



**Seminario: Gestione dell'energia tra presente e futuro**

# **MOTORI SOMMERSI DA POZZO AD ALTA EFFICIENZA**



Caratteristiche costruttive e vantaggi

Marco Volpato, P05/2024



# FRANKLIN ELECTRIC: L'AZIENDA



Sede centrale e centro di sviluppo ingegneristico Fort wayne, indiana, USA



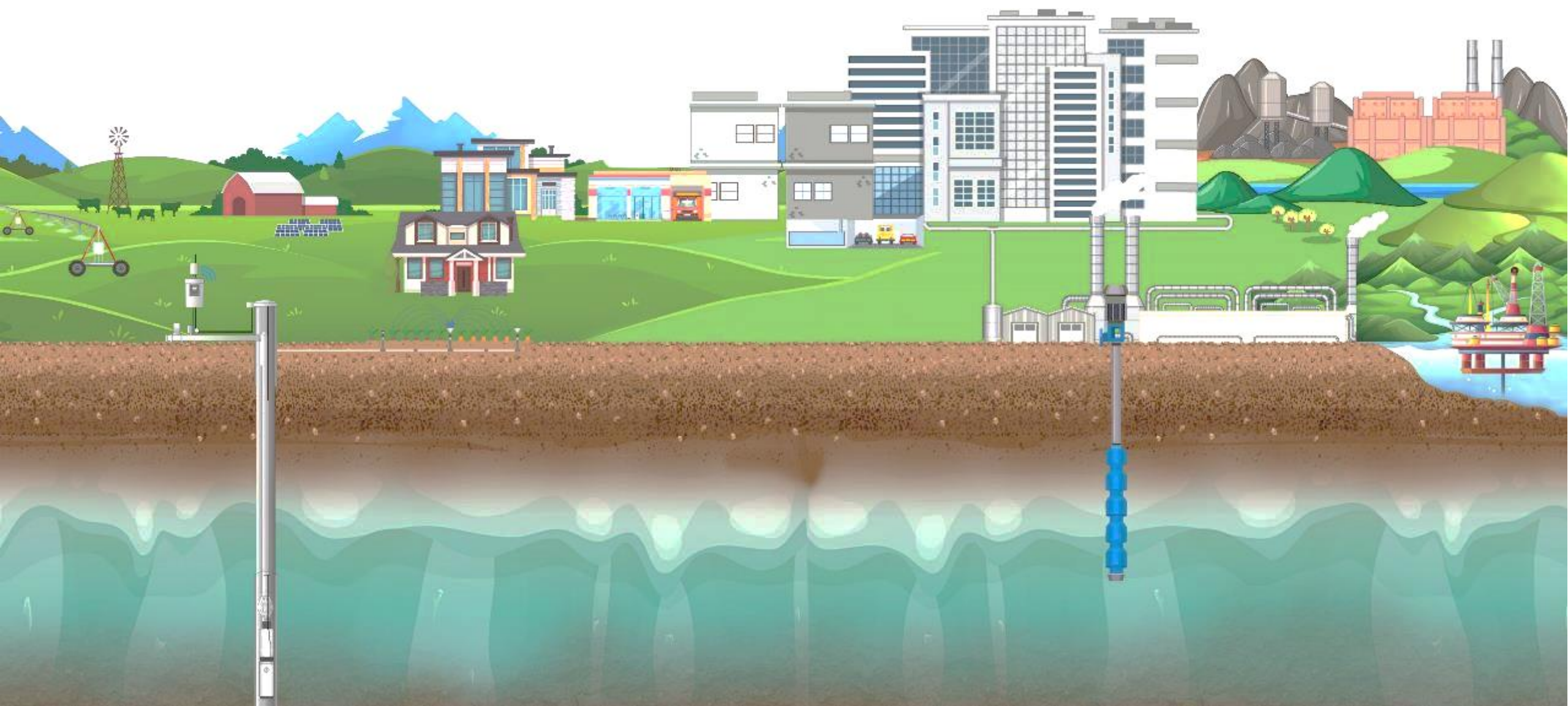
Fondata nel 1944 da Ed Schaefer e Wayne Kehoe

