

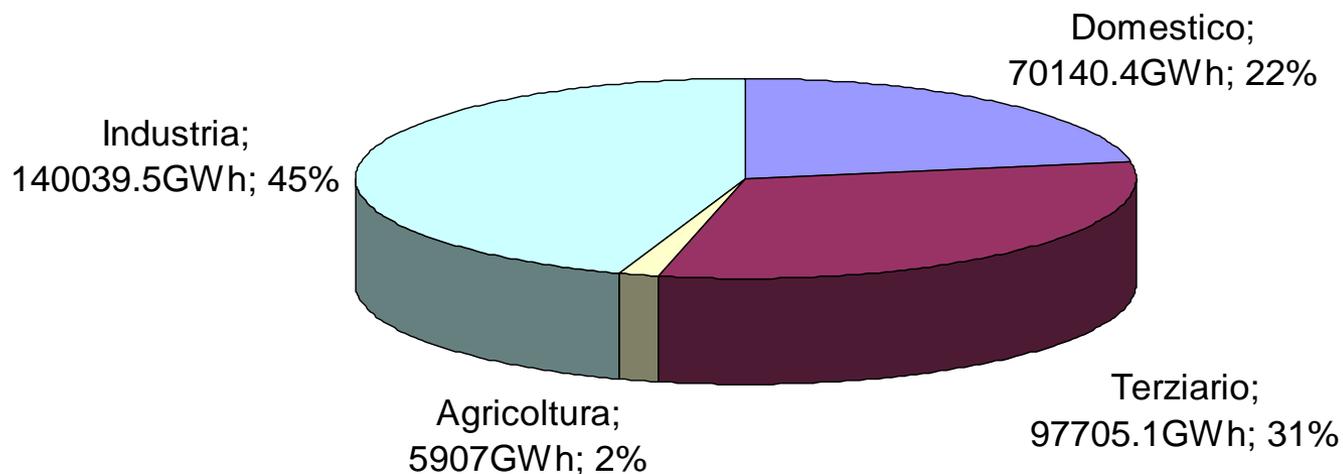
**Panasonic**

Motion Control con Servo Brushless  
in sostituzione di movimentazione Pneumatica:  
Analisi Comparativa ed Esempi Applicativi

