



Uso razionale dell'energia elettrica per l'illuminazione di interni

*Ing. Fabio Pedrazzi
Ing. Stefano Caselli
Beghelli S.p.A.*

12 Novembre 2004

www.beghelli.it

Incidenza percentuale dell'illuminazione sul totale dei consumi elettrici negli edifici:

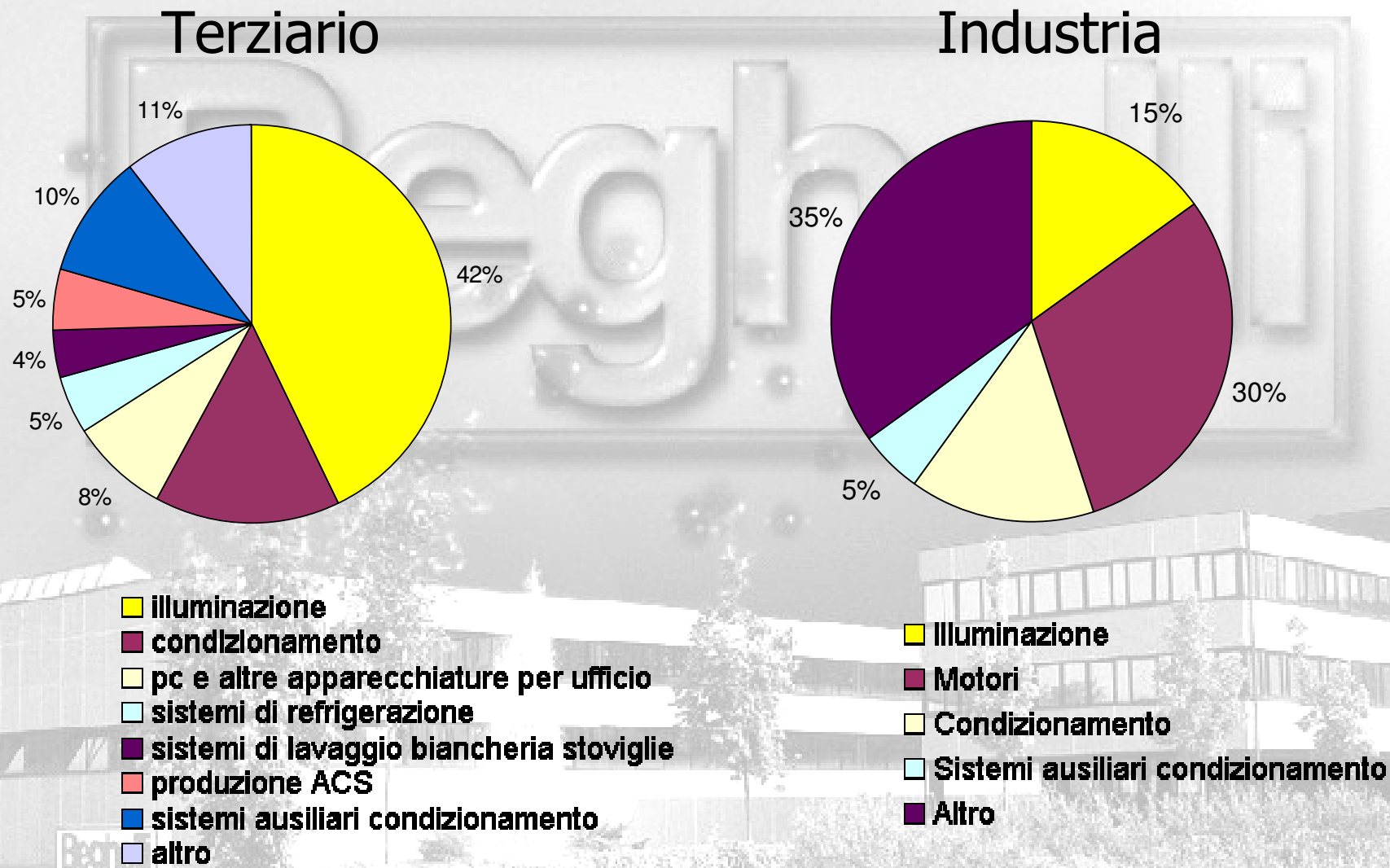
- uffici 50%
- ospedali 20%-30%
- industria 15%
- scuole 10%-15%



