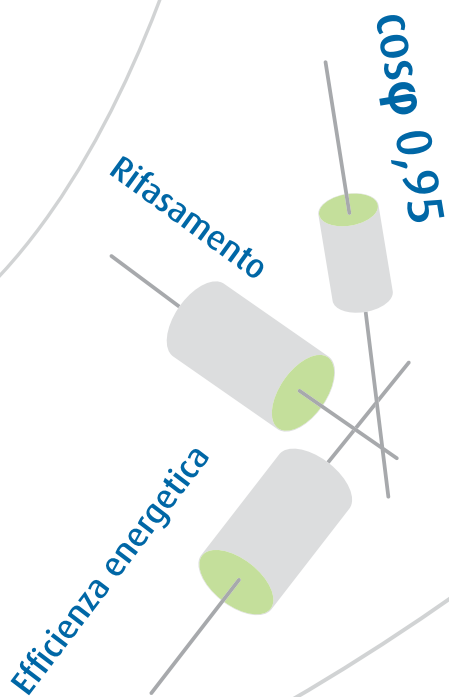




# RIFASAMENTO ELETTRICO INDUSTRIALE

Opportunità di efficientamento energetico

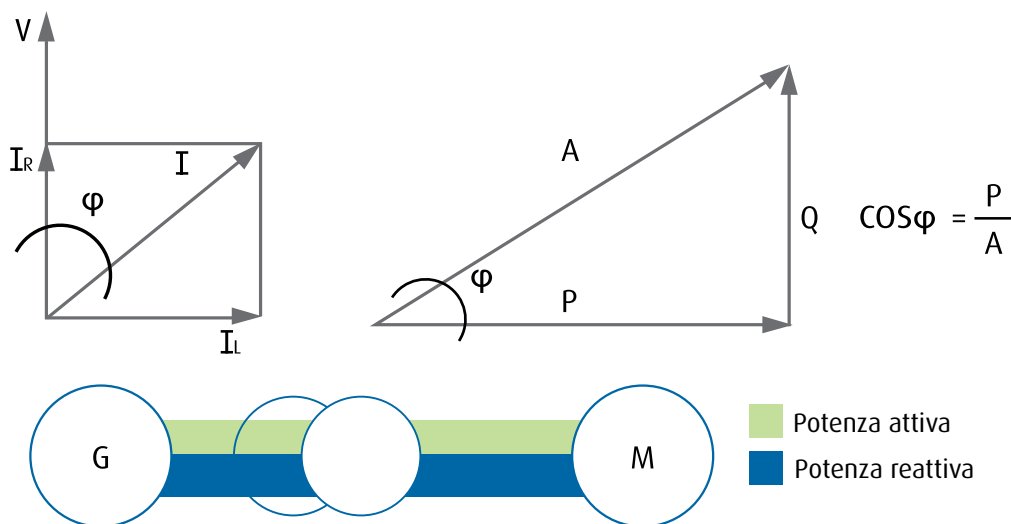
Normativa, casi pratici e incentivi.



## Perchè rifasare?

Portare il  $\cos\phi$  da 0,7 a 1 significa:  
Riduzione 50% dei costi legati alle perdite ohmiche sulla rete;  
Aumento 50% della corrente disponibile sulla rete.

Nei circuiti elettrici, la corrente risulta in fase con la tensione solamente nel caso di carichi puramente resistivi, invece risulta in ritardo quando i carichi sono induttivi (motori, trasformatori a vuoto) e in anticipo quando il carico è capacitivo (condensatori).