---

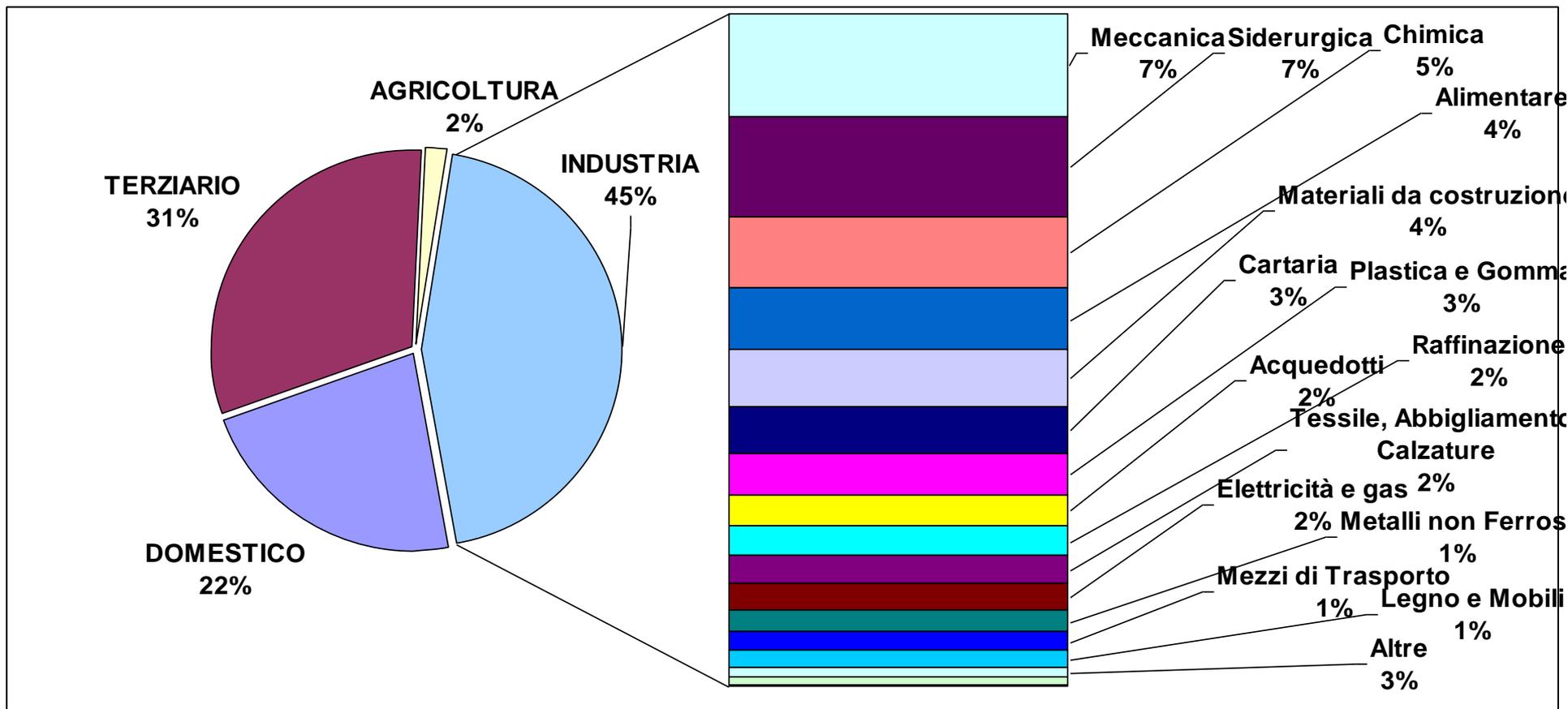
Ing. Giuliano Castioni

Nel 2011 in Italia sono stati consumati  
**313.792.000.000 KWh**  
 Per un valore pari a circa **100 miliardi di €**



# L'energia elettrica in Italia

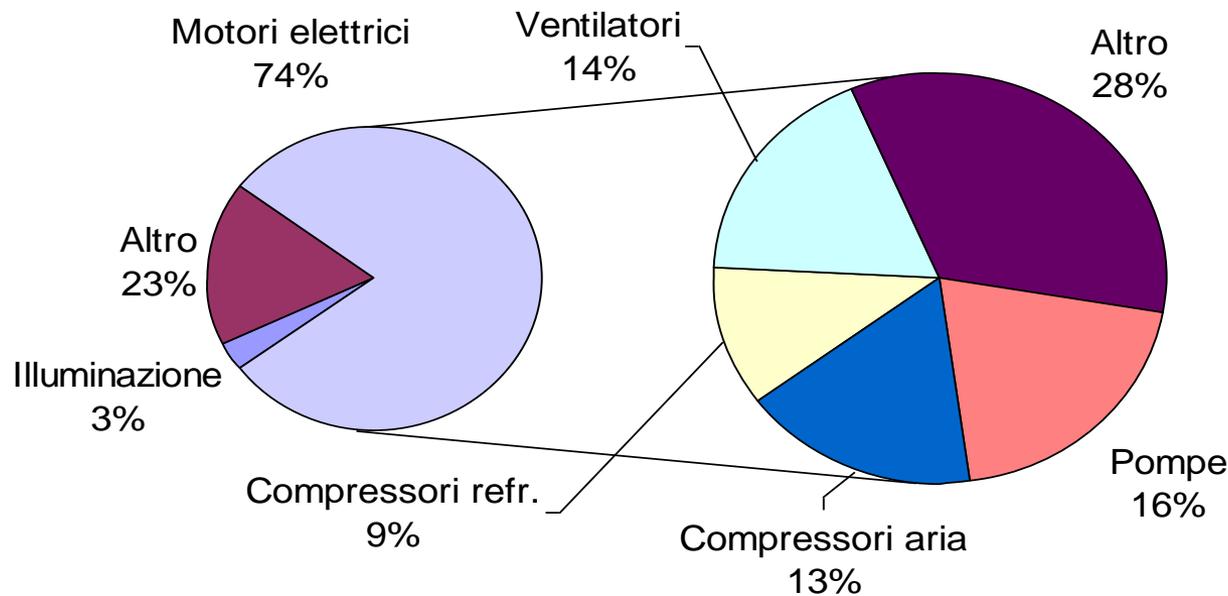
Il mercato dell'industria meccanica, siderurgica, chimica e alimentare ( mercati di nostro interesse ) coprono circa il 25 % dei consumi nazionali.



# Consumo energetico dei compressori nell'industria

Nel settore industriale il 74% dell'energia è impiegata da motori elettrici, il 13 % di questa energia è utilizzata da compressori d'aria, significa che dei 313.000 GWh consumati ogni anno, 13500 GWh sono utilizzati dai compressori d'aria

