

**LERROY<sup>®</sup>  
SOMER**

**MAINTENANCESTORIES**

*19 Aprile 2012, Alba*



# ***Motori Elettrici ed Efficienza Energetica***

## ***Atti Del Convegno***

MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa

  
**EMERSON**  
Industrial Automation



Un gruppo di imprese a vocazione industriale, tecnologica e ingegneristica presente in tutto il mondo

- Fatturato pari a 21 miliardi di dollari
- 127 700 dipendenti nel mondo
- Il 70 % dei prodotti è al primo posto nei rispettivi mercati





# EMERSON

## Industrial Automation



## Network Power



## Process Management



## Climate Technologies



## Tools & Storage

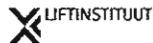




- Vendite per 1292 milioni di €
- 9 742 collaboratori appartenenti a 50 nazionalità
- 32 siti produttivi in Europa, Nord America, Messico, India, Cina
- 470 punti vendita e di assistenza nel mondo



ISO 9001



ISO 14001

## *Le due attività principali*



➤ Produzione di energia elettrica

➤ Sistemi di trasmissione elettromeccanici ed elettronici

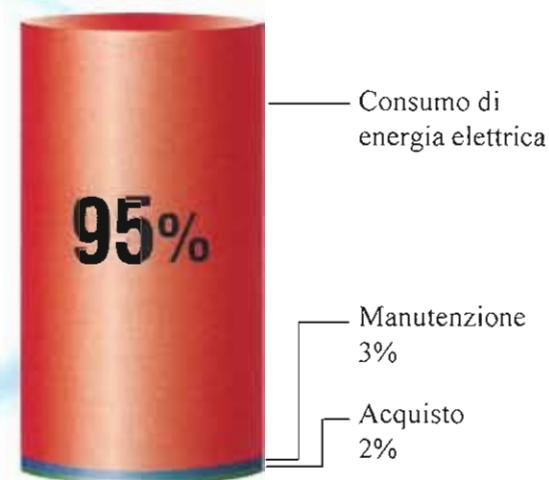


# Motori Elettrici e Risparmio Energetico

Consumo mondiale di energia elettrica



Costo globale di un motore asincrono nell'arco di 10 anni



Risparmio energetico e rispetto dell'ambiente



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa





# NUOVA DIRETTIVA EUROPEA



Obblighi, tempistiche e opportunità di efficienza energetica

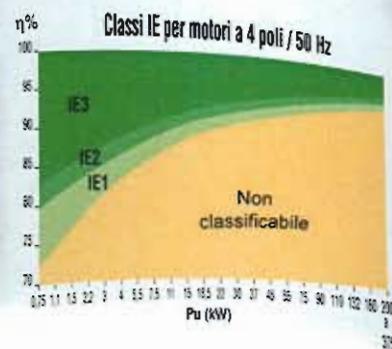
IE1



IE2



IE3



# *Situazione prima e dopo il 2009*

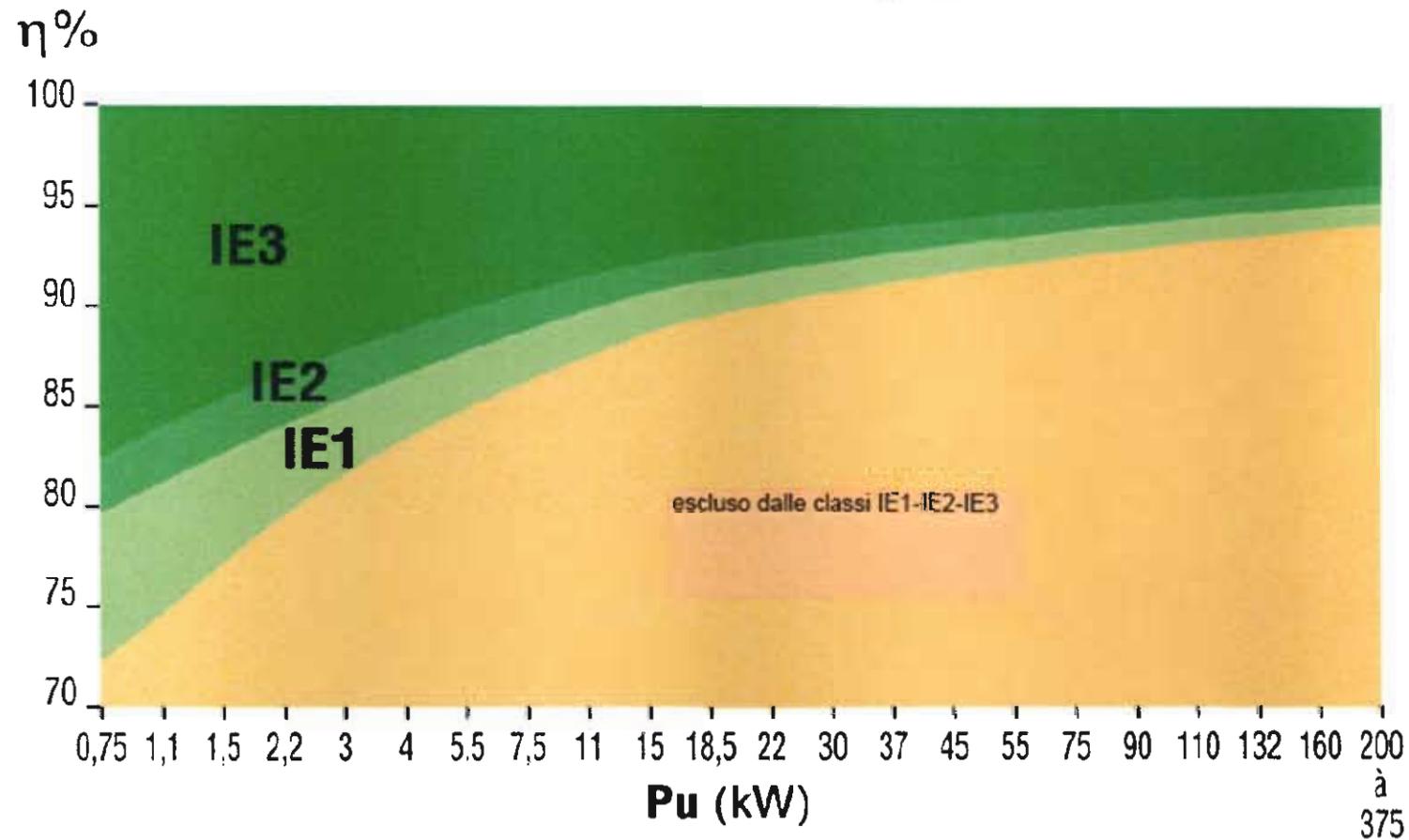
- **Accordo volontario Europeo dei costruttori**
  - 3 classi di rendimento : EFF 3 - EFF 2 - EFF 1
  - Motori interessati: da 1,1 a 90 kW IP55, 50Hz - 400V - 2,4 Poli
  - Nessun obbligo di utilizzo
- **Misura del Rendimento secondo la norma IEC 60034-2**
  - Perdite supplementari stimate pari allo 0,5% della potenza utile
- **Entrata in vigore della nuova norma 60034-30**
  - 3 Classi di rendimento IE1,IE2,IE3
  - Motori interessati: da 0,75 a 375 kW - IP55/ IP23- 50 e 60Hz
  - Inferiori a 1000V - 2, 4, 6 Poli
- **Nuovo metodo di misura del rendimento secondo la IEC 60034-2-1**
  - perdite supplementari misurate e non stimate