fonte: Commissione Europea

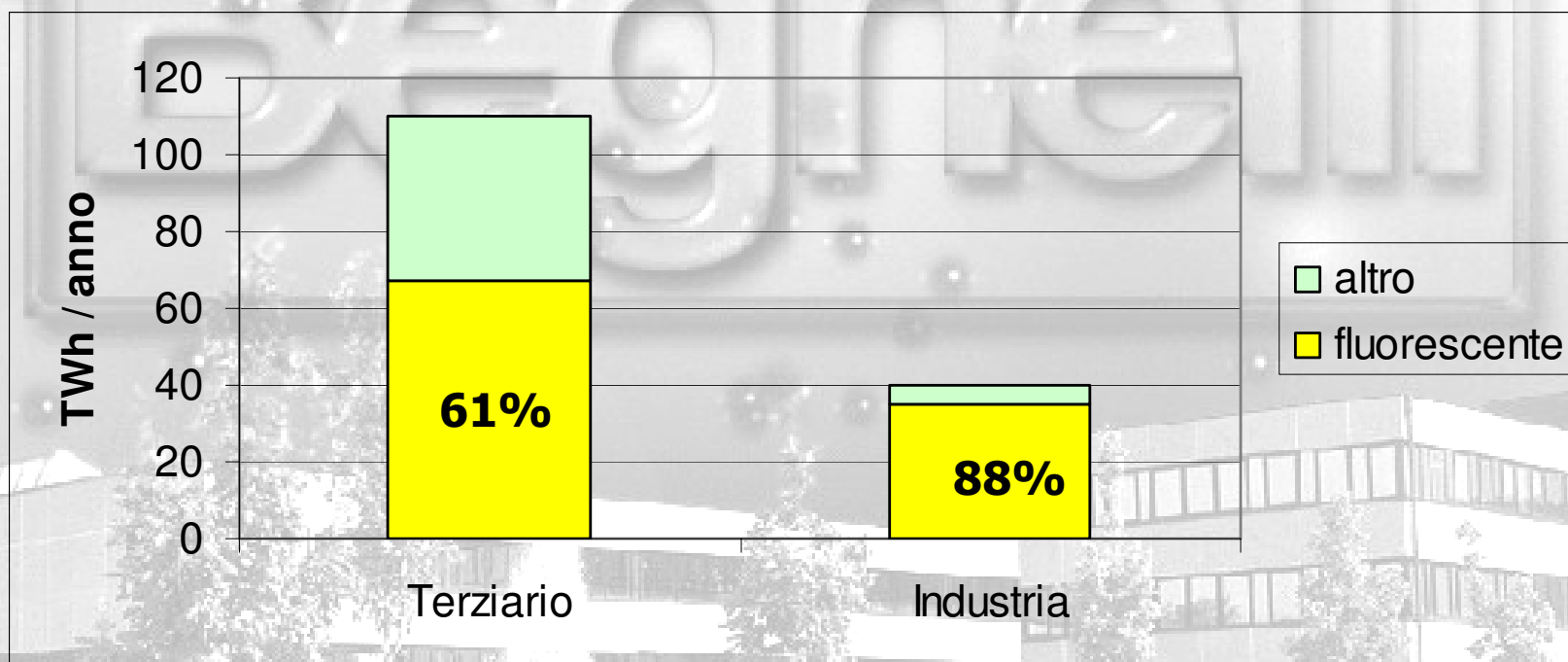
Beghelli

Consumi elettrici negli edifici, ripartizione degli usi finali nella Provincia di Bologna:



fonte: Piano Energetico Ambientale della Provincia di Bologna - 2002

L'illuminazione degli edifici e i livelli di consumo di elettricità associati alle lampade fluorescenti lineari



fonte: Commissione Europea

Normativa

Specifica del settore
dell'illuminazione

- **DIRETTIVA 2000/55/CE** - recepita con DECRETO 26 MARZO 2002 del Ministero delle Attività Produttive
 - requisiti di rendimento energetico dei reattori per lampade fluorescenti
- **EN 12464-1**
 - particolare rilievo al contenimento dei consumi energetici e all'utilizzo della luce naturale