## Consumo di energia nell'industria

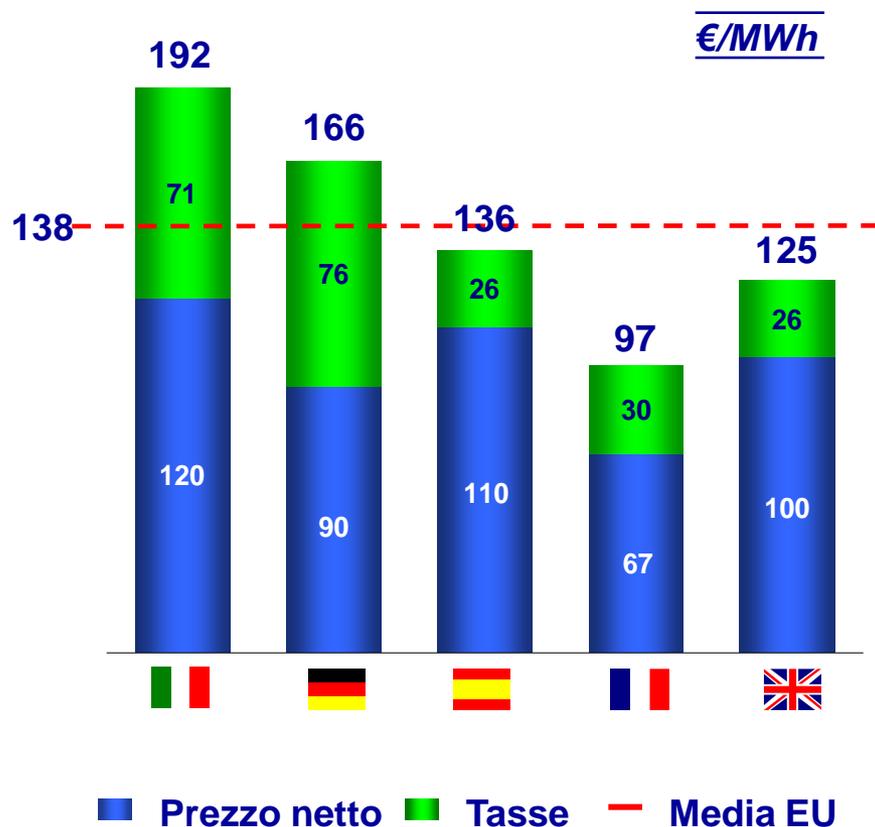


# Confronto prezzi con maggiori paesi europei

**Imprese con consumi  
500 – 2.000 MWh/anno**

In Italia, per le imprese medio piccole, il costo dell'energia è il 40% più alto rispetto alla media Europea

Rispetto alla Francia la nostra energia costa il doppio, 50% in più.



Il Sole  
**24 ORE**

# I dieci spread che frenano le imprese

di Morya Lonqo [Cronologia articolo](#) 23 settembre 2012 [Commenti \(6\)](#)

di quelle degli speculatori. Per esempio in Italia l'energia elettrica è tra le più care d'Europa. Un'industria italiana – stima Nomisma Energia – paga 0,13 euro per chilowattora: solo Malta e Cipro ci battono in tutto il continente. In tutti gli altri Paesi, inclusi quelli fuori dall'area euro, l'elettricità è più economica.

**CORRIERE DELLA SERA** 

## Editoriali e Commenti

### Un animale senza difese

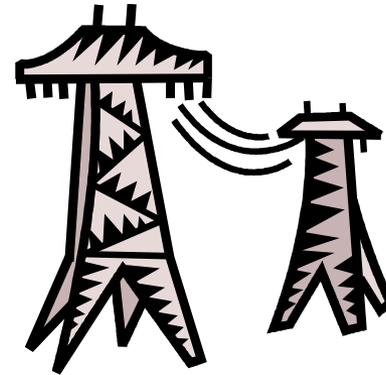
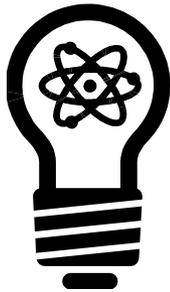
**L'Europa dell'euro è invece inerme**, come se fosse votata al suicidio. Si prenda il recente caso dell'alluminio del Sulcis.

L'Alcoa se n'è andata per la semplicissima ragione che la nostra energia elettrica è più cara (la importiamo in parte dalla Francia e, ironia della sorte, dalle sue centrali nucleari). Mi chiedo: non

**Giovanni Sartori**

12 novembre 2012 | 8:05

- Alla luce di questi dati si rende oramai necessario un intervento per far emergere i cosiddetti costi sommersi, uno dei quali è sicuramente l'**ENERGIA**.



- Se vogliamo **essere competitivi** contro paesi dove l'energia consumata per la produzione ha un'incidenza irrisoria, dobbiamo creare una “contabilità energetica” che permetta di tenere sotto controllo e monitorare i consumi energetici.