Curve di  $\eta$



## Classi IE per motori 4 poli / 50Hz



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa

**EMERSON**  
Industrial Automation

# Applicazione della direttiva : calendario

La direttiva N° 640/2009 incorpora l'applicazione della direttiva  
2009/125/CE Eco-design

*(Direttiva Europea EuP lotto 11 del Luglio 2009)*

**Obbligo** per i costruttori di motori di commercializzare sul mercato europeo motori di:

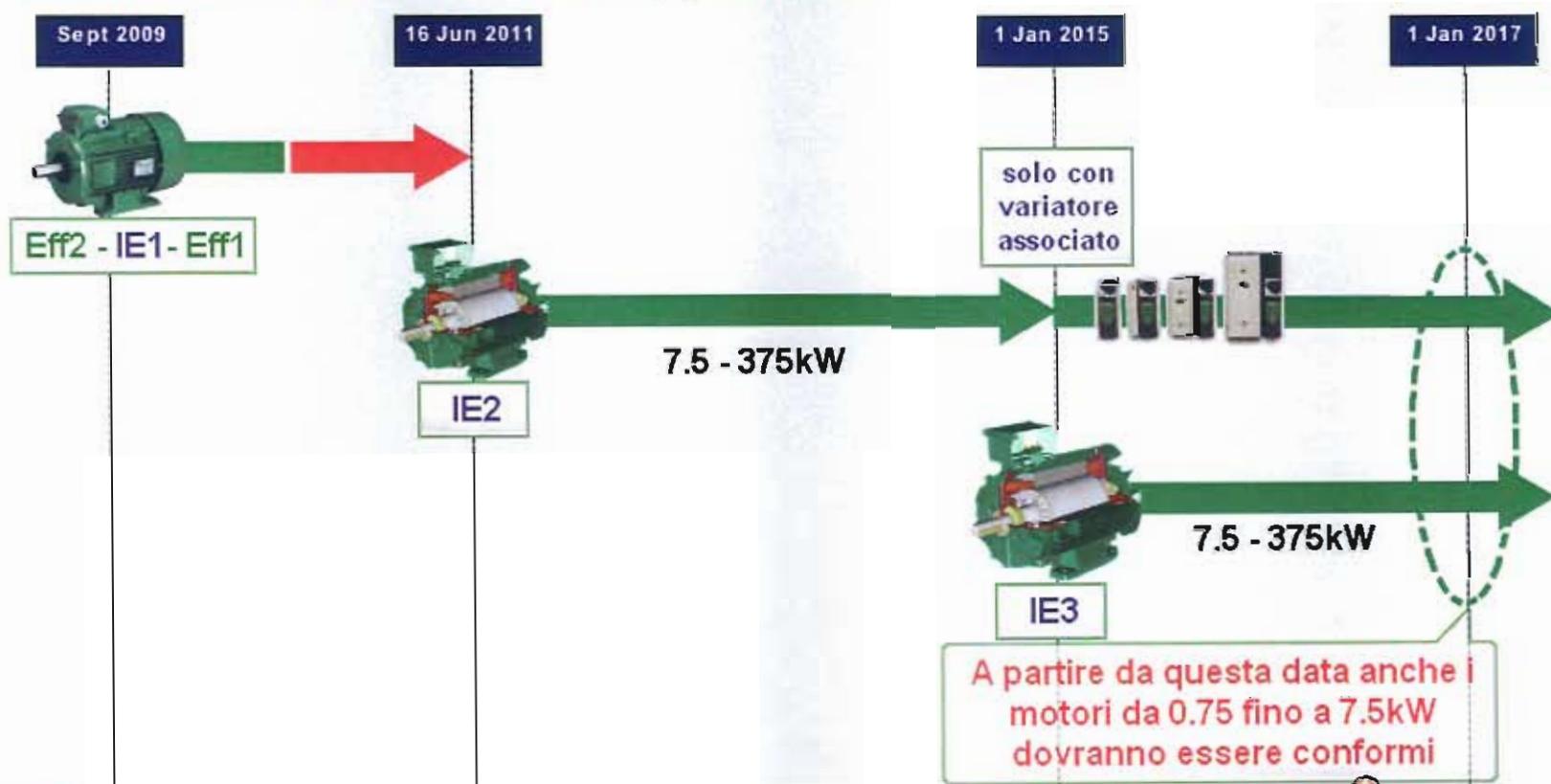
- Classe **IE2** a partire dal **16 Giugno 2011**
- Classe **IE3** o **IE2 + variatore** a partire dal **1° Gennaio 2015** per potenze da **7.5 a 375 kW**
- Classe **IE3** o **IE2 + variatore** a partire dal **1° Gennaio 2017** estensione alle potenze da **0.75 a 7.5 kW**



