, industria	3.4/4
Gas, tariffe	2.1/8
Gas, unità quantitative	7/6
Gasolio	3.3/5
Gasolio, invecchiamento	4.1/11
Generazione del freddo	4.2/15
Gradi/giorni di riscaldamento	1.5/1
Grado d'utilizzazione annuale	4.2/22
Grado di copertura solare	3.8/2
Grado di utilizzazione	1.4/1
	1.6/1
Grandezza perturbatrice	4.1/16
Grandezza pilota	4.1/16
Grandezza regolata	4.1/16
Grandezze di riferimento	4.1/7

H

HC	5.1/3
----	-------

I

Idrocarburi	5.1/3
Idrocarburi alogenati	5.1/3
Illuminamento	4.2/43
Illuminamento nominale	4.2/44
Illuminazione	4.2/43
Immissioni	5.1/1
Impianti d'illuminazione	4.2/46
Impianti per la produzione di corrente elettrica	3.2/2
Impianti UFC generatori di calore	3.2/8
Impianti UFC generatori di elettricità	3.2/8
Impianto ad energia totale	3.2/9
Impianto CTR	3.2/9
	3.2/10
Impianto con circuito soppressore	4.1/21
Impianto con turbina a vapore a condensazione	3.2/9
Impianto con turbina a vapore a contropressione	3.2/8
Impianto con turbina a vapore a presa intermedia	3.2/9
Impianto di compensazione	4.1/23

Impianto di reforming	3.2/12
Impianto FESI	4.2/5
Impianto UFC	3.2/10
Impianto UFC per piccole potenze	3.2/9
Impiego del tempo	1.6/2
Impurità	4.2/50
Indice del costo della vita	2.1/14
Indice nazionale	2.1/14
Indice volumetrico	4.2/39
Indotto	4.2/26
Induttore	4.1/23
Intensità d'irradiazione	3.8/1
Intensità luminosa	4.2/43
Interesse	2.5/5
Interesse calcolato	2.5/5
Interesse reale	2.5/6
Investimenti aziendali	2.3/1
Investimenti nella produzione	2.3/4
Investimenti nelle infrastrutture	2.3/4
Investimenti, durata d'utilizzazione	2.3/4
Investimento, utili	2.3/3
Irradiazione globale	3.8/1

J

Joule	1.1/1
	4.1/6

L

Lampade, dati	4.2/46
Lavoro	1.1/1
Legge sulla protezione dell'ambiente	5.4/1
Legge sulla protezione delle acque	5.4/1
Legna, essiccata all'aria	3.7/1
Legna, potenziale di utilizzazione	3.7/1
Legna, potere calorifico	3.7/2
Limite di abbagliamento	4.2/45
Limiti del bilancio	4.1/6
Linee a bassa tensione	3.2/16
Linee a media tensione	3.2/16
Linee ad alta tensione	3.2/16
Linee ad altissima tensione	3.2/16
	3.2/17
Liquified Petroleum Gas (LPG)	3.3/3
	3.3/5
Livello del suono	5.3/1
Low-NO _x	4.2/19
LPG. cfr. Liquified Petroleum Gas	
Luminanza	4.2/43
Lunghezza d'onda	4.2/43

M

Macchina asincrona trifase	4.2/26
Macchina frigorifera	4.2/11
	4.2/15

Materiale d'isolamento	4.1/12
Metodo delle annualità	2.5/1
Metro cubo az.	7/6
Metro cubo normale	3.4/6
	7/6
Metro cubo standard	3.4/6
	7/6
Mezzo refrigerante	4.2/15
	4.2/16
Monossido di carbonio	5.1/2
Motore a traferro tubolare passante	4.2/33
Motore elettrico, comando	4.2/28
Motore elettrico, coppia nominale	4.2/25
Motore elettrico, numero di giri nominale	4.2/25
Motore elettrico, potenza	4.2/25
Motore elettrico, rapporto d'inserzione	4.2/31
Motore elettrico, rendimento	4.2/24
Motore elettrico, sovraccarico	4.2/31
Motore elettrico, tipi di funzionamento	4.2/31

N

NO _x	5.1/3
Numero di giri sincrono	4.2/26
Nuovo raffreddamento dell'acqua fredda	4.2/19

O

O ₃	5.1/3
Oleodotti	3.4/5
Orario d'inserimento	4.2/21
Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico	5.4/2
Ore di carico massimo	1.6/1
Ore di servizio	1.5/1
Organo di regolazione	4.1/16
Ossidi di azoto	5.1/3
Ozono	5.1/3

P

Paragone costi-utili	2.3/1
Paragone della redditività	2.1/2
Parametri	4.1/6
Perdita di calore per trasmissione	4.1/13
Perdita di calore per ventilazione	4.1/13
Perdite di trasformazione	3.2/1
Perdite dovute all'approntamento	4.2/22
Perdite nella distribuzione del calore	4.1/12