# **Analizzatori**

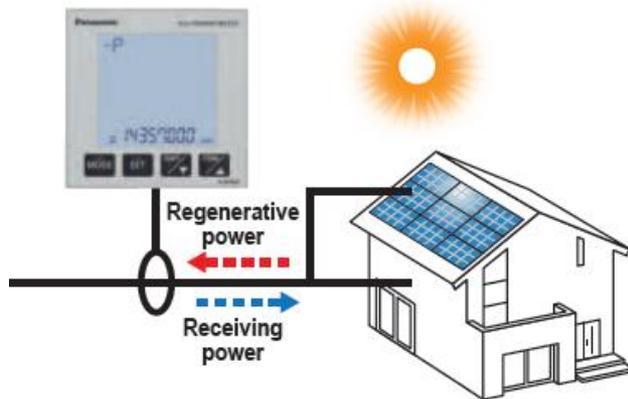
- **Monitorare l'energia**
- **Risparmiare energia**
- **Evitare sprechi inutili di energia**
- **Raccogliere e registrare i dati**
- **Proteggere l'ambiente**
- **Mantenere e manuntenere I dati relativi al risparmio energetico**

# Analizzatori

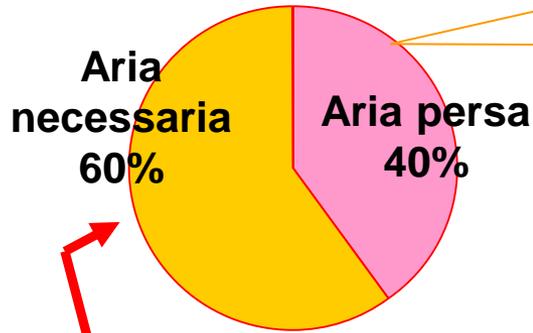
- **Grandezze principali:**
  - Tensione, Corrente.
  - Energia elettrica attiva, reattiva, apparente.
  - Equivalente di emissioni CO<sub>2</sub>
  - Fattore di potenza
  - Frequenza
  - Analisi armoniche

## Caratteristiche principali:

- RS485 Modbus RTU
- Contatore pulse input e pulse output
- USB per programmazione
- DataLogger
- Orologio / calendario
- Misura da un minimo di 5 mA fino a 4000 A
- Lettura potenza utilizzata ed immessa
- Tensioni ammissibili da 0 a 500 VAC
- Velocità di lettura 1.0 µsec.

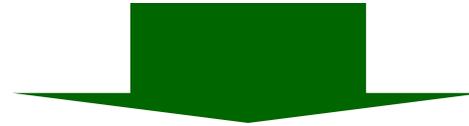


# Controllo consumi elettrici

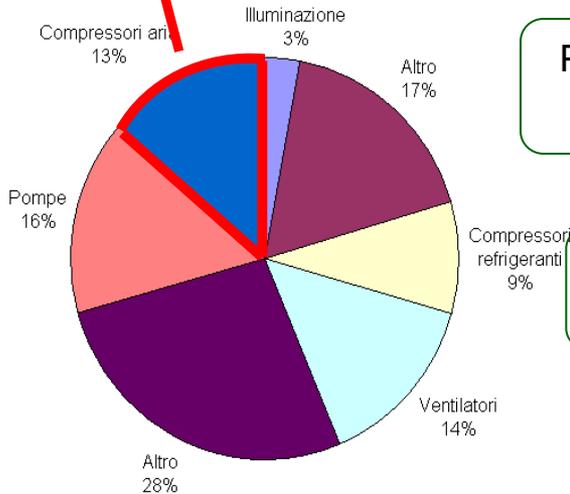


Perdita di aria all'interno di tubi ed equipaggiamento 15%  
Perdita di pressione all'interno dei tubi 15%  
Mancanza di manutenzione 10%

In molti casi l'uso dell'aria è incontrollato



L'aria è invisibile si pensa che sia gratis



Pulisco i prodotti con la pistola ad aria

Posso pulire la mia stazione di lavoro



Al contrario della corrente, l'aria è gratuita!

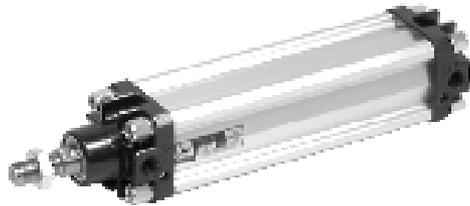
Caratteristiche dell'aria:

**INVISIBILE – INODORE – INOFFENSIVA – NON INQUINANTE –  
NON SI INCENDIA, PURTROPPO..... COSTA!!**

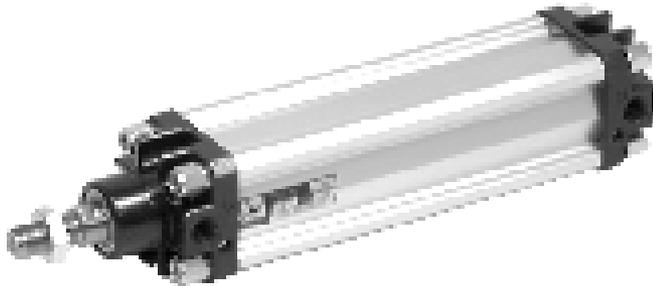
## Esempio di intervento: Il pistone pneumatico

### Descrizione del problema:

Troncatrice per legno movimentata una massa di 100 Kg con movimento verticale per circa 2000 cicli ora. Per effettuare il movimento verticale viene utilizzato un pistone pneumatico, con doppia camera di diametro 80mm.