# Applicazione della direttiva : calendario

## Direttiva Europea N° 640/2009

### Direttiva EuP : calendario di applicabilità



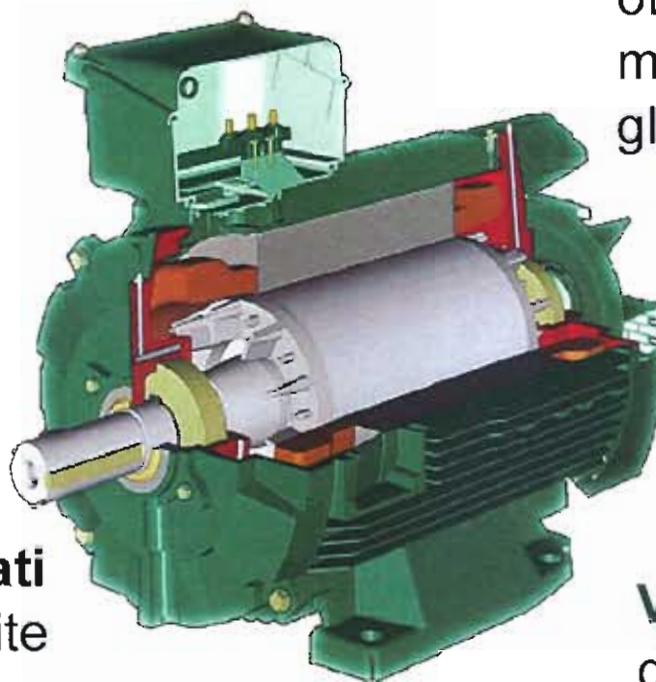
## Scelte costruttive

IE2 IE3

**Lamierino magnetico a basse perdite**

**Scelta dei cuscinetti e delle tenute per minimizzare le perdite meccaniche**

**Avvolgimenti ottimizzati per minimizzare le perdite nel rame**



**Circuiti magnetici ottimizzati per minimizzare le perdite globali della macchina**

**Ventola ottimizzata per diminuire le perdite di ventilazione**

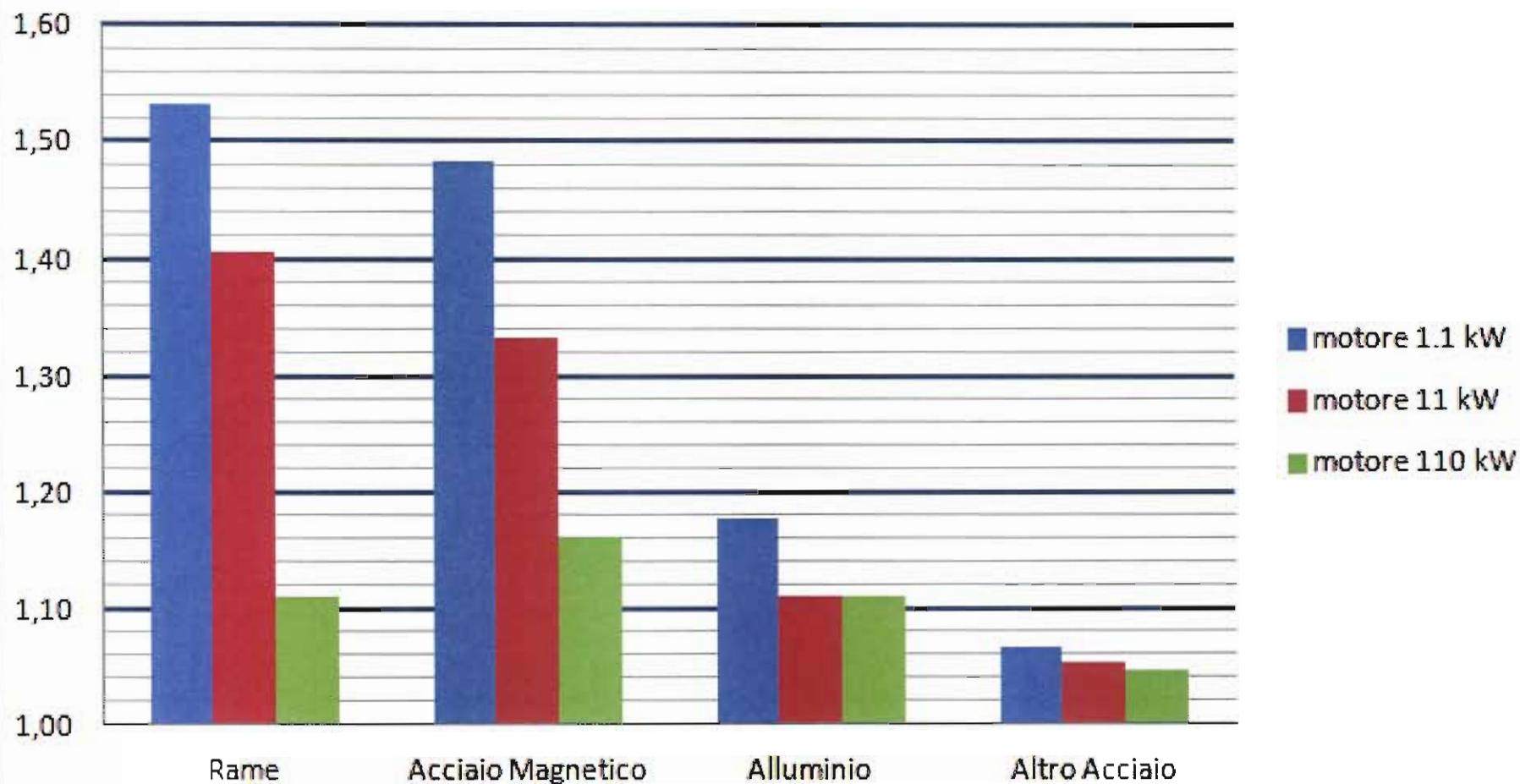
**LEROY  
SOMER**

MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa

  
**EMERSON**  
Industrial Automation

## Composizione motori IE2 rispetto a IE1

fonte CEMEP



# Massimizzare l'economia d'energia

Sostituzione dei motori a basso rendimento





# VELOCITÀ VARIABILE



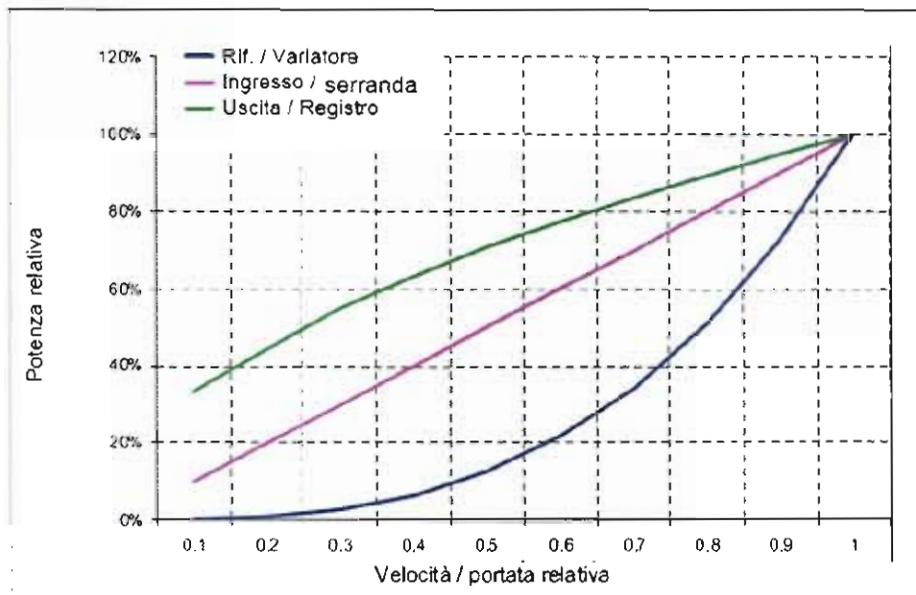
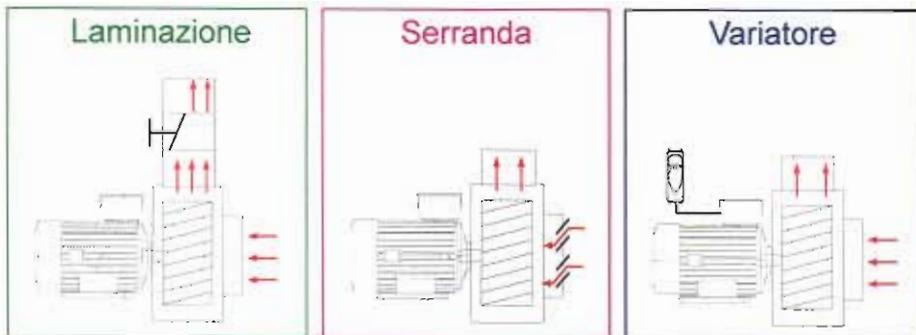
Motori Asincroni e Sincroni a Magneti Permanenti



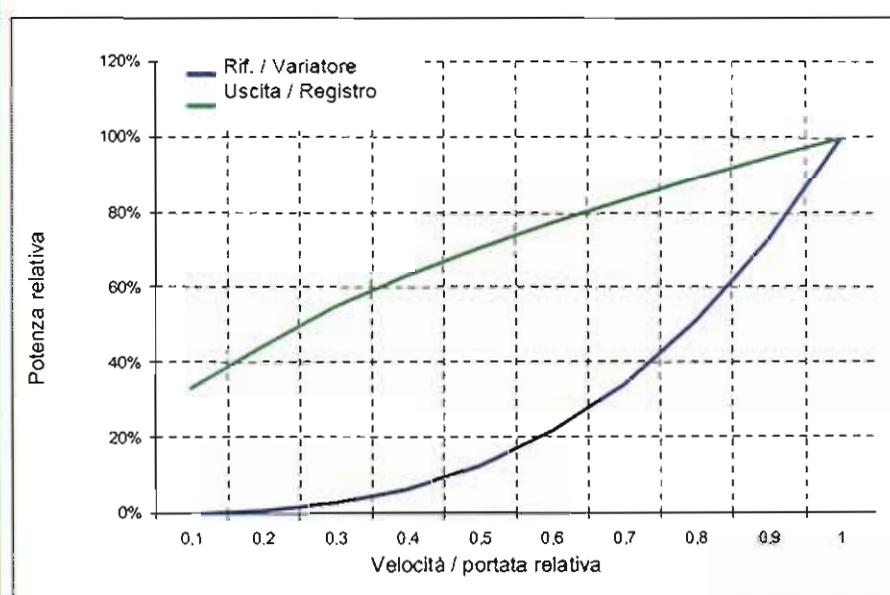
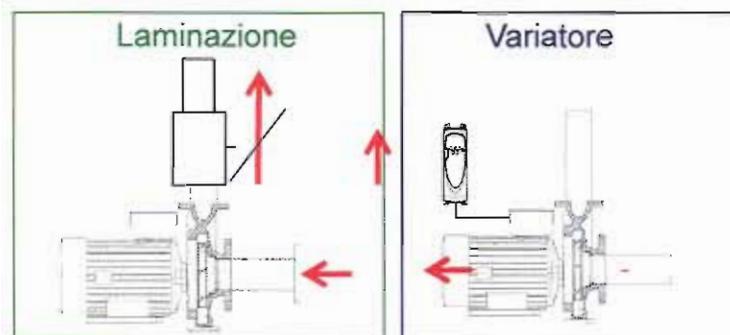
# Risparmio energetico grazie alla Velocità Variabile