Generale con riferimenti
all'illuminazione

- **DIRETTIVA 2002/91/CE**
 - estensione della valutazione del rendimento energetico degli edifici anche all'illuminazione
- **DECRETI 20 LUGLIO 2004**
 - Allegato 1 - Tabella A - Tipologia di intervento 3

Efficienza degli apparecchi illuminanti

Apparecchio illuminante è un sistema costituito da:

- Sorgente luminosa
- Sistema ottico
- Alimentatore e controllo (apparecchi fluorescenti)

Luminaire Efficacy Rating

$$\text{LER} = \left(\frac{\text{Total Rated Lamp Lumens} \times \text{Ballast Factor} \times \text{Luminaire Efficiency}}{\text{Input Watts}} \right)$$

Sorgenti luminose per l'illuminazione di interni

Efficacia (2003) *fonte: DOE - U.S. Department of Energy*

Incandescenza	13 lm/W
Fluorescente	90-100 lm/W
HID (Metal Halide)	90-100 lm/W
SSL (White led)	20 lm/W

Prezzo normalizzato sorgenti luminose (retail price, 2003) *fonte: DOE*

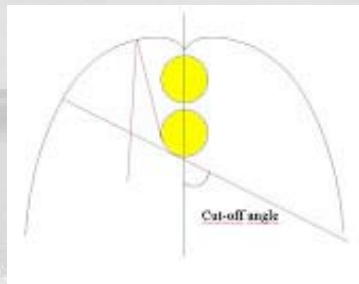
Incandescenza	0.6 \$/klm
Fluorescente	0.73 \$/klm
HID (Metal Halide)	1.27 \$/klm
SSL (White led)	250 \$/klm

Ad oggi l'illuminazione fluorescente domina il mercato terziario e industriale

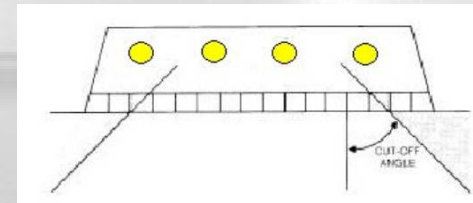
Sistema ottico

Ha la funzione essenziale di indirizzare in modo opportuno il flusso emesso dalle sorgenti luminose. Per ciascun apparecchio illuminante è possibile definire il rendimento luminoso η . Ad esempio:

$$\eta=76\%$$



$$\eta=50\%-66\%$$



Apparecchio ad elevate prestazioni: il riflettore consente di contenere il rischio di abbagliamento ed utilizzare al meglio il flusso luminoso emesso dalla sorgente