Riconosciuta come il più grande produttore mondiale di motori elettrici sommersi

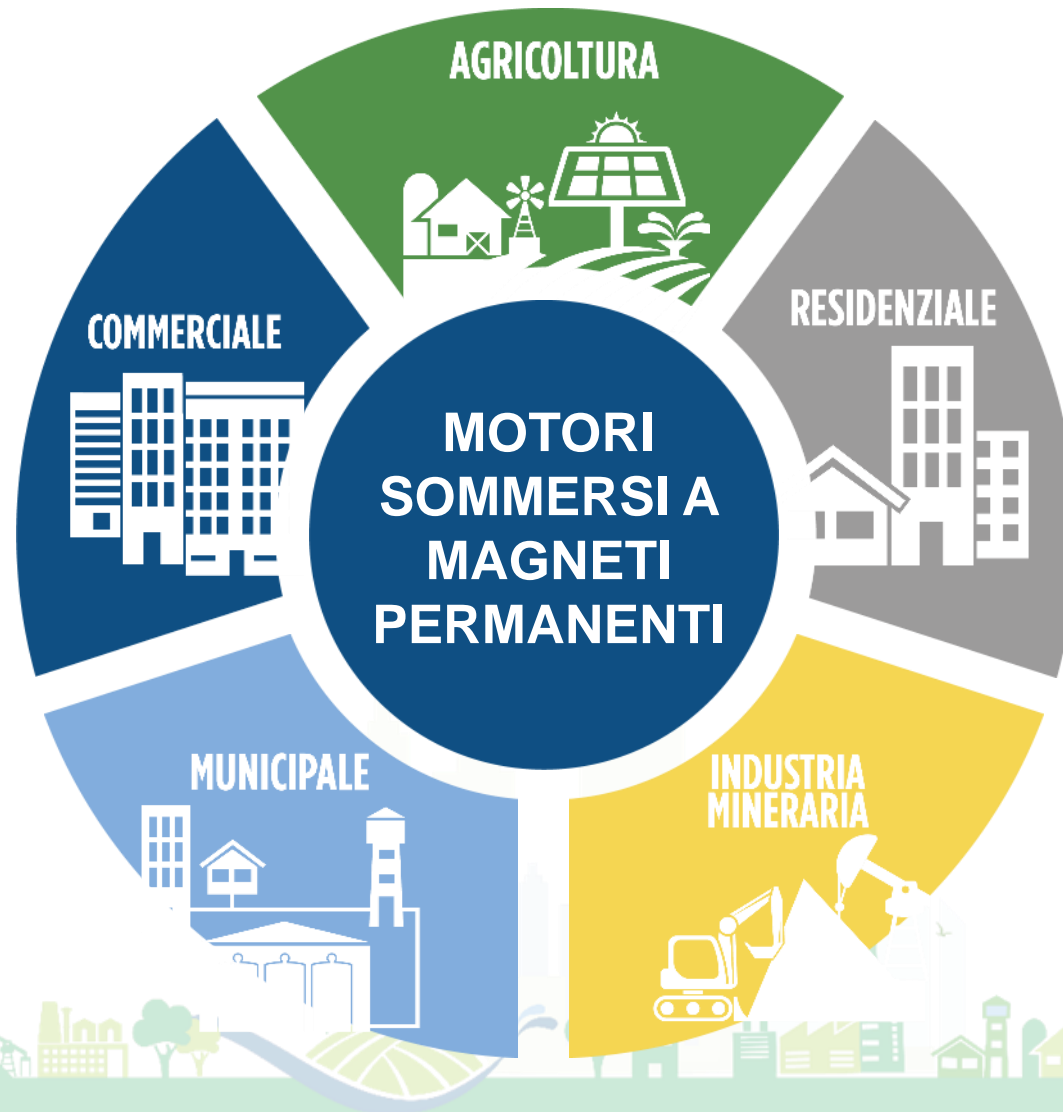




# DI CHE COSA CI OCCUPIAMO



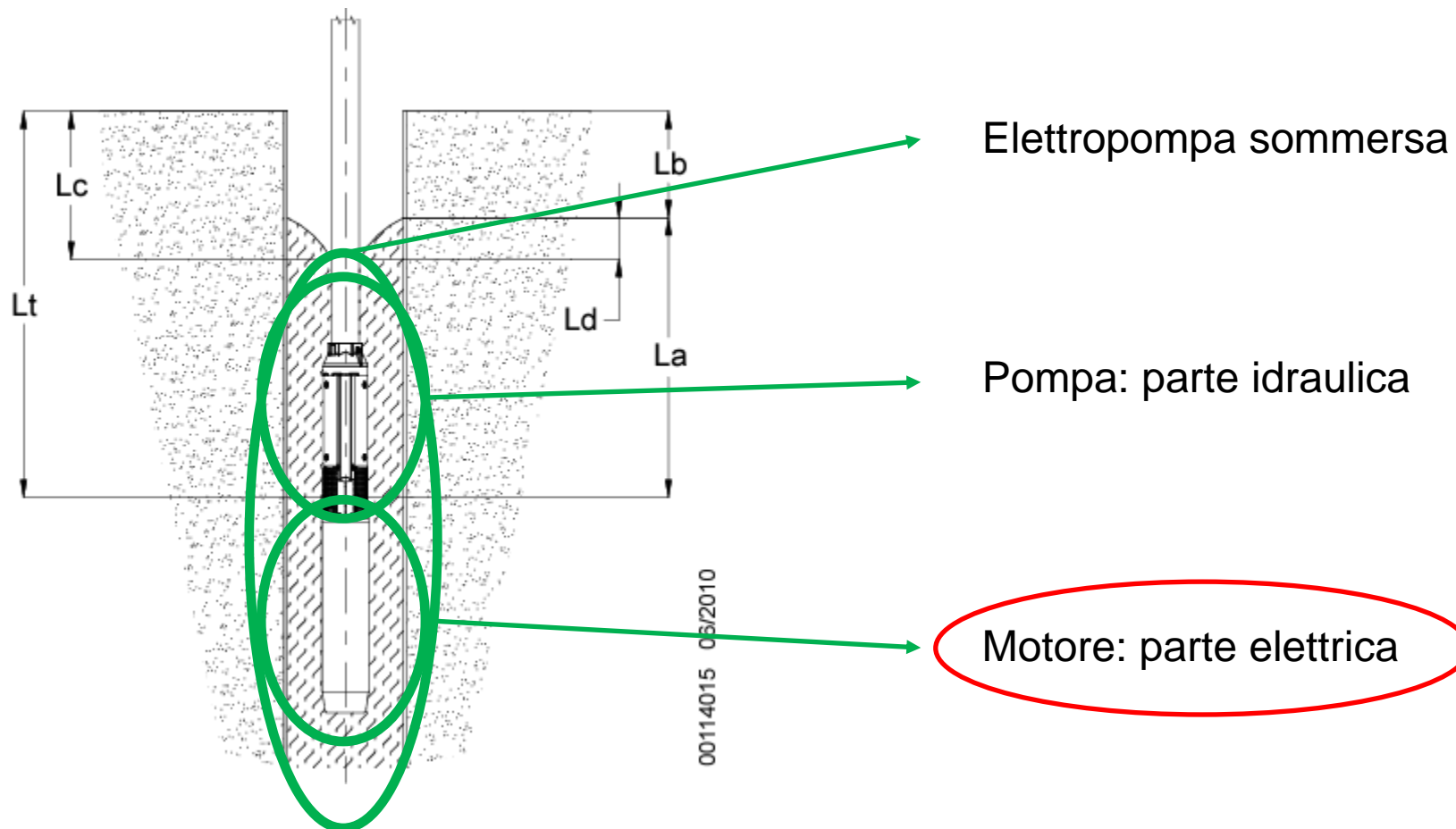
# APPLICAZIONI





# DI CHE COSA PARLIAMO: ELETTROPOMPA SOMMERSA DA POZZO

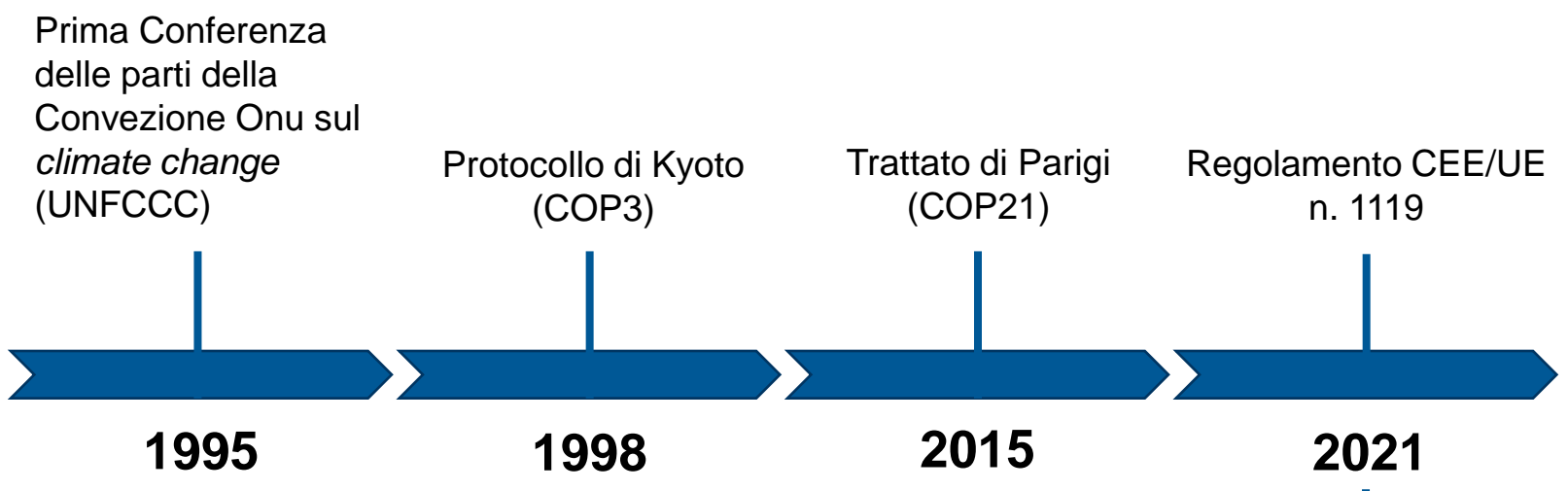
Elettropompe sommerse per emungimento acqua di falda









# PERCHÉ PARLIAMO DI RISPARMIO ENERGETICO



-  **2030** - 55 % emissioni CO2 rispetto a 1990
-  **2050** Neutralità climatica





## PREMESSE: NORMATIVA NEMA



La normativa NEMA (National Electrical Manufacturers Association) definisce i parametri di costruzione dei motori elettrici tra i quali:

- Flangia di accoppiamento
- Parametri sporgenza albero
- Diametro massimo
- E molti altri...

Per effetto del parametro legato al diametro massimo, il motore sommerso da pozzo tradizionale è una macchina molto inefficiente sia da un punto di vista MECCANICO che ELETTRICO!



## PREMESSE: NORMATIVA ErP



Direttiva 2009/125/CE «Energy related Products» (ErP) è una direttiva che regola i requisiti di eco-design per tutti i prodotti che utilizzano energia.

Dalla normativa sopra-citata sono esclusi tutti i motori raffreddati da un liquido quindi anche i motori sommersi da pozzo.