## Esempio : applicazione centrifuga

### VENTILAZIONE



### POMPAGGIO



# *Velocità Variabile Tecnologia del Motore*

## ASINCRONO



La velocità di rotazione è inferiore alla frequenza di alimentazione dello statore:  
**il motore ha scorrimento**

## SINCRONO



La velocità di rotazione è identica alla frequenza di alimentazione dello statore:  
**il motore non ha scorrimento**



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa

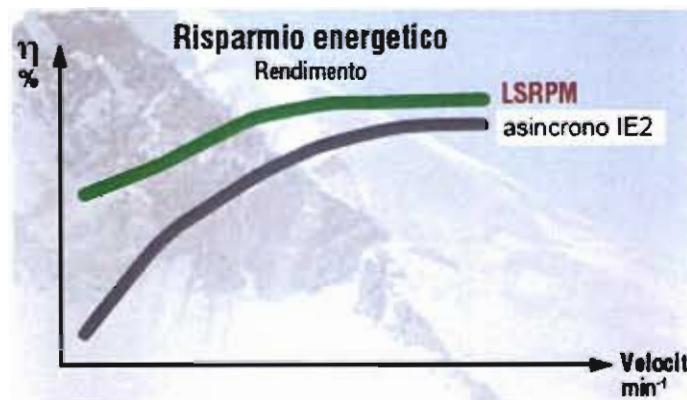


## Velocità Variabile

### Sviluppo della tecnologia del rotore a magneti permanenti

#### Motori sincroni

- ✓ L'assenza delle perdite rotoriche aumenta naturalmente il rendimento.
- ✓ Il rendimento resta stabile in tutto il campo di velocità.
- ✓ Il motore non è utilizzabile alimentato direttamente dalla rete, di conseguenza gli avvolgimenti statorici sono adattati alla tensione di uscita dal variatore.
- ✓ L'utilizzo dei lamierini a basse perdite permette di innalzare il rendimento di alcuni punti.



# Motore Sincrono MP



## ► Innovazione

- rotore a magneti radiali
- meccanica motore asincron industriale



## ► Prestazioni

- risparmio energetico / rendimento
- coppia garantita su di un campo di velocità esteso
- velocità massima elevata

## ► Integrazione nelle macchine

- compattezza
- peso
- adattabilità



## ► Manutenzione Semplice

- riduzione dei costi di manutenzione
- periodicità d'ingrassaggio



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno, anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere



oro riproduzione  
omer spa



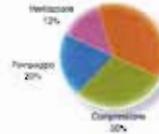
## Valutazione finanziaria del ritorno dell'investimento