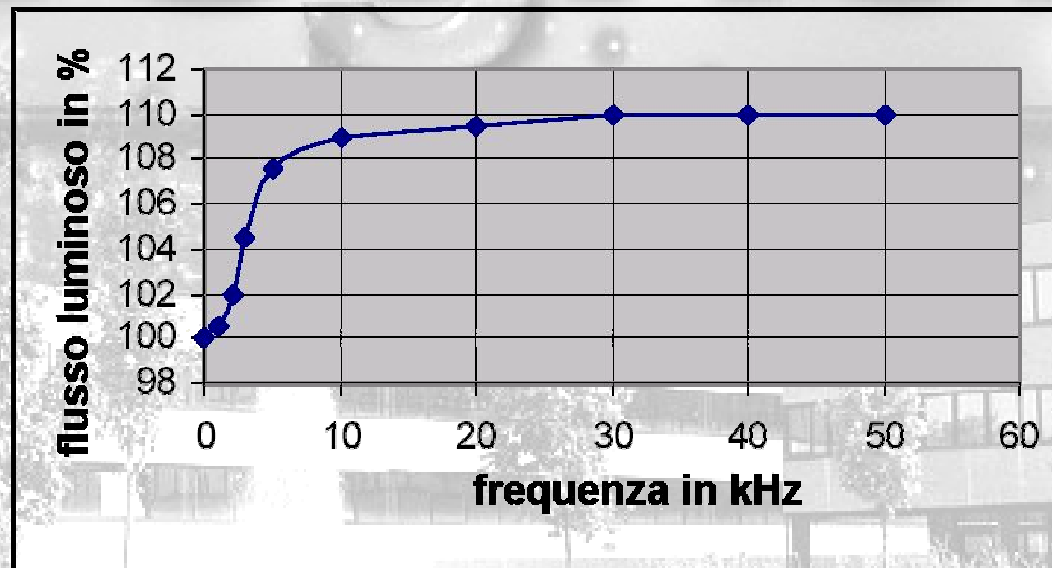
Apparecchio convenzionale: il sistema ottico consiste semplicemente in un diffusore bianco piano. È necessaria una griglia per contenere l'abbagliamento



Già in fase di scelta della tipologia di apparecchio è possibile incidere positivamente sui consumi