Oggi questa normativa definisce che tutti i motori elettrici raffreddati ad aria debbano avere una classe di efficienza energetica minima come segue:

- Monofase IE2
- Trifase fino a 0,75kW IE2
- Trifase fino a 75kW IE3
- Trifase superiori a 75kW IE4

Oggi tutti i motori sommersi da pozzo tradizionali, se paragonati alla normativa sopraccitata, non sarebbero classificabili nemmeno IE1.



# CHE COS'È L'EFFICIENZA?



In ingegneria, l'efficienza di un sistema rappresenta la sua capacità di ottenere un risultato utilizzando meno energia ossia il rapporto tra potenza **P2** & **P1**

**P2**

**POTENZA NOMINALE**

Motore 2,2kW / 3Hp

Motore 15kW / 20Hp

Motore 45kW / 60Hp

**P1**

**POTENZA ASSORBITA DA SISTEMA**

( $P1 = P2 / \text{rendimento componenti sistema}$ )

Es:  $2,2\text{kW} / 72\% = 3\text{kW}$

Es:  $2,2\text{kW} / 87\% = 2,5\text{kW}$

Es:  $15\text{kW} / 82\% = 18,3\text{kW}$

Es:  $15\text{kW} / 92\% = 16,3\text{kW}$

Es:  $45\text{kW} / 82\% = 54,9\text{kW}$

Es:  $45\text{kW} / 90\% = 50\text{kW}$



## PREMESSE: MOTORE SINCRONO E ASINCRONO



Oggi tutti i motori sommersi da pozzo tradizionali, se paragonati alla normativa sopraccitata, non sarebbero classificabili nemmeno IE1.