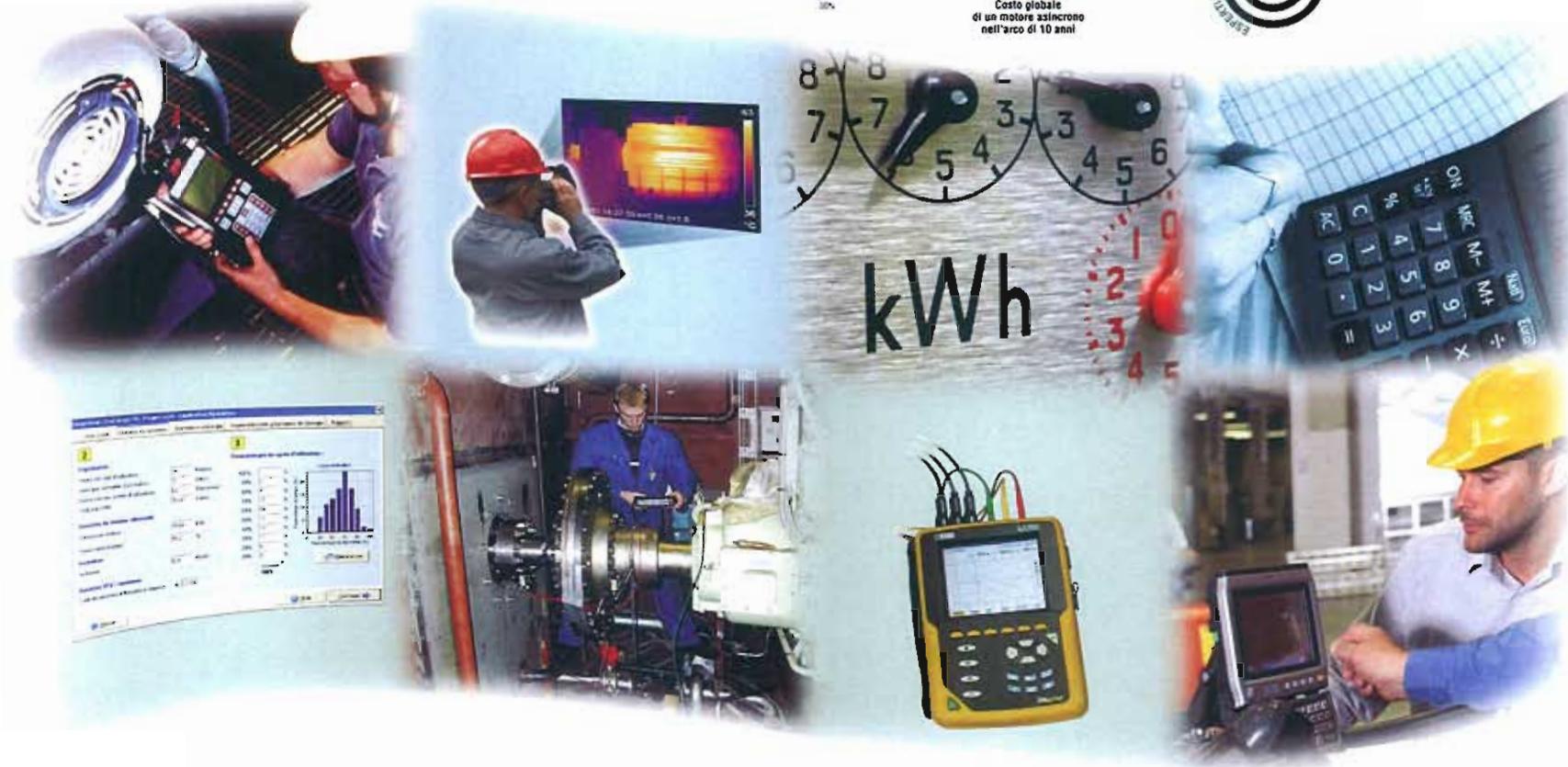
Consumo mondiale di energia elettrica



Peso delle applicazioni centrifughe nell'industria

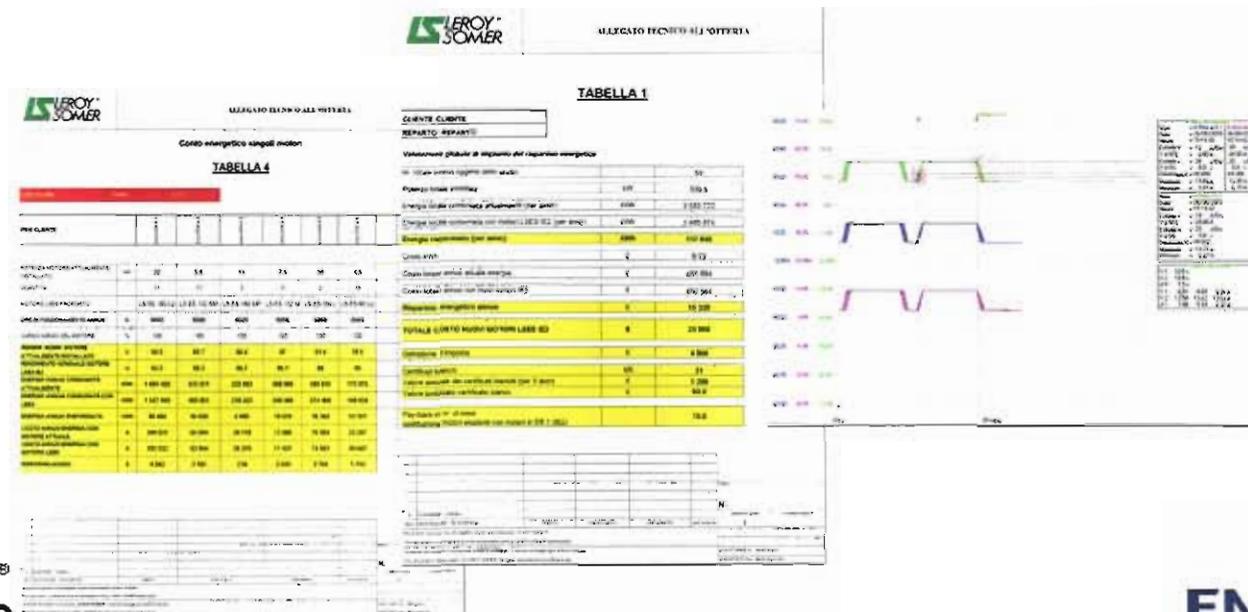


Costo globale di un motore asincrono nell'arco di 10 anni



# AUDIT ENERGETICO : SCOPO

Calcolare i risparmi conseguibili adottando motori ad elevato rendimento o soluzioni a velocità variabile a sostituzione dei motori esistenti, valutare gli incentivi disponibili e definire l'investimento necessario ed il relativo pay-back



# AUDIT ENERGETICO

- **Rilevare le caratteristiche** delle motorizzazioni esistenti
- **Misurare o calcolare il consumo di energia elettrica** effettivo di macchine o sezioni di impianti e processi in esercizio in relazione ai cicli di funzionamento
- **Selezionare i motori** a elevato rendimento idonei alle diverse motorizzazioni esistenti
- Individuare applicazioni adatte al controllo a **Velocità Variabile**
- **Calcolare i consumi** di energia elettrica ottenibile con i motori ad elevato rendimento o con l'adozione della Velocità Variabile
- **Valutare l'investimento**, i risparmi ottenibili e il suo ritorno finanziario
- **Valutare gli incentivi** ottenibili



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer SpA



# VALUTAZIONE INVESTIMENTO

- **Calcolo del Pay-Back**

- Calcola il tempo entro il quale il capitale investito nell'acquisto di un fattore produttivo a medio-lungo ciclo di utilizzo viene recuperato attraverso i flussi finanziari netti generati; tra investimenti alternativi, si sceglierà quello con un "periodo di recupero" più breve, in quanto da tale momento in poi, il bene strumentale contribuirà alla formazione di utili lordi

- **Calcolo del IRR** (Internal return Rate of Return) o **TIR** (Tasso Interno di Rendimento)

- E' un indice di redditività finanziaria di un investimento. È il tasso composto annuale di ritorno effettivo che un investimento genera; In termini tecnici rappresenta la resa di un investimento da confrontare con investimenti alternativi



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soci e alla stampa. Qualsiasi ristampa o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata.



# AUDIT ENERGETICO

## MOTORIZZAZIONI A VELOCITA' FISSA



- Impianto : 6 soffianti tratt. acqua
- Potenza motori : 75 kW
- Potenza nominale totale : 450 kW
- Funzionamento : Continuo 8760h\y
- Costo energia : 0.12 €/kWh
- Consumo totale : 4'390'000 kWh
- Costo totale : 526'000 €/anno



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



# VALUTAZIONE INVESTIMENTO

Investimento	€	- 27.930	primo anno
Risparmio energia annuo	kWh	231.462	ogni anno
Certificati Bianchi	€/Y	712	Per 5 anni

€/kWh  
0,12

	Solo Energia	Incentivi	Effettivo	
y0	- 27.930	-	- 27.930	
y1	27.775	712	28.487	
y2	27.775	712	28.487	
y3	27.775	712	28.487	
y4	27.775	712	28.487	
y5	27.775	712	28.487	
IRR	96%		99%	annuo
PayBack	12,1		11,8	mesi

- Su un periodo di 5 anni l'investimento garantisce un tasso di rendimento pari al 96% annuo e ritorno in 12 mesi senza tener conto degli incentivi

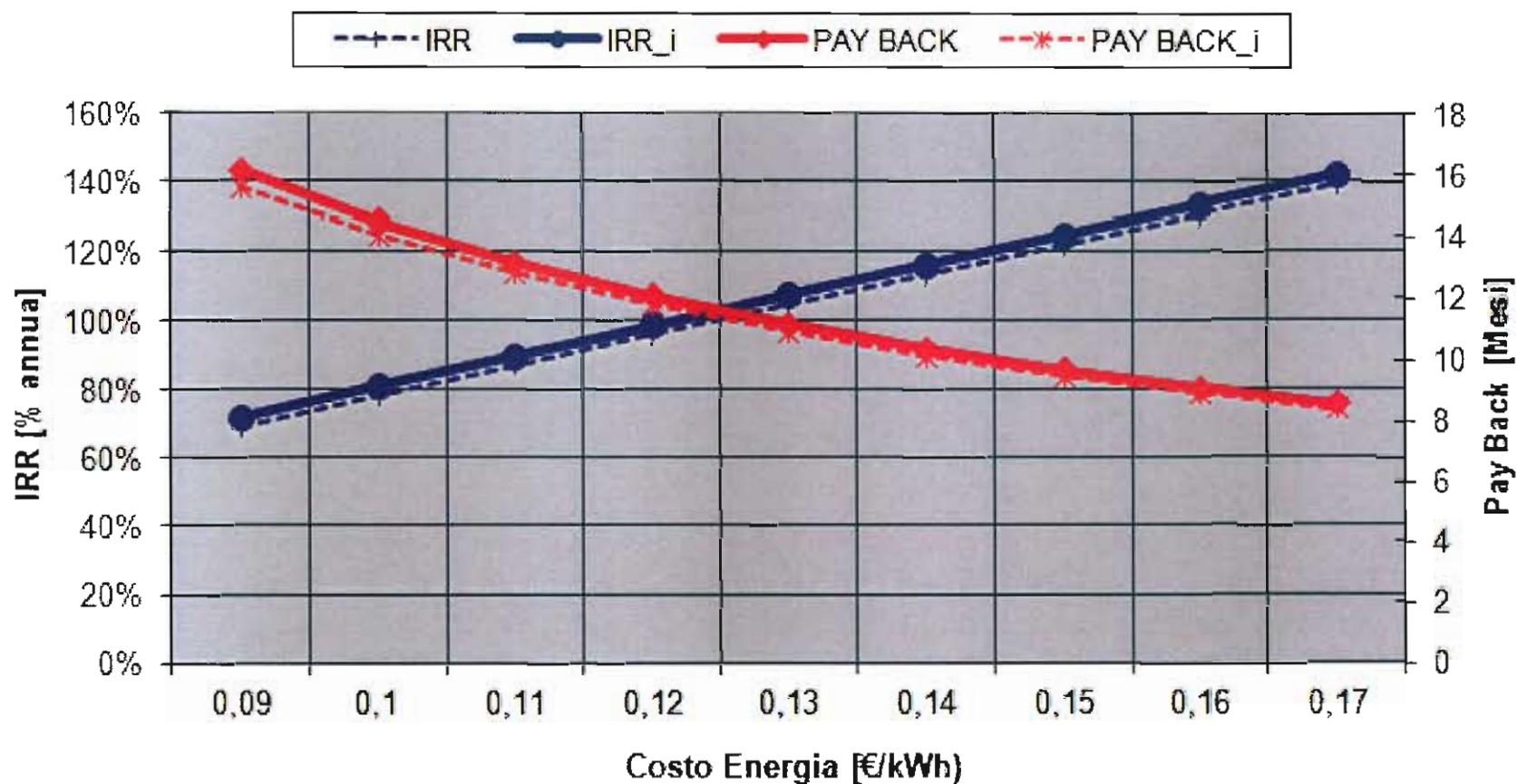
In calcolo è conservativo, infatti :