## Esempio di intervento: Il pistone pneumatico



Dati pistone:

- (Pa) Pressione da applicare : 5 bar
- (C) Corsa 225 mm
- (A) Area pistone cilindro : 1.226 dm<sup>2</sup>
- (b) Diff area pistone /stelo : 1.156 dm<sup>2</sup>

Calcolo consumo del pistone per ogni ciclo:

$$C = P_a \times C \times (A + b) = 26.8 \text{ Nl ( Normal Litro )}$$

Supponendo 2000 cicli ora  $\rightarrow$  34 cicli minuto, si avrà un consumo di aria al minuto di

$$C_{Am} = 26.8 * 34 = 911.1 \text{ Nl}$$

Esempio di intervento:  
Il pistone pneumatico

- Per avere circa 1000 Nl al minuto a 5 bar devo prevedere un compressore d'aria che sviluppa circa 1200 Nl al minuto a 8 bar.

Un **compressore** con queste caratteristiche ha un motore da circa 7.5 KW con un rendimento medio di 0.95 e quindi una **potenza assorbita** a regime di  $7.5 * 0.95 = 7.9 \text{ KW}$

Nel caso **ideale** il compressore dovrà funzionare a regime circa

$$911 * 5 / 1200 * 8 = 47 \% \text{ del suo tempo.}$$

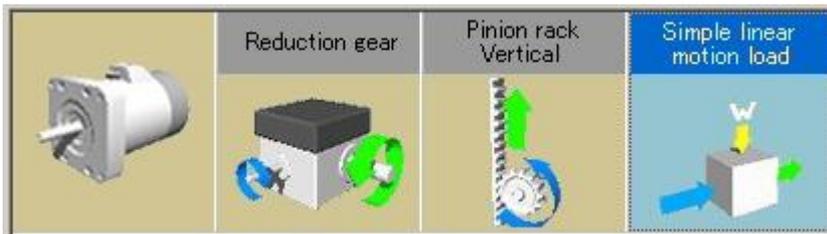
Questo significa un consumo giornaliero ( 8 ore ) di circa  $7.9 \text{ KW} * 0.47 * 8 = 29.70 \text{ KWh}$

# Esempio di intervento: Sostituzione con motore brushless

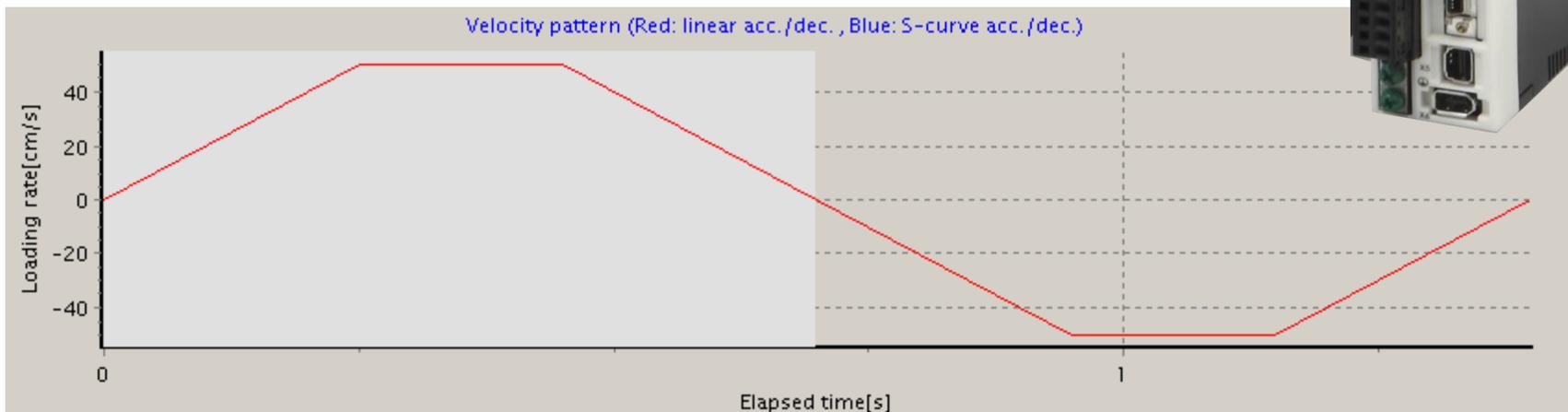
Sostituiamo il pistone pneumatico con un motore brushless

1) Attraverso un apposito software posso calcolare quale motore è indicato per eseguire questo tipo di movimento.

Quindi inserisco la meccanica che sarà composta da: riduttore 1/10, pignone e cremagliera e carico da 100 Kg.