I motori sommersi tradizionali sono motori **ASINCRONI** (ASY)

I motori sommersi ad alta efficienza sono motori **SINCRONI** detti anche **A MAGNETI PERMANENTI** (PM)

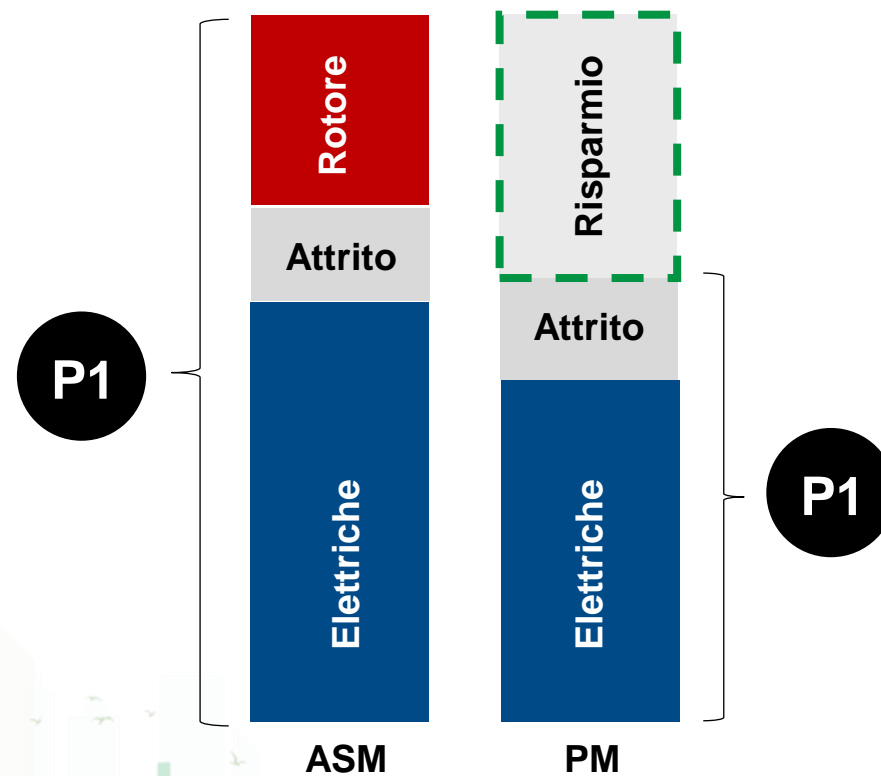
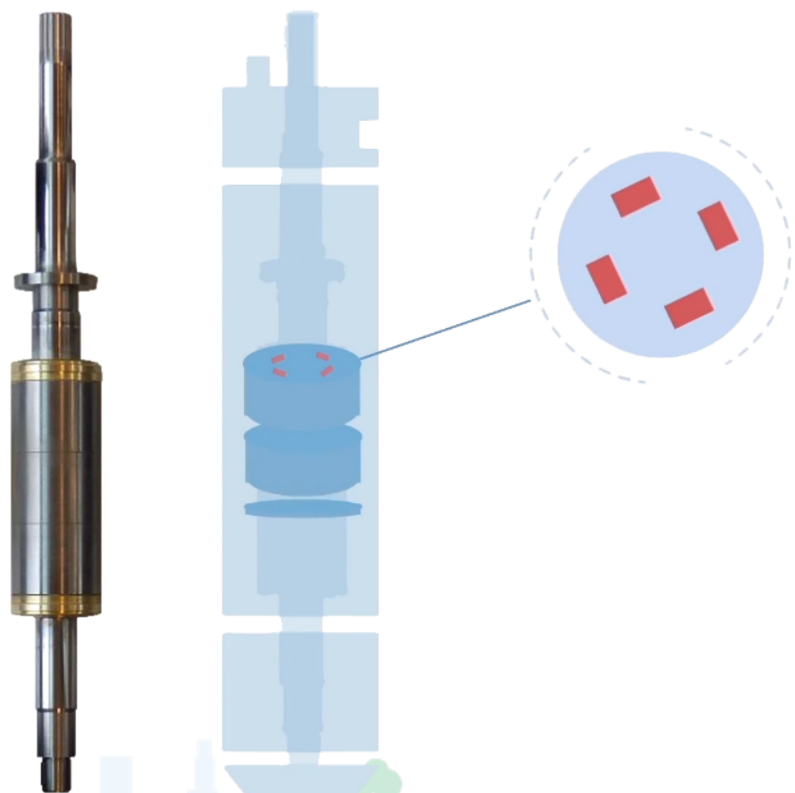
La tecnologia dei magneti permanenti è conosciuta e largamente utilizzata nei motori di superficie raffreddati ad aria da oltre 40 anni.

**Franklin Electric è stata la prima azienda al mondo** a sviluppare una gamma completa di motori sommersi da pozzo che utilizzano la tecnologia dei magneti permanenti.

# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI



✓ CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: **MAGGIORE EFFICIENZA** OTTENUTA ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI UN ROTORE A MAGNETI PERMANENTI



✓ **MINORE TEMPERATURA DI ESERCIZIO ~ - 10°C**





# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

UNA MINORE CORRENTE ASSORBITA DETERMINA:

✓ **POTENZIALE RIDUZIONE DELLA SEZIONE DEL CAVO**  
Calcoli effettuati in base alla normative europea che prevede una temperatura massima di 30°C ed una caduta di tensione massima del 3%

✓ **POTENZIALE RIDUZIONE DELLA TAGLIA DELL'INVERTER**

✓ **POTENZIALE RIDUZIONE DELLA TAGLIA DEI FILTRI IN USCITA**

✓ **POTENZIALE RIDUZIONE DELLA TAGLIA DELL'INTERRUTTORE MAGNETOTERMICO**

✓ **POTENZIALE RIDUZIONE DELLA POTENZA DEL CONTATORE**

$$\frac{1,73 \times L \times A}{56 \times 3\% \times V}$$
$$\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \rightarrow I = \frac{V \times \cos \varphi}{\sqrt{3}}$$

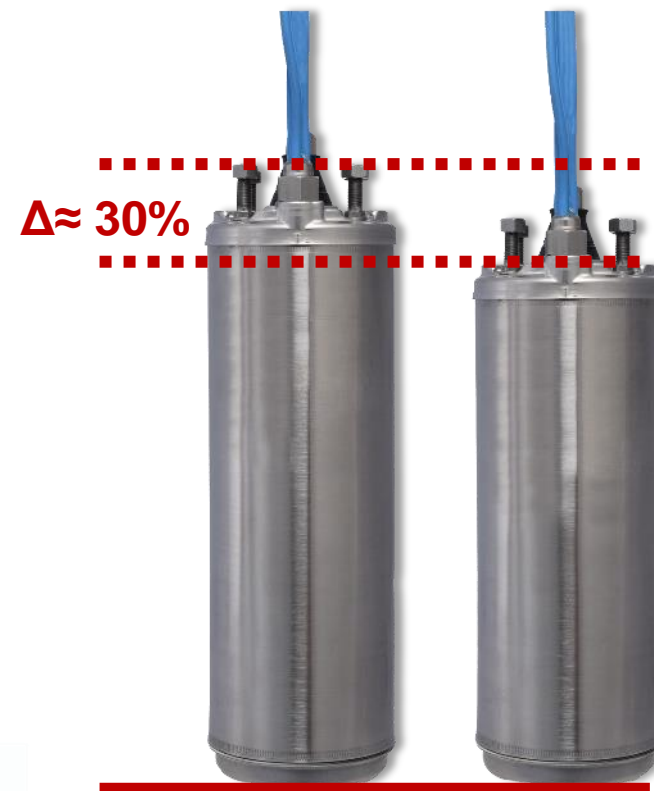




# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

UNA RIDUZIONE DI PESI E DIMENSIONI DETERMINA:

- ✓ PESI E DIMENSIONI RIDOTTE CIRCA DEL 30%
- ✓ MAGGIORE SICUREZZA E MANEGGEVOLEZZA
- ✓ MIGLIORE RAPPORTO PESO/POTENZA
- ✓ MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA MECCANICA





# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

UN RENDIMENTO STABILE AL VARIARE DEI CARICHI DI LAVORO DETERMINA:

## ✓ RIDUZIONE DEL NUMERO DI ARTICOLI GESTITI A MAGAZZINO

Taglie necessarie per coprire da 4 a 250kW T400V

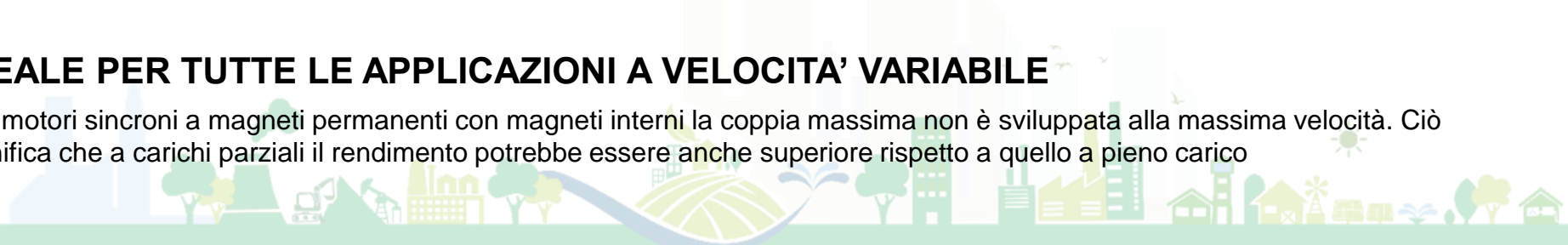
- ➔ Motore sommerso asincrono tradizionale: ~ 26 taglie motore
- ➔ Motore sommersi sincrónico ad alta efficienza: ~ 7 taglie motore

3- DOL MODEL NUMBERS 380 V / 100 HZ\*\*\*

P <sub>N</sub> [kW]	U <sub>N</sub> [V]	Thrust F [N]	Digit 1 - 6	Digit 7 - 10		
				WW**	304SS	Standard 316SS
				Single pack with pre-installed lead*	Single pack with pre-installed lead*	Single pack with pre-installed lead*
4 - 11	380	15.500	236 080	9561	1461	1561
13 - 22	380	15.500	236 084	9561	1461	1561
26 - 45	380	27.500	236 086	9561	1461	1561

## ✓ IDEALE PER TUTTE LE APPLICAZIONI A VELOCITA' VARIABILE

Nei motori sincroni a magneti permanenti con magneti interni la coppia massima non è sviluppata alla massima velocità. Ciò significa che a carichi parziali il rendimento potrebbe essere anche superiore rispetto a quello a pieno carico





# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI



UN RENDIMENTO STABILE AL VARIARE DEI CARICHI DI LAVORO DETERMINA:



## GRANDE FLESSIBILITÀ APPLICATIVA

L'efficienza non decade al variare dei carichi di lavoro

### 3~ MOTOR PERFORMANCE DATA 380 V / 100 HZ

motor model no.	$P_N$ [kW]	Thrust F [N]	$U_N$ [V]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$I_N$ [A]	$I_A / I_N$	$\eta$ [%]	cos phi	$T_N$ [Nm]	$T_A / T_N$
236 080 xxxx	4	15500	380	3000	9.2	1	87.1	0.95	12.7	1
	5.5				11.0	1	89.8	0.95	17.5	1
	7.5				14.1	1	90.9	0.95	23.9	1
236 080 xxxx	9.3	15500	380	3000	17.2	1	91.2	0.95	29.6	1
	11				20.5	1	90.9	0.95	35.0	1
236 084 xxxx	13	15500	380	3000	25.3	1	91.4	0.95	41.4	1
	15				28.3	1	91.8	0.95	47.7	1
236 084 xxxx	18.5	15500	380	3000	34.1	1	92.1	0.95	58.9	1
236 084 xxxx	22	15500	380	3000	40.7	1	92.0	0.95	70.0	1
236 086 xxxx	26	27500	380	3000	51.2	1	92.3	0.95	82.8	1
	30				57.8	1	92.5	0.95	95.5	1
236 086 xxxx	37	27500	380	3000	71.3	1	92.1	0.95	117.8	1
236 086 xxxx	45	27500	380	3000	90.0	1	90.8	0.95	143.2	1



# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

UN AMPERAGGIO NOMINALE UGUALE ALL'AMPERAGGIO IN AVVIO DETERMINA:

- ✓ **NESSUN PICCO DI CORRENTE IN FASE DI AVVIO DEL SISTEMA**

## 3~ MOTOR PERFORMANCE DATA 380 V / 100 HZ

motor model no.	$P_N$ [kW]	Thrust F [N]	$U_N$ [V]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$I_N$ [A]	$I_A / I_N$	$\eta$ [%]	cos phi	$T_N$ [Nm]	$T_A / T_N$
236 080 xxxx	4	15500	380	3000	9.2	1	87.1	0.95	12.7	1
	5.5				11.0	1	89.8	0.95	17.5	1
	7.5				14.1	1	90.9	0.95	23.9	1
236 080 xxxx	9.3	15500	380	3000	17.2	1	91.2	0.95	29.6	1
	11				20.5	1	90.9	0.95	35.0	1
236 084 xxxx	13	15500	380	3000	25.3	1	91.4	0.95	41.4	1
	15				28.3	1	91.8	0.95	47.7	1
236 084 xxxx	18.5	15500	380	3000	34.1	1	92.1	0.95	58.9	1
236 084 xxxx	22	15500	380	3000	40.7	1	92.0	0.95	70.0	1
236 086 xxxx	26	27500	380	3000	51.2	1	92.3	0.95	82.8	1
	30				57.8	1	92.5	0.95	95.5	1
236 086 xxxx	37	27500	380	3000	71.3	1	92.1	0.95	117.8	1
236 086 xxxx	45	27500	380	3000	90.0	1	90.8	0.95	143.2	1





# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

UN COS-fi SEMPRE UGUALE O SUPERIORE A 0,95 DETERMINA:

- ✓ **NESSUNA NECESSITA' DI RIFASATORI E CONSEGUENTE RISPARMIO DI ENERGIA REATTIVA**

## 3~ MOTOR PERFORMANCE DATA 380 V / 100 HZ

motor model no.	P <sub>N</sub> [kW]	Thrust F [N]	U <sub>N</sub> [V]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>N</sub> [A]	I <sub>A</sub> /I <sub>N</sub>	η [%]	cos phi	T <sub>N</sub> [Nm]	T <sub>A</sub> /T <sub>N</sub>
236 080 xxxx	4	15500	380	3000	9.2	1	87.1	0.95	12.7	1
	5.5				11.0	1	89.8	0.95	17.5	1
	7.5				14.1	1	90.9	0.95	23.9	1
236 080 xxxx	9.3	15500	380	3000	17.2	1	91.2	0.95	29.6	1
	11				20.5	1	90.9	0.95	35.0	1
236 084 xxxx	13	15500	380	3000	25.3	1	91.4	0.95	41.4	1
	15				28.3	1	91.8	0.95	47.7	1
236 084 xxxx	18.5	15500	380	3000	34.1	1	92.1	0.95	58.9	1
236 084 xxxx	22	15500	380	3000	40.7	1	92.0	0.95	70.0	1
236 086 xxxx	26	27500	380	3000	51.2	1	92.3	0.95	82.8	1
	30				57.8	1	92.5	0.95	95.5	1
236 086 xxxx	37	27500	380	3000	71.3	1	92.1	0.95	117.8	1
236 086 xxxx	45	27500	380	3000	90.0	1	90.8	0.95	143.2	1





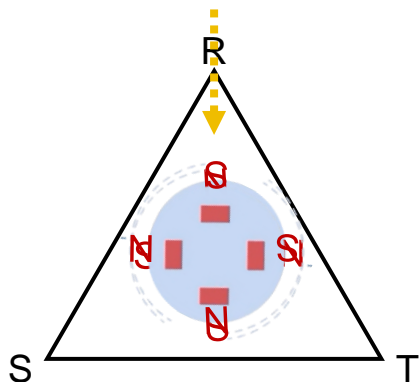
# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI



I MOTORI A MAGNETI PERMANENTI NECESSITANO SEMPRE DI ESSERE AZIONATI E COMANDATI DA UN INVERTER



**NECESSARIO PER SINCRONIZZARE IL CAMPO MAGNETICO DEL ROTORE E DELLO STATORE**



**REGOLARE LA VELOCITÀ IN FUNZIONE DELLA RICHIESTA (min. 60Hz, max 100Hz)**

Trattandosi di un motore a 4 poli (1500 giri motore -rpm- nominali), l'inverter lavorerà ad una frequenza doppia rispetto ad un motore tradizionale sincrono con il beneficio collaterale che ad ogni Hz corrispondono 30 rpm (anziché 60 rpm) quindi le variazioni sui carichi di lavoro saranno molto più precise