- Viene ipotizzato un costo costante del kWh
- Non viene attribuito nessun valore residuo ai motori dopo 5 anni
- Il risparmio energetico continua negli anni

# VALUTAZIONE INVESTIMENTO



RITORNO SULL'INVESTIMENTO CON E SENZA INCENTIVI  
Periodo 5 anni  
calcolo di sensitività rispetto al costo del kWh



# AUDIT ENERGETICO

## MOTORIZZAZIONE A VELOCITA' VARIABILE



- Applicazione : Compressore a Vite Aperto
- Potenza : 320 kW
- Funzionamento : Continuo, 8000 h\anno
- Costo energia : 0.115 €/kWh
- Consumo totale : 1'800'000 kWh
- Costo totale : 207'000 €/anno



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



# Centrale Frigorifera



BIRRA PERONI SRL

Stabilimento di Roma

FrigoREF



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



# Centrale Frigorifera

- 4 compressori a velocità fissa con Regolazione a Cassetti :
  - 2 Unità : 1'000 kW frigo \ mot 355 kW \ COP 3,5
  - 2 Unità : 900 kW frigo \ mot 315 kW \ COP 3,7
- Potenza Frigorifera totale : 3'800 kW
- Potenza elettrica installata : 1'340 kW
- COP medio di Impianto : 3,6
- Consumo annuo : 6'000'000 kWh

Inserimento di un 5° compressore a Velocità Variabile per ottimizzare il rendimento della centrale in funzione delle frigoriferie richieste dall'impianto



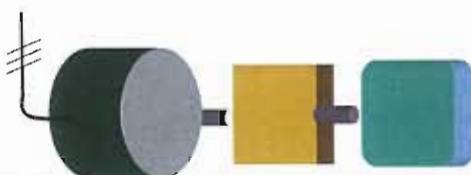
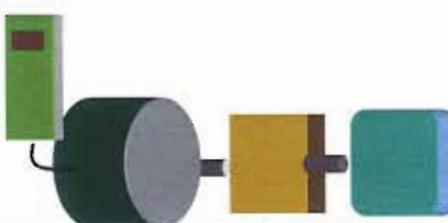
# Aumento del COP: diverse tecnologie



\*COP =  $\frac{\text{Energia Frigorifera Prodotta}}{\text{Energia Elettrica Assorbita}}$   
(coefficient of performance)



# Velocità Variabile Asincrono e PM

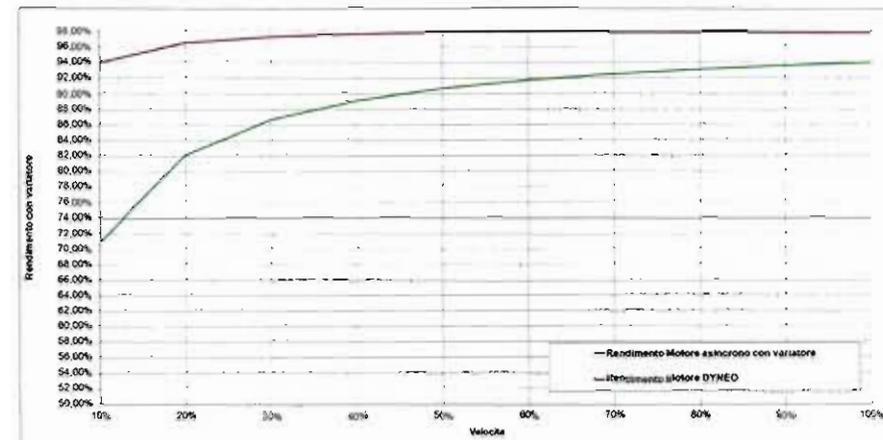
Tipo di motore selezionato	2P PLS 315LG 355kW IP 23	2P PLS 315LG 355kW IP 23	3000 LSRPM 315SP1 320kW IP 23
Classe di rendimento	-	-	-
Velocità nominale	2965 min-1	2965 min-1	3000 min-1
potenza di targa variatore	355	355	320
Corrente nominale	617 A	675 A	590 A
Momento di inerzia	2,8 kg.m2	2,8 kg.m2	2,5 kg.m2
Peso motore	1030 kg	1030 kg	670 kg
Tipo di variatore		Powerdrive MDS 470T	Powerdrive MDS 470T
	<b>soluzione asincrona a velocità fissa</b>	<b>soluzione motore asincrono con variatore</b>	<b>Soluzione motore DYNEO + variatore</b>
Costo dell'investimento (€uros)	12.815	30.280 €uros	34.907 €uros
Energia consumata (kWh)	1.951.730	1.861.088 kWh	1.764.587 kWh
Risparmio annuo		10.424 €uros 90.642 kWh 45.684 kg CO2	21.521 €uros 187.143 kWh 94.320 kg CO2
			
2P PLS 315LG 355kW IP 23		2P PLS 315LG 355kW IP 23	
		3000 LSRPM 315SP1 320kW IP 23	
		Tipo di trasmissione $i = 1 / \eta = 100\%$	
Application: 3000min-1 /290 kW			
Tempo di ritorno dell'investimento	20,1 mesi /soluzione asincrona a velocità fissa		12,3 mesi/ soluzione asincrona a velocità fissa

# Compressore a Velocità Variabile

		VV Asincr	VV Magn P	
Investimento	€	- 17.700	- 22.200	primo anno
Risparmio energia annuo	kWh	90.650	187.150	ogni anno

€/kWh  
0,115

	VV Asincr	VV Magn Per	
y0	- 17.700	- 22.200	
y1	10.425	21.522	
y2	10.425	21.522	
y3	10.425	21.522	
y4	10.425	21.522	
y5	10.425	21.522	
IRR	52%	93%	annuo
PayBack	20,4	12,4	mesi



- Calcolo rispetto alla soluzione con motore elettrico Asincrono a Velocità Fissa