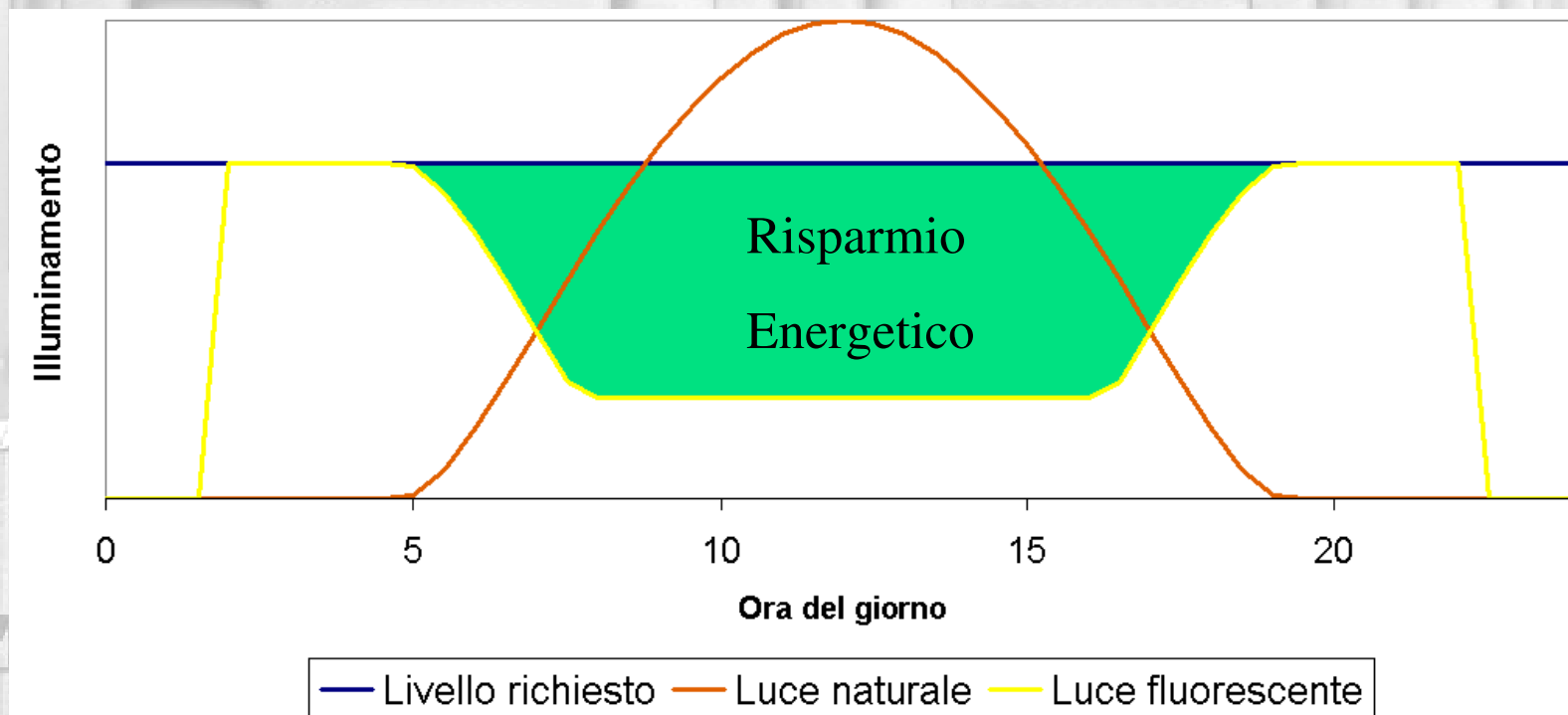
Alimentatore elettronico

La conversione della frequenza di rete (50Hz) in alta frequenza (kHz) migliora l'efficacia dei tubi fluorescenti che forniscono lo stesso flusso luminoso ma assorbono meno potenza



.....alimentatore elettronico a flusso variabile con sensore di luce integrato nell'apparecchio

Il sensore di luce misura l'illuminamento dell'ambiente e regola il flusso luminoso emesso dalle lampade in funzione del livello di luce naturale.



L'integrazione automatica tra luce naturale e luce artificiale è già prevista dalla norma UNI EN 12464-1

Case study

- Analisi di un intervento di sostituzione di apparecchi illuminanti convenzionali con nuovi apparecchi ad elevata efficienza energetica in una stazione ferroviaria (RFI)

Beghelli

www.beghelli.it

Life Cycle Cost Analysis

- Questo tipo di analisi riguarda la stima dei costi, in termini monetari, che si originano in tutte le fasi della vita utile dell'opera. In sostanza, applicata al settore illuminotecnico, la Life Cycle Cost Analysis è un metodo per valutare il costo globale di un impianto di illuminazione considerando tutti i costi futuri che appartengono alla sua vita economica, resi attuali al momento dell'analisi mediante un idoneo tasso di attualizzazione.
- Troppo spesso l'attenzione è limitata al solo costo iniziale dell'impianto, in realtà il suo funzionamento comporta un gravoso e costante impegno finanziario (in particolare gli oneri di energia elettrica), che va quantificato e programmato. Non tenerne conto significa escludere dal totale l'addendo più consistente.