**PROTEGGERE IL MOTORE (ES: SOVRATENSIONE, MANCANZA FASE, MARCIA A SECCO, ALTRI)**



**FILTRI IN USCITA NECESSARI PER LUNGHEZZE CAVO MAGGIORI DI L = 20 METRI**

Limitatamente ai motori resinati, filtri necessari per lunghezze cavo maggiori di L=60 metri

# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI

POSSIBILE ALIMENTAZIONE DA FONTI RINNOVABILI



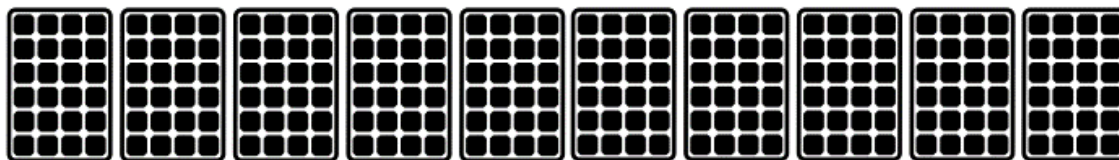
**GAMMA DI INVERTER DISPONIBILE PER ALIMENTAZIONE AC/DC PER POTENZE FINO A 2,2kW/3Hp T230V CON FUNZIONE „BOOSTER VOLTAGE“**

Voltaggio minimo di alimentazione 90V

Es: Motore 1,1kW/1,5Hp T230V

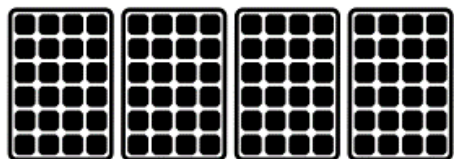
Alimentato da pannelli fotovoltaici 450W 40V (NOTC)

## SENZA BOOSTER



Nr. 10 pannelli

## CON BOOSTER



Nr. 4 pannelli

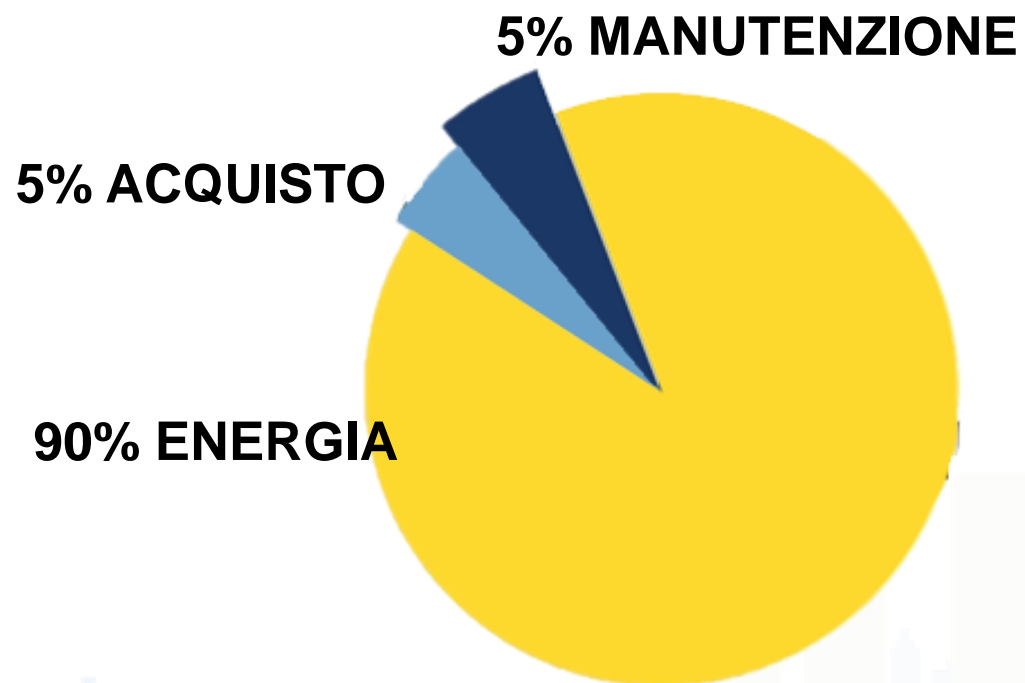


# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI



RIDUZIONE DEL COSTO DEL CICLO DI VITA DEL PRODOTTO:

✓ **RIDUZIONE DEI COSTI DI IMPIANTO ED ENERGIA DI FUNZIONAMENTO**



1 kW  $\approx$  2.600 € di risparmio  
(24/7 – 0,30 €/kWh)\*

\*Basato sul costo per aziende aggiornato al 04/2022



# MOTORE SINCRONO: VANTAGGI



## RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

- ✓ **POSSIBILITA' DI OTTENERE CERTIFICATI BIANCHI**
- ✓ **POSSIBILITA' DI ACCEDERE AGLI INCENTIVI LEGATTI ALL'INDUSTRIA 4.0 E 5.0**
- ✓ **POSSIBILITA' DI ACQUISIRE PUNTEGGIO NELLE GRADUATORIE PER L'OTTENIMENTO DI FONDI**

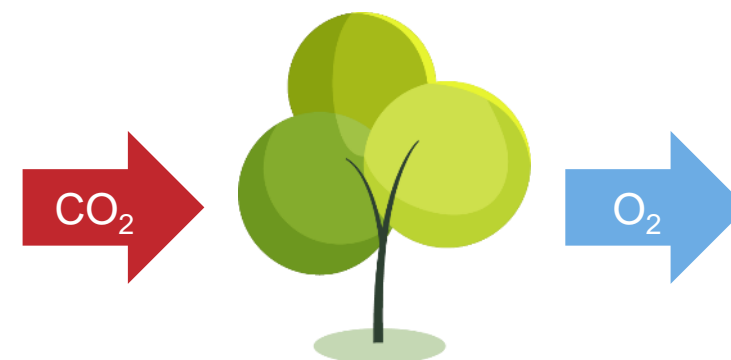
### Produzione di energia elettrica Nazionale