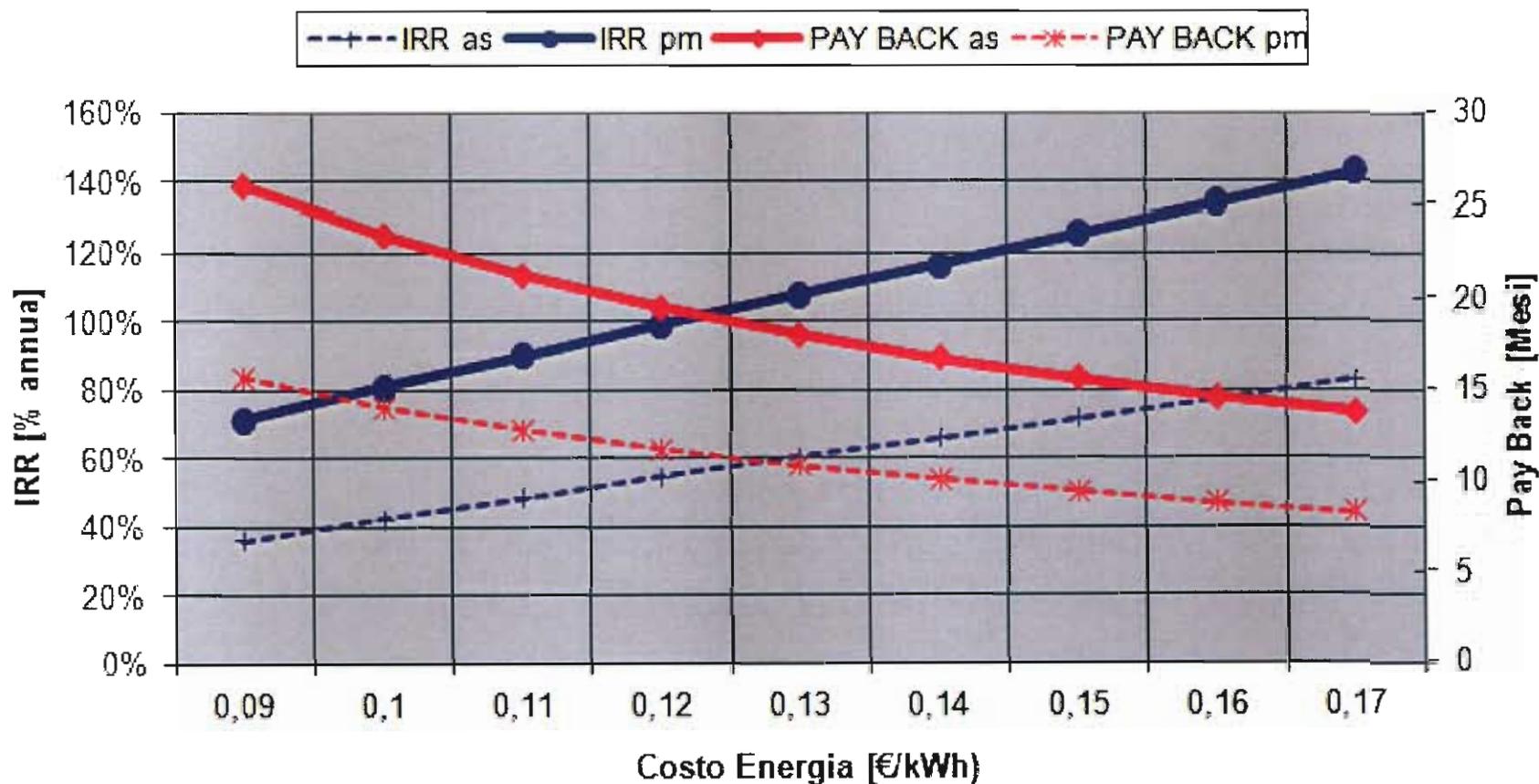


MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



# Compressore a Velocità Variabile

RITORNO SULL'INVESTIMENTO CON E SENZA INCENTIVI  
Periodo 5 anni  
calcolo di sensitività rispetto al costo del kWh



# Centrale Frigorifera

	Prima	Dopo
Compressori	-4 a velocità fissa	-4 a velocità fissa -1 a Vel var mot MP
COP	3.6	4.1
Consumo energia annuo	6'000'000 kWh	5'400'000 kWh
Costo energia annuo	690'000 €	620'000 €
Saving\Y		<b>70'000 €</b>



Risparmio energetico da introduzione compressore vv e conseguente ottimizzazione del funzionamento della centrale



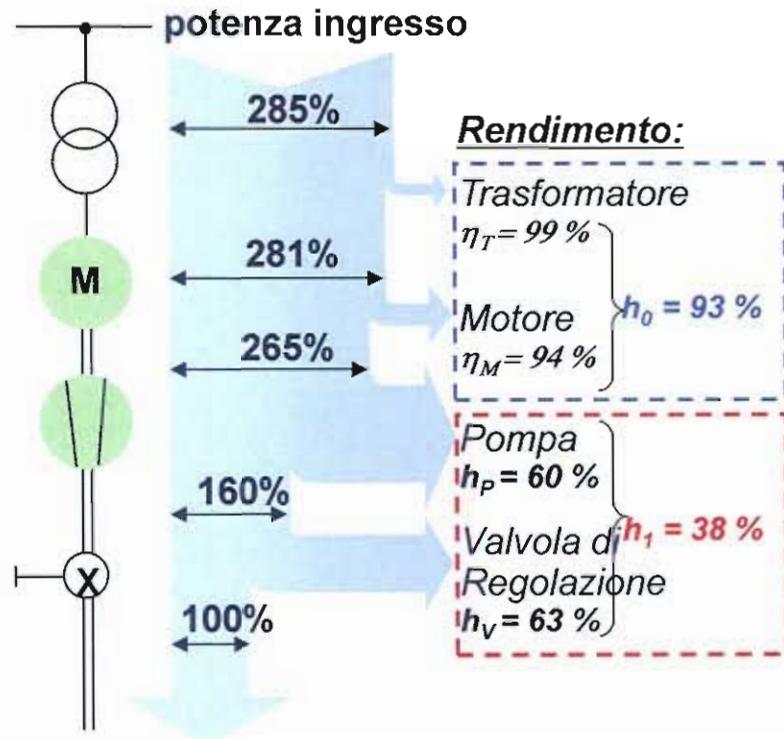
MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



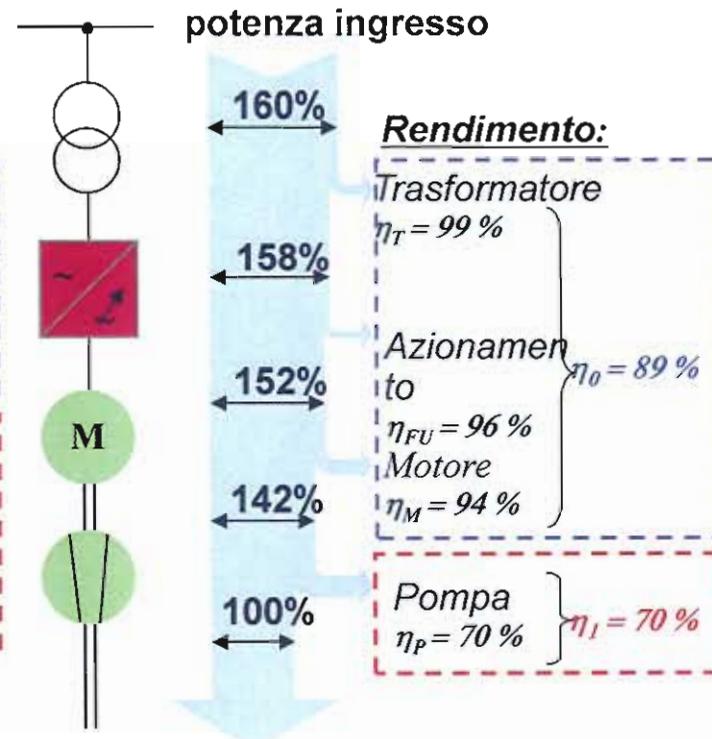
# Risparmio energetico dovuto alla Velocità Variabile