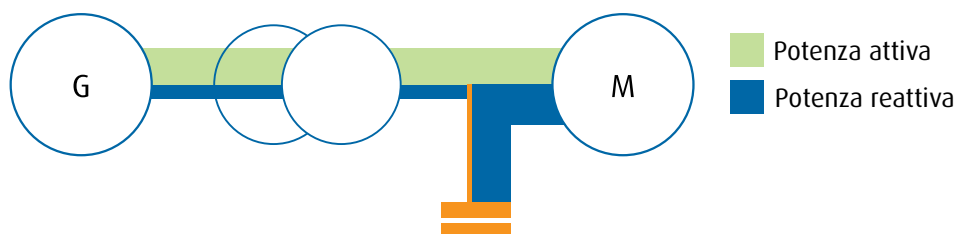


**La Potenza Reattiva (Q)** non trasmette una potenza realmente utilizzabile, ma è legata ad una reale corrente addizionale che forza il fornitore dell'energia a sovradimensionare le proprie infrastrutture. Per questa ragione una potenza reattiva eccessiva viene pesantemente conteggiata nella bolletta.

Il parametro che definisce l'assorbimento di potenza reattiva è il **Fattore di Potenza**.

Il fattore di potenza è dunque un indice di qualità dell'impianto, poiché tanto più è basso il fattore di potenza, tanto più elevata è la componente reattiva induttiva in rapporto a quella attiva.

Un **sistema di rifasamento**, connesso in parallelo ai carichi, riduce il valore della potenza reattiva induttiva che deve essere fornita dal gestore del servizio elettrico locale, portando così alla riduzione o al totale abbattimento degli addebiti per eccessivo assorbimento di potenza reattiva.



**Cavo in rame 3x25mm<sup>2</sup>, lunghezza 100m che trasporta 40kW**

$\cos\phi$	Perdite di rete (kW)
0,5	3,2
0,6	2,3
0,7	1,6
0,8	1,3
0,9	1,0

In aggiunta agli immediati effetti di risparmio, il rifasamento offre ulteriori importanti vantaggi tecnici: ad esempio un aumento del  $\cos\phi$  riduce considerevolmente le perdite per potenza dissipata sulle linee di trasmissione, con la conseguente riduzione del processo di invecchiamento.

## NORMATIVA: la delibera AEEG 180/2013/R/EEL

L'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il Sistema Idrico (AEEG) regola l'ambito dei consumi di energia reattiva e relative penali.

Per il periodo regolatorio attualmente in vigore (2012-2015) vige la delibera **AEEG 348/2007** con le successive integrazioni:

- le penali vengono applicate in bolletta ai clienti con potenza impegnata > 16,5 kW se il cos $\phi$  medio mensile, nelle fasce F1 e F2, è inferiore a 0,9 (ovvero viene fatta pagare in bolletta, sotto forma di penale, la quota parte di energia reattiva che eccede il 50% dell'energia attiva prelevata);
- i coefficienti economici (centesimi di €/kvarh) per definire l'entità delle penali sono univocamente definiti (si riporta di seguito la tabella).

		Energia reattiva compresa tra il 50% e il 75% dell'energia attiva (centesimi di €/kvarh)	Energia reattiva eccedente il 75% dell'energia attiva (centesimi di €/kvarh)
<b>Lettera A</b>	Utenze domestiche in BT	3,23	4,21
<b>Lettera B</b>	Utenze in BT di illuminazione pubblica	3,23	4,21
<b>Lettera C</b>	Altre utenze in BT	3,23	4,21
<b>Lettera D</b>	Utenze in MT di illuminazione pubblica	1,51	1,89
<b>Lettera E</b>	Altre utenze in MT	1,51	1,89
<b>Lettera F</b>	Utenze in AT e AAT (diverse da quelle di cui alla lettera G)	0,86	1,10
<b>Lettera G</b>	Utenze in AAT superiore a 200 kv	0,86	1,10

Per il periodo regolatorio in vigore dal 1 gennaio 2016, l'AEEG ha pubblicato la delibera **180/2013/R/EEL** che introduce le seguenti novità:

- le penali verranno applicate in fascia F1 e F2 se il cos $\phi$  medio mensile sarà inferiore a 0,95** (ovvero se l'energia reattiva impegnata sarà superiore al 33% dell'energia attiva prelevata). Per il superamento del 75% è previsto un secondo scaglione.
- Il gestore della rete potrà chiedere un adeguamento dell'impianto utente (o lo stacco dalla rete) se:
  - Il cos $\phi$  istantaneo nel momento di massimo carico, per prelievo in periodo di alto carico, è inferiore a 0,9;
  - Il cos $\phi$  medio mensile è inferiore a 0,7;
  - Il cliente immette in rete potenza reattiva.
- I coefficienti economici per definire l'entità delle penali saranno definiti anno per anno in funzione dei costi del mix energetico, sulla base dei calcoli del valore delle perdite Joule sulla rete.

## CASO PRATICO: Impianto fotovoltaico con scambio sul posto

In molti contesti industriali di bassa tensione sono proliferati negli ultimi anni impianti di produzione elettrica da fonte solare. L'introduzione di questa ulteriore fornitura di energia porta ad una variazione delle caratteristiche elettriche del sistema.

Le principali criticità sono:

- diminuzione del  $\cos\phi$  lato distributore, a causa della diminuzione della potenza attiva erogata (poiché fornita dal fotovoltaico), mantenendo costante la potenza reattiva;
- l'aggiunta di un impianto fotovoltaico in scambio sul posto rende insufficiente il rifasatore esistente, in termini di potenza reattiva capacitiva a bordo;
- aumentando il quantitativo di kvar installati, cambia il rapporto tra la potenza del rifasamento e la potenza apparente del trasformatore MT/bt ed è quindi necessario riverificare il rischio di risonanza;
- nelle giornate con nuvole sparse ma cielo terso, il fotovoltaico fornisce un apporto molto variabile in termini di potenza istantanea, con elevato numero di manovre chieste al rifasatore per garantire il corretto  $\cos\phi$ . Vi è quindi un forte impatto sui contattori, che devono essere dimensionati secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 61921;
- aumento della distorsione armonica dovuta alla presenza di inverter del sistema fotovoltaico, con conseguente aggravio dello stress per i condensatori.

### ESEMPIO PRATICO

- Stabilimento industriale con potenza disponibile di 112 kW
- $\cos\phi$  medio annuale di 0.7
- Stabilimento che lavora su 3 turni
- Penale annuale per eccesso di consumo di energia reattiva intorno ai 2500/2700 €
- Per rifasare a  $\cos\phi$  0,95 sono necessari 77 kvar

Se si ipotizza che viene installato sul tetto un impianto fotovoltaico di 30 kWp in scambio sul posto, dai calcoli si ottiene il seguente rifasamento:

- Penale annuale per eccesso di consumo di energia reattiva intorno ai 2800/3000 € (con aggravio di 300 €/anno rispetto alla situazione annuale).
- Considerando anche la potenza dell'impianto fotovoltaico per rifasare a  $\cos\phi$  0,95 sono necessari 92 kvar.

I consigli per **migliorare la scelta del rifasamento in presenza di impianti elettrici dotati di fotovoltaico** sono:

- preferire apparecchiature di rifasamento dotate di induttanza di filtro armonico. Anche se le utenze dell'impianto non sono inquinanti, il rifasatore potrebbe creare problemi di funzionamento allo stadio di uscita dell'inverter che "pilota" l'impianto fotovoltaico. Se l'impianto elettrico dell'utente è già dotato di rifasatore, valutarne attentamente le caratteristiche: un rifasatore privo di induttanze andrebbe sostituito per evitare che mandi in blocco l'inverter o, peggio, che lo danneggi;
- a parità di altre caratteristiche, preferire un rifasatore con più alto numero di gradini. Regolerà meglio il  $\cos\phi$ , evitando le penali imposte dall'AEEG;
- nel calcolo del rifasamento fare riferimento alla potenza contrattuale per evitare che l'eventuale aggiunta di nuovi carichi renda il rifasamento insufficiente.