Inserisco poi il tipo di movimento



# Esempio di intervento: Sostituzione con motore brushless

... attraverso una tabella.

1	Elapsed time	2	Time interval	Rotation speed	Loading rate	Abs. position	Acc. time	Dec. time	Acceleration
	s		s	r/min	cm/s	cm	s	s	G
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.7000	0.7000	1909.8609	<del>50.0000</del>	22.5000	0.2500	0.2500	0.2041	
3	1.4000	0.7000	-1909.8609	<del>-50.0000</del>	0.0000	0.2500	0.2500	-0.2041	
4									

225 mm di movimento come per il pistone

Il passo successivo è di scegliere il motore

Nel tag successivo premendo il pulsante “Sizing”,

Sizing

Il software esegue i calcoli e seleziona il motore seguente

MSME154GCH	MDDHT3420	1.5kW	1.9731 OK	1909.8609 OK	56.8947 OK	69.7991 OK	28.5553 OK	316.1459 Needed
------------	-----------	-------	-----------	--------------	------------	------------	------------	-----------------



MINAS A5 series da 1.5 KW

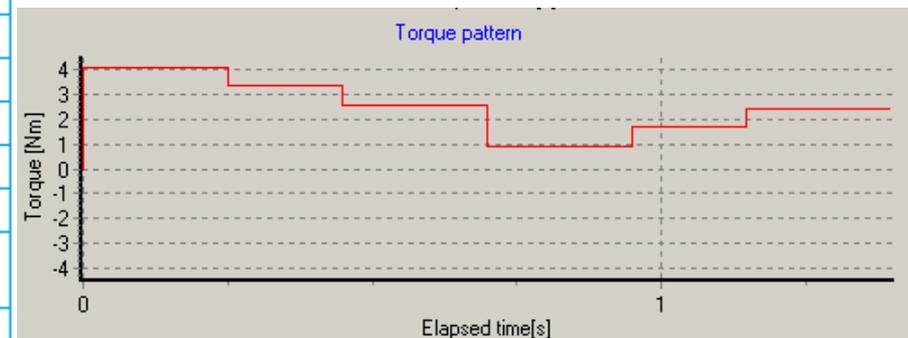
Bassa inerzia

# Esempio di intervento: Sostituzione con motore brushless

Il software sceglie un motore da 1.5 KW con queste caratteristiche

		AC400V	
Motor model *1	IP65	MSME154GC□	MSME154SC□
	IP67	MSME154G1□	MSME154S1□
Applicable driver *2	Model	A5 series	MDDHT3420
	No.	A5E series	MDDHT3420E -
	Frame symbol	D-frame	
Power supply capacity	(kVA)	2.3	
Rated output	(kW)	1.5	
Rated torque	(N·m)	4.77	
Momentary Max. peak torque	(N·m)	14.3	
Rated current	(A(rms))	4.2	
Max. current	(A(o-p))	18	
Regenerative brake frequency (times/min) Note)1	Without option	No limit Note)2	
	DV0PM20048	No limit Note)2	
Rated rotational speed	(r/min)	3000	
Max. rotational speed	(r/min)	5000	
Moment of inertia of rotor ( $\times 10^{-4}$ kg·m <sup>2</sup> )	Without brake	2.84	
	With brake	3.17	
Recommended moment of inertia ratio of the load and the rotor Note)3	15 times or less		
Rotary encoder specifications Note)5		20-bit Incremental	17-bit Absolute
	Resolution per single turn	1,048,576	131,072

Se andiamo a vedere la simulazione dell'andamento della coppia è possibile capire quanta energia viene consumata per eseguire il movimento



## Esempio di intervento: Sostituzione con motore brushless

Estrapolo i dati della coppia e del numero di giri e calcolo l'energia impiegata dalla coppia driver motore per eseguire il movimento.

Time	Number of rotation	Block torque	Energy	Media pesata
(s)	(rpm)	(Nm)	(W)	
0.25	1909.8609	4.0834	408.3102617	102.0775654
0.2	1909.8609	3.3294	665.8315058	133.1663012
0.25	1909.8609	2.5754	257.5212441	64.38031102
0.25	-1909.8609	0.9292	92.91323289	23.22830822
0.2	-1909.8609	1.6832	336.6154834	67.32309669
0.25	-1909.8609	2.4372	243.7022505	60.92556264
0.4	0	0.28	90	36
1.8			2004.893979	451.1011452