	Emissioni CO <sub>2</sub>
1) Termoelettrico compresi rifiuti biodegradabili	444,4 gCO <sub>2</sub> /kWh*
2) Termoelettrico esclusi rifiuti biodegradabili	493,8 gCO <sub>2</sub> /kWh

Fonte: rapporto ISPRA 2020  
(Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

<https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/documenti-tecnici/rapporto-2020-ispra-settembre.pdf>

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/national-inventory-report/view>





# ESEMPI PRATICI APPLICATIVI

**DOMESTICO 2,2kW / 3Hp**



**INDUSTRIALE 15kW / 20Hp**

**MUNICIPALE 45kW / 60Hp**



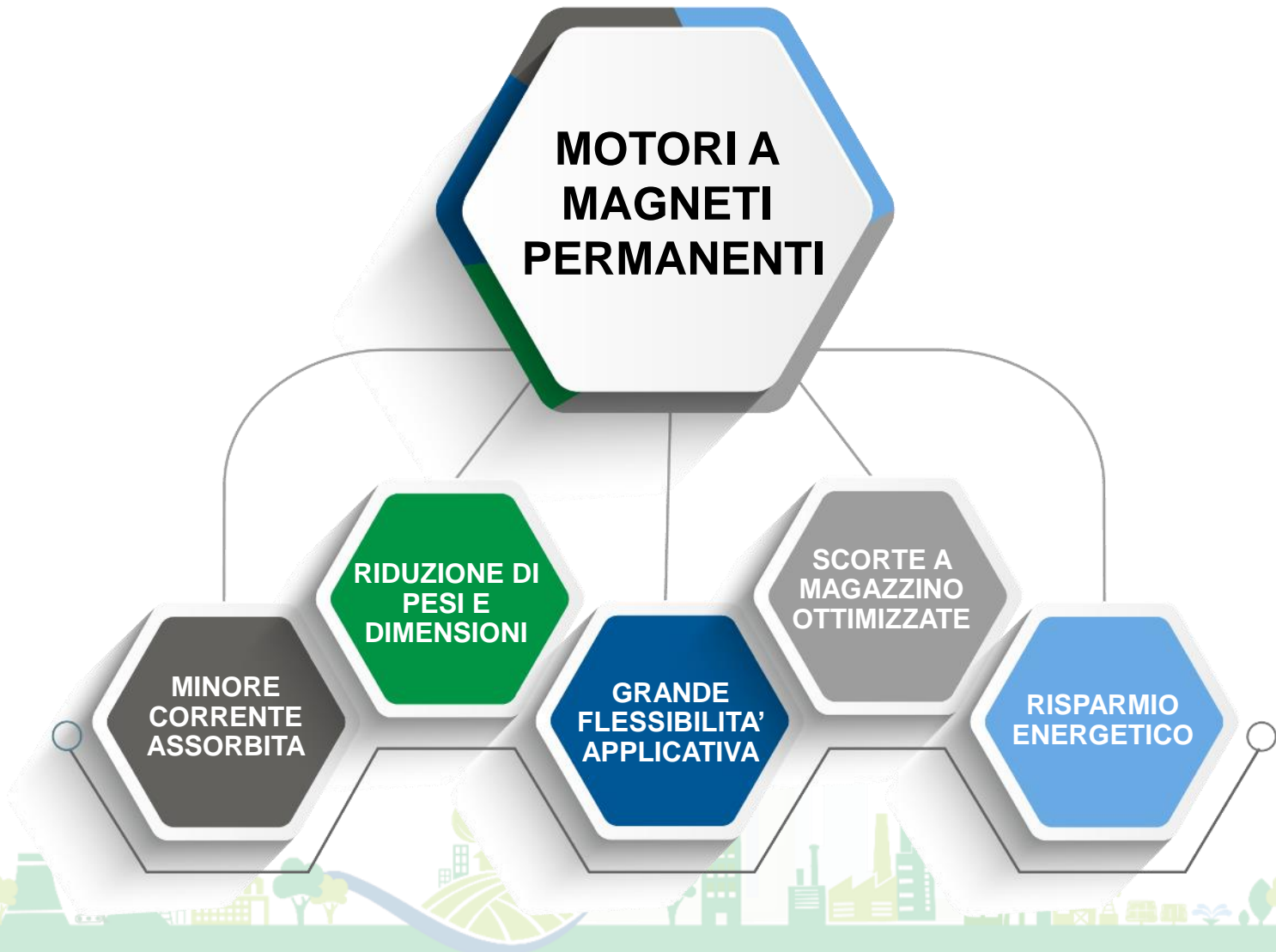
# ESEMPI PRATICI APPLICATIVI



	<b>2,2kW/3Hp</b>	<b>15kW/20Hp</b>	<b>45kW/60Hp</b>
<b>Δ P1 motore ASM vs PM</b>	-0,50 Kwh	-2 kWh	-4,9 kWh
<b>Periodo di funzionamento h x gg</b>	4 ore x 360 giorni/anno	12 ore x 360 giorni/anno	12 ore x 240 giorni/anno
<b>Costo dell'energia €/kW</b>	0,13 €/kW *	0,13 €/kW *	0,13 €/kW *
<b>Risparmio kW/h</b>	720 kWh	8.640 kWh	14.112 kWh
<b>Risparmio €</b>	94 €	1.125 €	1.835 €
<b>Minori emissioni</b>	~ 320.000 gCO2	~ 3.840.000 gCO2	~ 6.265.000 gCO2



# CONCLUSIONI





# FRANKLIN ELECTRIC







**GRAZIE**  
per l'attenzione