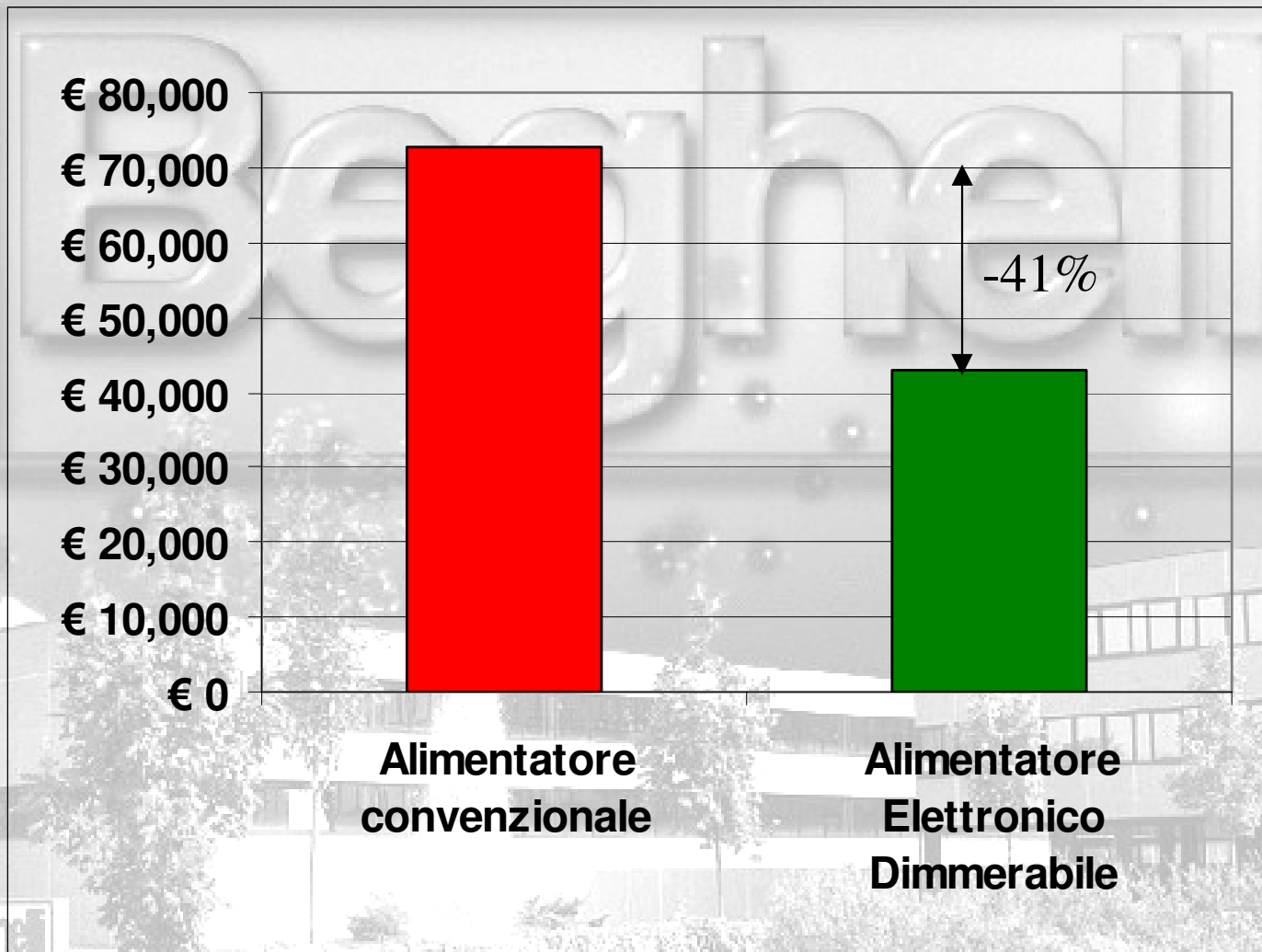
Confronto nei costi di esercizio - stazione ferroviaria 2500mq

Performance	Alimentatore convenzionale	Alimentatore Elettronico Dimmerabile
Consumo energetico annuo (kWh)	64,792	38,206
Costo energetico annuo	€ 6,997	€ 4,126
Risparmio annuo	—	€ 2,871
Costo energetico durante l'intera vita utile	€ 72,632	€ 42,829
Risparmio durante l'intera vita utile	—	€ 29,803