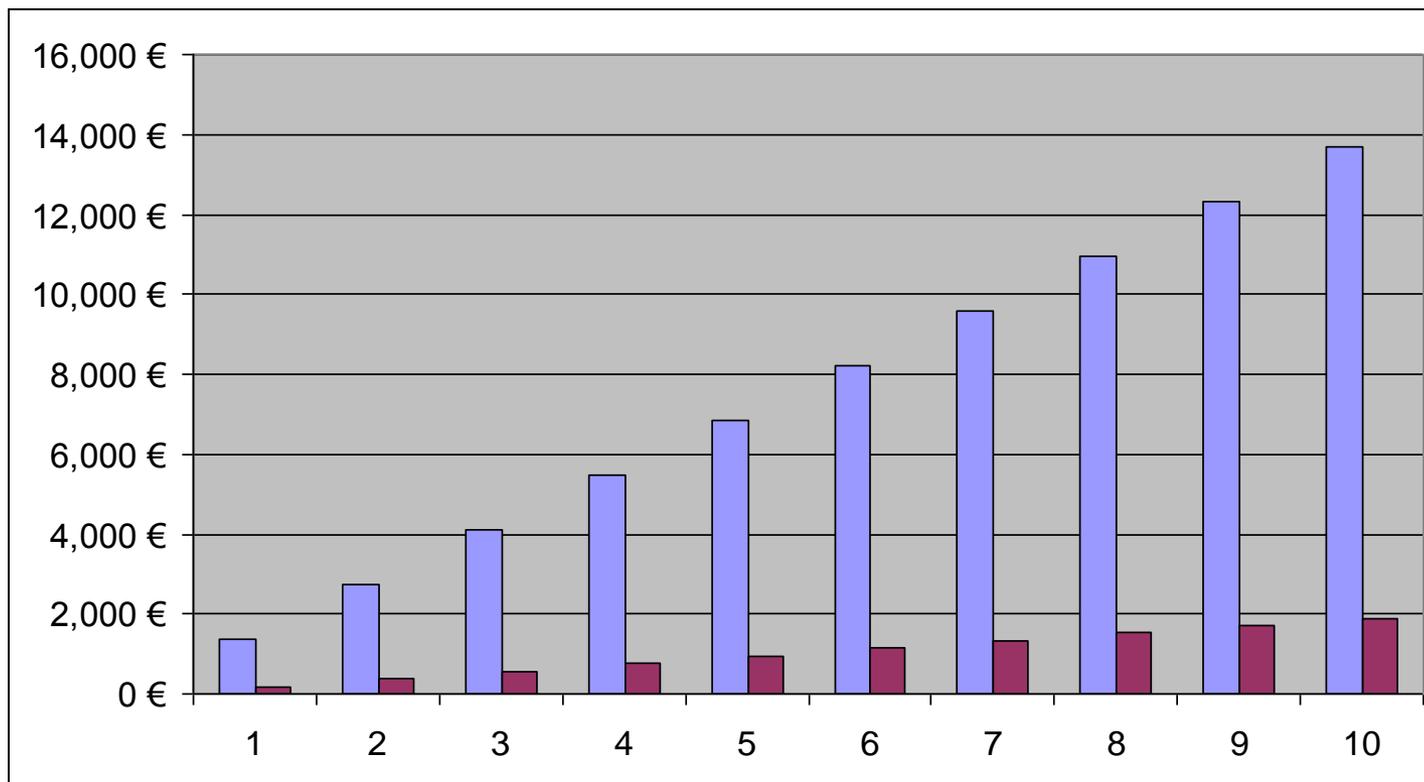
Calcolando la media pesata sul movimento, posso affermare che avrò un consumo di energia pari a 451 Wh al quale aggiungerò circa il 14 % di energia che utilizza il driver per funzionare, raggiungendo così 514.14 Wh che moltiplicati per 8 ore lavorative sono 4,12 KWh

	Pneumatica	Brushless
1 giorno lavorativo ( 8 ore)	29.70 KWh	4,12 KWh
1 mese ( 20 gg lav)	594 KWh	82.4 KWh
1 anno	7128 KWh	988.8 KWh

Al prezzo attuale dell'energia per un'azienda media ( 500 – 2000 MWh annui ) comprese le tasse, sono circa 0.192 € al KWh, la tabella sovrastante diviene.