Perdite per ventilazione	4.1/14	Potenza oraria media	2.1/8
Petroliera	3.4/5	Potenza reale	1.5/4
Petrolio greggio	3.3/3	Potenza reattiva	1.5/4
	3.3/5		4.1/23
Petrolio, composizione	3.3/2	Potere calorifico inferiore	1.2/1
Petrolio, consumo	3.3/4		2.1/8
Petrolio, distribuzione	3.3/5	Potere calorifico superiore	1.2/1
Petrolio, giacimenti	3.3/1		3.4/6
Petrolio, immagazzinamento	3.3/6	Preriscaldatore solare dell'acqua	3.8/2
Petrolio, importazioni	3.3/4	Prescrizioni concernenti	
Petrolio, prodotti del	3.3/5	la coibentazione termica	4.1/12
Petrolio, prodotti, caratteristiche	3.3/9	Prescrizioni concernenti	
Petrolio, raffinazione	3.3/3	la protezione dei serbatoi	4.1/11
Petrolio, trasporto	3.3/6	Pressione	4.2/9
Piano dei tipi di costi	2.1/2	Prestazioni di servizio energetiche	1.4/2
Piano delle posizioni di costo	2.1/2	Preventivo delle posizioni di costo	2.1/2
Piano dei costi	2.1/3	Prezzi al consumo	2.1/13
Pigmento	4.2/45		2.1/14
Pila a combustione	3.2/12	Prezzi di mercato	2.1/5
	3.2/13	Prezzi nel commercio all'ingrosso	2.1/13
Pompa a pistone	4.2/33	Prezzo	4.2/9
Pompa centrifuga	4.2/33	Prezzo base	2.1/8
Pompa con funzionamento a secco	4.2/33	Prezzo CIF	2.1/13
Pompa con funzionamento ad umido	4.2/33	Prezzo d'acquisto	2.1/11
Pompa di calore a compressione	4.2/11	Prezzo dell'energia reattiva	2.1/7
Pompa di calore ad assorbimento	4.2/12	Prezzo di fornitura	2.1/11
Pompe	4.2/33	Prezzo FOB	2.1/13
Pompe di calore	4.2/11	Prezzo FOR	2.1/13
Pompe, portata	4.2/35	Prezzo netto	2.1/11
Pompe, rendimento	4.2/34	Prezzo per consegna immediata	2.1/13
Pompe, scelta	4.2/33	Prezzo, definizione	2.1/11
Portata	4.2/41	Prezzo, struttura	2.1/5
Posizioni di costo ausiliarie	2.1/3	Procedimento DENOX	5.2/2
Posizioni di costo principali	2.1/3	Procedimento Low-NO _x	5.2/2
Potenza	1.5/2	Produzione di aria compressa	4.2/9
	3.2/11	Produzione di elettricità	3.2/1
	4.2/30	Produzione di elettricità in Svizzera	3.2/15
Potenza apparente	1.5/4	Propano	3.3/5
Potenza caratteristica	1.6/1	Punto di funzionamento	4.2/34
Potenza continua	1.5/2		
Potenza d'esercizio	1.5/3	Q	
Potenza da erogare	1.5/3	Quantità di tempo	1.5/1
Potenza del ventilatore	4.2/37	Quantità immagazzinata	4.1/11
Potenza di riposo	1.5/3	Quota di ricambio d'aria	4.1/14
Potenza di riserva	1.5/3		
Potenza effettiva	1.5/3	R	
Potenza garantita	1.5/3	Raccordi di misurazione	4.1/4
Potenza giornaliera media	2.1/8	Raffreddamento	4.2/15
Potenza in abbonamento	1.5/3	Rapporto di potenza	1.6/2
Potenza installata	1.5/2	REA	5.2/3
Potenza lorda	1.5/3	Reazioni sulla rete	4.1/19
Potenza massima	1.5/3	Reazioni sulla rete, valori limite	4.1/20
Potenza media	1.6/1		
Potenza nominale	1.5/2		

Regolatore analogico	4.1/17
Regolatore differenziale	4.1/16
Regolatore integrale	4.1/16
Regolatore PID	4.1/16
Regolatore proporzionale	4.1/16
Regolazione	4.1/15
Rendimento	1.4/1
	3.2/11
Rendimento della caldaia	4.2/22
Rendimento globale	3.2/6
	3.2/8
Resistenza fluidodinamica	4.2/33
Rete del gas naturale	3.4/3
Rete di distribuzione del calore	4.1/11
Rete di riscaldamento in vicinanza	3.6/1
Rete elettrica	3.2/16
Reti di tubazioni	4.1/11
Return of Investment	2.5/1
Ricambio d'aria minimo	4.1/14
Ricupero del calore	4.1/11
	4.2/49
Ricupero del calore di ricupero	4.2/51
Ricupero del calore rigenerativo	4.2/52
Ricupero del calore, procedimento	4.2/50
Ricupero dell'energia	4.1/1
Riflessione	3.8/1
Rilevatore dei valori misurati	4.1/4
Rincaro	2.1/14
Risparmi sui costi	2.3/3
Rotore	4.2/26
Rotore a gabbia	4.2/26
Rotore ad anello collettore	4.2/26
Rumore	5.3/1