## Esempio : applicazione centrifuga

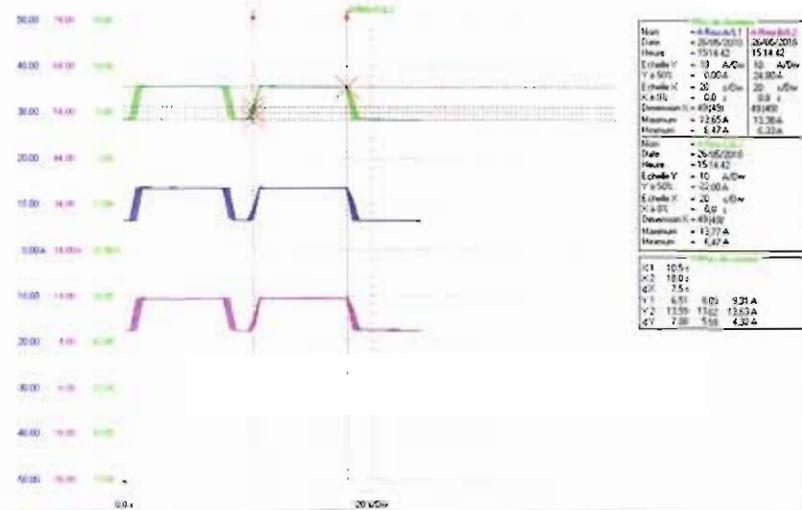
Portata regolata dalla valvola



Portata regolata dalla pompa a velocità variabile



# CAMPAGNA DI MISURA ON-SITE



Potenza e energia				
FULL		0:00:37		
	L1	L2	L3	Total
W				8107
VA				9922
VAR				5898
PF				0.82
DPF				0.82
A rms	13.8	13.4	13.9	
	L12	L23	L31	
V rms	417.0	417.3	417.2	
26/05/10 15:26:37 398V 50Hz 3Ø DELTA EN50160				
RECALL	DELETE	SAVE	PRINT	BACK

Se l'applicazione lo richiede, la valutazione del risparmio energetico viene effettuata tramite una campagna di misura in campo



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



# CAMPAGNA DI MISURE ON SITE

La campagna di misura prevede il rilievo delle :

- **CARATTERISTICHE ELETTRICHE MEDIANTE UN ANALIZZATORE DI RETE :**
  - Tensione, Corrente, Potenza Attiva e Reattiva
  - Fattore di potenza
  - Armoniche e Correnti di Spunto
- **CARATTERISTICHE DEL PROCESSO MEDIANTE LA STRUMENTAZIONE DI MISURA E CONTROLLO ESISTENTE SUL SITO :**
  - Le caratteristiche di Valvole e Serrande utilizzate come sistemi di regolazione meccanica
  - La loro posizione in relazione ai parametri controllati (Pressione, portata, temperatura)



# CAMPAGNA DI MISURE

## VERIFICA DELL'EFFICACIA ENERGETICA

- METODO DI CONFRONTO
  - Dopo la messa in opera del nuovo sistema, una seconda campagna di misure, permette di verificare l'efficacia dell'intervento di ottimizzazione energetica
  - E' necessario naturalmente prestare particolare attenzione alle condizioni ambientali durante le misure in quanto le stesse devono risultare identiche prima e dopo l'intervento.



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa





# CERTIFICATI BIANCHI



Titoli di efficienza energetica (TEE) e incentivi fiscali



The collage features several key elements:   
- Top left: Euro currency symbols in various colors and sizes.   
- Center left: A green industrial motor with 'IE2' and 'IE3' efficiency labels.   
- Center: The 'Enel Green Power' logo with the text 'Le offerte Enel Green Power sono disponibili presso tutti gli Affiliati Enel.si'.   
- Top right: A red 'Dyneo' motor next to a white control cabinet.   
- Bottom left: A worker in a blue uniform and white hard hat looking at a tablet.   
- Bottom center: A yellow handheld electronic device displaying a waveform graph.   
- Bottom right: Three men in business attire shaking hands over a table.

**AUDIT CHECKLIST**  
 Audit Satisfactory  
 Nonconformances Found  
 Observations Made

# ***CERTIFICATI BIANCHI***

- 1 TEP
- 4'545 kWh risparmiati all'anno
- 1 Certificato bianco all'anno per 5 anni
- Il valore dei certificati bianchi è variabile : borsa
- Il valore medio è pari a circa 100 € per certificato



# CERTIFICATI BIANCHI

- **Schede standard approvate da ENEA :**
  - Tutte le applicazioni dove si sostituisce il motore esistente con motore **IE3**
  - Non ci sono restrizioni (minimo 1 TEP, cioè 1 certificato)
  - Ci si basa solo sui dati di targa e sui Routing Test
  - Recentemente : 1 TEP = 2,67 Certificati. In evoluzione
- **Schede di Misura da approvare di volta in volta :**
  - Progetti minimi ammissibili 50 Tep (circa 230'000 kWh per anno), anche raggruppati a condizione che sia la stessa applicazione
  - Sostituzione di tecnologia esistente o di tecnologia normalmente utilizzata per l'applicazione
  - Richiede campagna di misure prima (teorica se confrontata con tecnologia de-facto) e dopo per certificare I risparmi



# CERTIFICATI BIANCHI

## Stima Omnicomprensiva Dei TEE Erogati

Turni	Potenza Motore						
	meno di 1,5	da 1,5 a 3	da 3 a 5,5	da 5,5 a 11	da 11 a 22	da 22 a 45	da 45 a 90
1 TURNO	16,38368131	11,22926	7,792987	5,522589	4,356709	2,761295	2,086311
2 TURNI	32,70600052	22,39717	15,46325	10,98382	8,500604	5,522589	4,111261
3 TURNI	62,77343063	42,95347	29,76062	21,16993	16,50641	10,61564	7,915711
STAGIONALE	17,67228546	12,08833	8,345246	5,952124	4,66352	2,945381	2,270898

### Esempio Di Calcolo :

6 motori da 75 che lavorano su 3 turni.

$$6 * 75 = 450$$

$$450 * 7,91 = 3.559 \text{ Euro}$$



# CERTIFICATI BIANCHI

Leroy Somer ha un accordo con Enel.si, società di Enel Green power per



- Effettuare le misure : Audit Energetico
- Sviluppare la valutazione finanziaria del ritorno dell'investimento
- Preparare e presentare il progetto per ottenere gli incentivi
- Gestire gli incentivi per l'intero periodo di 5 anni



MaintenanceStories 2012 - Gli atti del convegno sono riservati ai soli partecipanti e la loro riproduzione anche parziale o diffusione a terzi dovrà essere espressamente autorizzata da Leroy Somer spa



## ***Fondo Rotativo di Kyoto : Motori Elettrici***

- Sostituzione Motori EI Potenze superiori a 90 kW
- Installazione di “Motori ad Alta Efficienza”
- Prevede :
  - il finanziamento fino al 70 % del valore dell’investimento
  - Tasso di interesse del 0,5% per cinque anni
  - 30% del finanziamento coperto da Garanzie Bancarie
  - Non può essere incentivato



# Sistemi di trasmissione



**LS LEROY<sup>®</sup>  
SOMER**

**MAINTENANCE STORIES**

*19 Aprile 2012, Alba*



***[www.leroysonmer.it](http://www.leroysonmer.it)***

  
**EMERSON**  
Industrial Automation