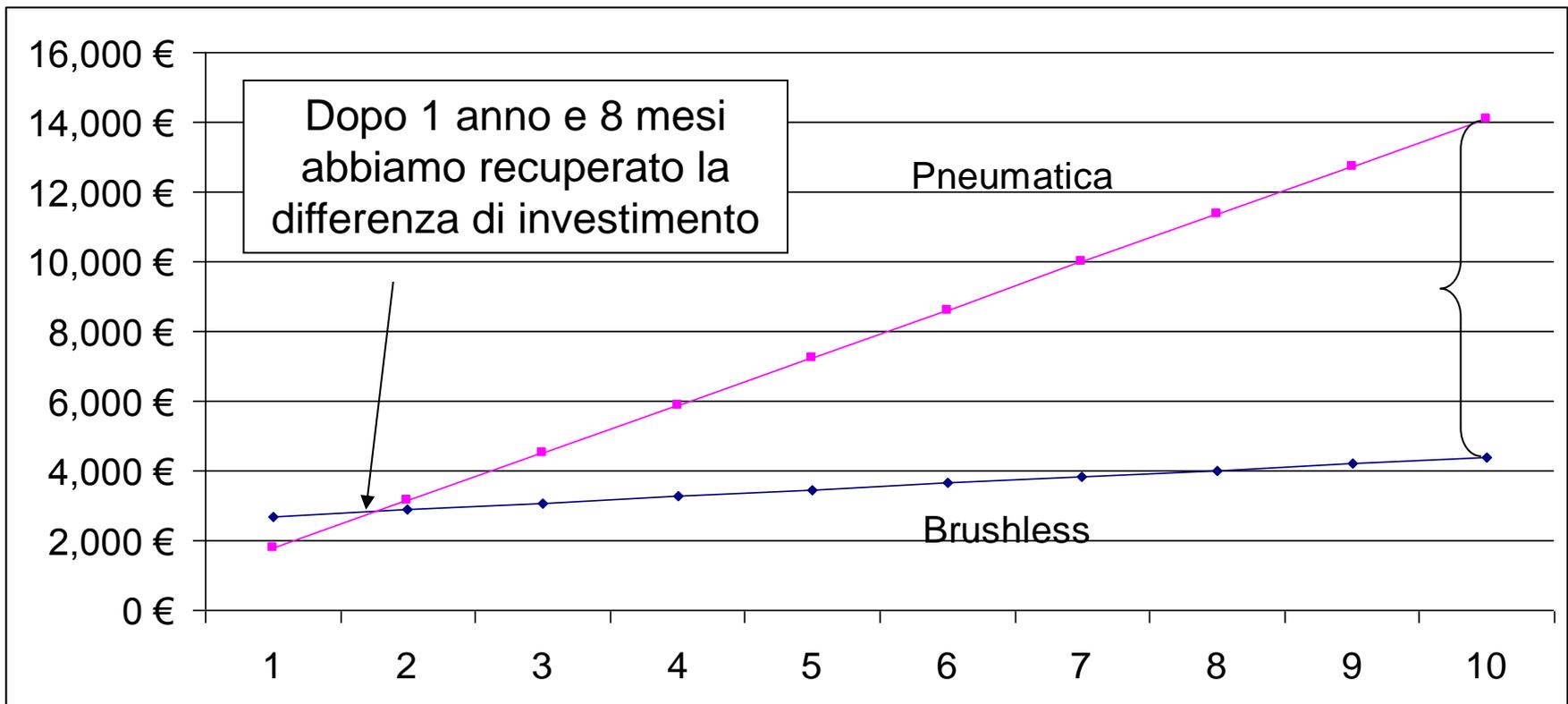
	Pneumatica	Brushless
1 giorno lavorativo ( 8 ore)	5.70 €	0.79 €
1 mese ( 20 gg lav)	114.04 €	15.82 €
1 anno	1368.57 €	189.84 €

# Confronto delle tecnologie



Considerando i primi 10 anni di vita della macchina avremmo, solo di energia, un risparmio di circa 12.000 euro, senza contare i costi di manutenzione. Inoltre...

... considerando un prezzo medio di 2500 euro per una configurazione standard brushless ( driver, motore, cavi e riduttore 1/10) e 400 euro per una configurazione standard pneumatica, abbiamo



## VANTAGGI MOTORE BRUSHLESS - PNEUMATICA

- 1) Possibilità di eseguire **posizionamenti accurati** e diversi per ogni ciclo
- 2) Possibilità di eseguire **rampe di accelerazione e decelerazione** diverse, costanti ed indipendenti dal carico
- 3) Possibilità di **controllare la coppia** durante tutta la fase del movimento
- 4) Possibilità di eseguire movimentazioni complesse: **CAM o GEARING**
- 5) Costi manutenzione quasi nulli

**L'esempio della troncatrice che abbiamo visto è un esempio reale già concluso, ma stiamo lavorando anche su altri settori, ad esempio**

1) Settore cartotecnico per taglio carta/cartone e posizionamento fogli

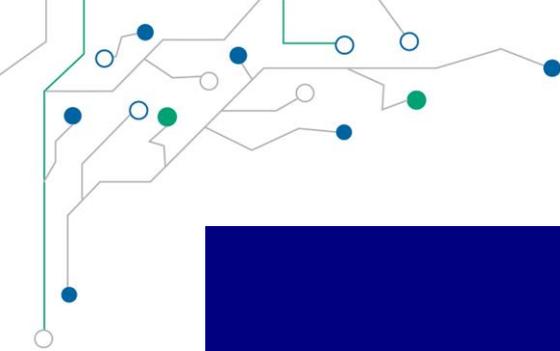


2) Settore packaging

3) Settore verniciatura industriale

4)...





**Grazie per**



**l'attenzione**