S

Salamoia	4.2/11
Scambiatore di calore	
a flusso e riflusso	4.2/51
Scambiatore di calore	
a flusso incrociato	4.2/51
Scambiatore di calore	
con flusso di ugual direzione	4.2/51
Scambiatori di calore	4.2/51
Segnale	4.1/16
Sensibilità all'intensità sonora	5.3/1
Sensore	4.1/16
Sezione del canale	4.2/38
Sfarfallamento	4.1/19
Sfasamento massimo	4.1/23
Sistema di azionamento	4.2/30
Sistema di circolazione chiuso	4.2/34
Slittamento	4.2/25
	4.2/26
SO ₂	5.1/2
Sostanze isolanti	4.1/12

Sostanze nocive	5.2/2
Spessore dell'isolamento	4.1/12
Stadi di pressione	3.2/6
Stato di prontezza	1.5/1
Statore	4.2/26
Superficie boschiva	3.7/1
Svolgimento della misurazione	4.1/4

T

Targhetta segnaletica	4.2/24
Tariffa	2.1/5
Tariffa ad impulsi	2.1/7
Tariffa base	2.1/8
Tariffa binaria	2.1/6
Tariffa di fornitura	2.1/5
Tariffa di lavoro	2.1/8
	2.1/9
Tariffa disinseribile	2.1/7
Tariffa doppia	2.1/6
Tariffa secondo la potenza	2.1/6
Tariffa stagionale	2.1/6
Tariffa ternaria	2.1/6
Tariffe della corrente elettrica	2.1/6
Tariffe per teleriscaldamento	2.1/9
Tassa d'allacciamento	2.1/8
Tassa fissa	2.1/8
Tasse	2.1/8
Tasso d'interesse del capitale	2.5/5
Tecnica MCR	4.1/16
Teleriscaldamento	3.6/1
Temperatura	4.2/50
Temperatura di condensazione	4.2/19
Tempo morto	4.1/16
Termovettori	1.3/1
THD	4.1/19
Tipi di accumulatore	4.2/7
Tipi di centrali elettriche	3.2/2
Tipi di struttura degli scambiatori	
di calore	4.2/51
Tipo d'esercizio	1.6/1
Tipo di avviamento	1.5/1
Total Harmonic Distorsion	4.1/19
TOTEM	3.2/9
Traduttore di masse	3.4/6
Trasformatore	4.2/1
Trasformatore di misura	4.1/4
Trasformatore, perdite dovute	
al carico	4.2/1
Trasformatore, perdite globali	4.2/1
Trasformatore, perdite per	
funzionamento a vuoto	4.2/1
Trasformatore, rapporto	
di trasformazione	4.2/1
Trasformatore, rendimento	4.2/2

Trasformatore, rendimento del carico nominale	4.2/2	Valore di riproduzione	2.2/1
Trasformazione dell'energia	4.1/1	Valore effettivo	4.1/16
Trasmissioni	4.2/32	Valore netto	2.2/1
Turbina	3.2/3	Valore nominale	4.1/16
Turbina a bulbo	3.2/3	Valore rimanente	2.2/1
Turbina Francis	3.2/3	Valori CMA	4.1/14
Turbina Kaplan	3.2/3		5.1/4
Turbina Pelton	3.2/3	Variazioni della tensione	4.1/19
		Velocità del vento	3.2/11
		Ventilatore	4.2/37
		Ventilatore assiale	4.2/37
		Ventilatore radiale	4.2/37
			4.2/39
		Verifica della redditività	2.3/1
		Vettori energetici	1.3/1
		Vettori energetici primari	3.1/1
		Vettori energetici rinnovabili	1.3/1
		Vettori energetici, fattori di conversione	7/5
		VOC	5.1/3
		Volume dei gas di scarico	5.2/1
		W	
		Watt	1.5/2
U			
Unità fondamentali SI	7/1		
Unità forza-calore	3.2/8		
Unità SI derivate	7/2		
Unità straniere	7/3		
Unità vecchie	7/3		
Utilizzazione del calore residuo	4.2/19		
	4.2/49		
	4.2/9		
V			
Valore di costo	2.2/1		
Valore di liquidazione	2.2/1		
Valore di regolazione	4.1/16		