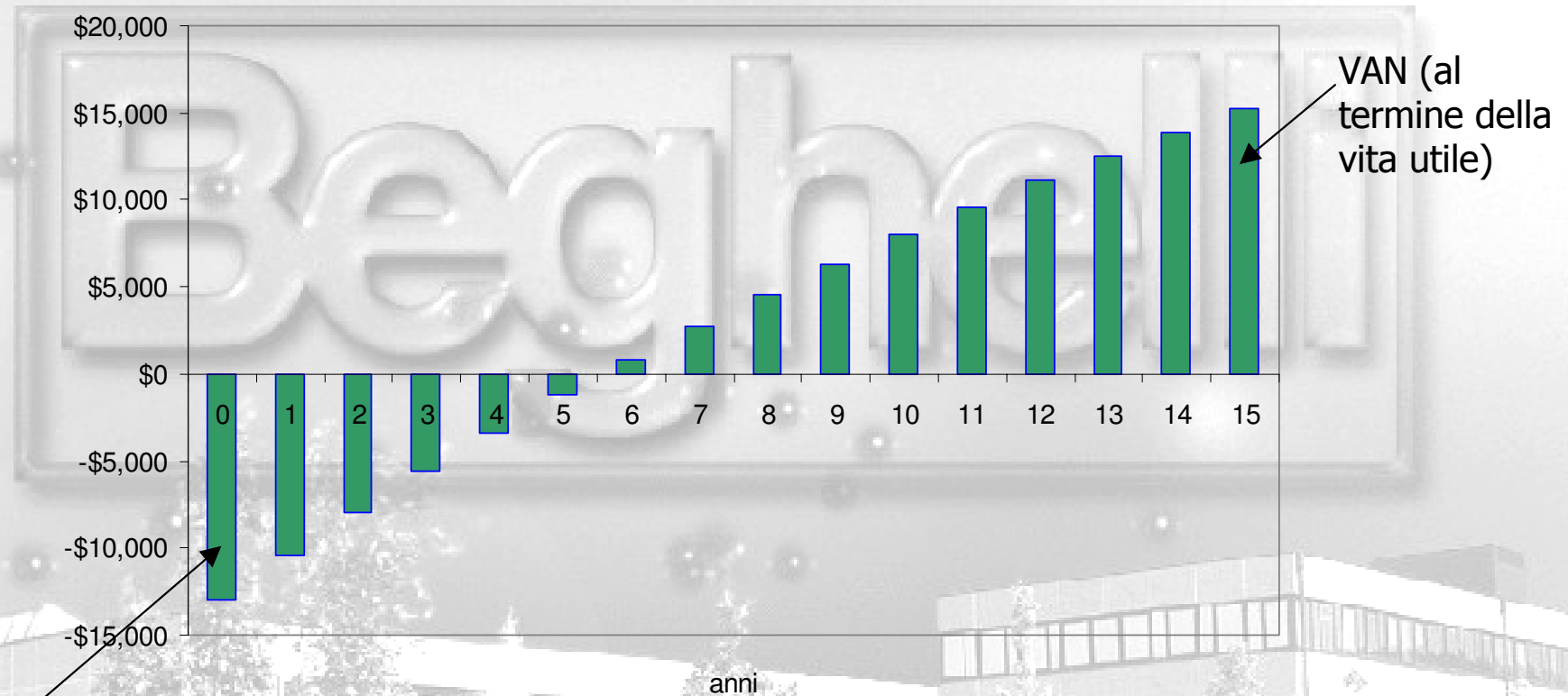
*Nell'operare il confronto tra i costi di esercizio, si assume:
illuminamento pari a 200 lux, apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti T-8 2x36W
prezzo dell'energia elettrica: 0.11 €/kWh, costante in termini reali
vita utile 15 anni, tasso di sconto reale 5%*

Costi energetici attualizzati

(orizzonte temporale 15 anni, tasso di sconto reale 5%)



Calcolo della redditività del progetto secondo il metodo del valore attuale netto (VAN)



Investimento iniziale

Il VAN è dato dalla somma algebrica dei risparmi energetici attualizzati (positivi) e dell'investimento iniziale (negativo).

In figura lo sviluppo temporale del VAN.

Valutazione della redditività dell'investimento:

- VAN (valore attuale netto) = € 14,772
- TIR (tasso interno di rendimento) = 17%
- SPB (simple pay-back) = 5.2 anni
 - non tiene conto né del valore finanziario del tempo né dei flussi nei periodi successivi al pareggio.

Risparmio di energia e benefici ambientali:

- energia elettrica = 26.5 MWh / anno
- TEP = 5.8 / anno
- CO₂ = 14 tonn / anno



Grazie per l'attenzione

Stefano Caselli

Beghelli S.p.A.

stefano.caselli@beghelli.it

Fabio Pedrazzi

Beghelli S.p.A.

fabio.pedrazzi@beghelli.it