## INCENTIVI: l'ottenimento dei titoli di efficienza energetica

La scheda tecnica n.33E è stata pubblica nella Gazzetta Ufficiale del 2 Gennaio 2013 e indica un metodo semplificato di calcolo per il risparmio di energia per interventi di rifasamento distribuito di motori elettrici di potenza inferiore a 37 kW.

La scheda non è applicabile per il rifasamento centralizzato (sulla stazione di trasformazione principale) e l'intervento deve consentire il raggiungimento di un fattore di potenza almeno pari a 0,9.

Terminologia:

**UFR:** unità fisica di rifasamento (singolo motore rifasato);

**N<sub>UFR</sub>:** numero di motori rifasati;

**RSL:** risparmio specifico lordo conseguibile per ogni UFR;

**α:** coefficiente di addizionabilità;

**τ:** coefficiente di durabilità;

**RNC:** risparmio netto contestuale;

**RNA:** risparmio netto anticipato (si considera solo la vita tecnica stimata);

**RNI:** risparmio netto integrale (si considera anche il beneficio successivo).

Il risparmio energetico per ogni motore rifasato è espresso in forma tabulare e dipende, oltre che dalla potenza attiva P [kW] del motore rifasato, anche dalla superficie di riferimento dello stabilimento e dalla tipologia di attività.

Ad esempio il risparmio specifico lordo nel caso di uno stabilimento con superficie compresa tra 10.000 m<sup>2</sup> e 100.000 m<sup>2</sup> (caso A3) è indicato nelle tabelle seguenti:

**Tabella per il calcolo del risparmio specifico lordo (RSL) conseguibile per ogni singolo motore rifasato (tep/anno/motore)**

Tipologia attività	P<4	4≤P<6	6≤P<8	8≤P<11	11≤P<14	14≤P<18	18≤P<22	22≤P<30	30≤P<37
<b>1 TURNO</b>	0,013	0,029	0,052	0,046	0,072	0,112	0,124	0,211	0,241
<b>2 TURNI</b>	0,026	0,059	0,104	0,093	0,144	0,225	0,287	0,412	0,482
<b>3 TURNI</b>	0,051	0,114	0,182	0,215	0,280	0,420	0,580	0,818	0,934
<b>Stagionale</b>	0,014	0,032	0,055	0,061	0,079	0,133	0,135	0,230	0,263

<b>Coefficiente di addizionalità</b>	<b>α=100%</b>
<b>Coefficiente di durabilità</b>	<b>τ=2,65</b>
<b>Quote dei risparmi di energia primaria (tep/a):</b>	
<b>Risparmio netto contestuale (RNC)</b>	$RNC = \alpha \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RNA)</b>	$RNA = (\tau - 1) \cdot RNC$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNC + RNA = \tau \cdot RNC$
<b>Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento</b>	Tipo I

Secondo l'Allegato A della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11, i titoli di efficienza energetica che possono essere emessi nel caso di rifasamento elettrico sono di TIPO I, ovvero: **Attestanti il conseguimento di risparmi di energia primaria attraverso interventi per la riduzione dei consumi finali di energia elettrica**

#### ESEMPIO PRATICO

- Stabilimento industriale con area 80.000 m<sup>2</sup>
- Rifasamento di:
  - 30 motori da 20 kW
  - 10 motori da 30 kW.

Si ipotizza che lo stabilimento lavori su 3 turni.

Utilizzando le formule indicate precedentemente si ricava:

- Risparmio Netto contestuale (RNC) =  $\alpha \cdot RSL \cdot N_{UFR} = 100\% \cdot (0,580 \cdot 30 + 0,934 \cdot 10) = \mathbf{26,74 \text{ tep/anno}}$
- Risparmio Netto integrale (RNI) =  $\tau \cdot RNC = 2,65 \cdot 26,74 = \mathbf{70,861 \text{ tep.}}$

