



Illuminazione

La buona illuminazione nell'edificio Minergie

Contenuto

Efficienza e comfort	4
Capire la luce	6
Potenziale di risparmio	7
La rivoluzione del LED	8
Lampade a LED retrofit	9
Lampade Minergie	10
La luce nei locali	12
Esempio: scuola «Bläsi»	15
Ulteriori informazioni	18

Impressum

Editore

Minergie Svizzera

Produzione

Testi: Stefan Gasser, elight GmbH, Zurigo

Editing: Sandra Aeberhard,
Faktor Journalisten AG, Zurigo

Grafica: Christine Sidler,
Faktor Journalisten AG, Zurigo

Stampa: Birkhäuser + GBC AG, Reinach

Immagine di copertina: Palazzo del Cinema di Locarno, Locarno, TI-480; Architettura: AZPML-DFN (Londra, Lugano),
Foto: Giorgio Marafioti



Una migliore illuminazione con meno elettricità

Minergie si impegna per un comfort elevato e contestualmente per un fabbisogno energetico ridotto. La strategia di Minergie applicata al clima interno, che da 20 anni raccoglie successi, può essere applicata anche all'illuminazione degli ambienti. Un'illuminazione efficiente, che procura una luce chiara e confortevole, non abbaglia e sfrutta al massimo la luce naturale: questo è quanto chiede Minergie per l'illuminazione. La sfida per i committenti e i progettisti, con l'attuale transizione alla tecnologia LED, è quella di trovare la giusta soluzione illuminotecnica tra i moltissimi prodotti e design offerti dal mercato. Minergie stabilisce in questo ambito chiari standard di qualità.

Efficienza e comfort

Grazie alla tecnologia LED ad alta efficienza, è relativamente facile installare un'illuminazione efficiente. Tuttavia, è più impegnativo realizzare un'illuminazione di alta qualità e che non abbagli. L'obiettivo di Minergie è di soddisfare tutti questi requisiti. Il fabbisogno energetico dell'illuminazione di ambienti è determinato dalla potenza delle lampade installate e dai loro tempi di funzionamento. Entrambi i parametri sono influenzati da diversi fattori. La maggior parte di essi sono rilevanti sia per l'efficienza energetica che per il comfort dell'illuminazione e sono, in alcuni casi, contrapposti. I sei fattori più rilevanti sono illustrati nella figura accanto e descritti di seguito.

Corpi illuminanti efficienti

Oggi (2018) le lampade migliori raggiungono una efficienza luminosa di circa 160 lumen per watt, dunque di 10 volte superiore a quella delle semplici lampade a incandescenza. Tuttavia, l'alta efficienza ha il suo prezzo: un buon controllo dell'abbagliamento, una conduzione precisa della luce e un'elevata resa cromatica sono, infatti, importanti in ambienti con requisiti di illuminazione più elevati. Soddisfare questi requisiti può ridurre significativamente l'efficienza energetica delle lampade utilizzate. Fissare un requisito minimo di efficienza energetica per le lampade, senza tener conto dei compiti che l'illuminazione deve assolvere, non ha senso.

Locali luminosi

Le proprietà riflettenti di un ambiente, ovvero la scelta dei materiali e dei colori, influenzano la potenza necessaria per l'illuminazione. Colori chiari e superfici lisce hanno un effetto positivo sul bilancio energetico. In un locale con pareti e soffitti in cemento a vista o di colore scuro, il fabbisogno energetico può rapidamente raddoppiare rispetto a una finitura chia-

ra. La stazione centrale di Zurigo, dove la nuova e luminosa stazione di passaggio si contrappone alla scura stazione della S-Bahn Museumsstrasse, ne è un chiaro esempio.

Grandi vetrate

Più ampie sono le finestre di una stanza, maggiore è la quantità di luce naturale che penetra, con effetti positivi sul consumo energetico dell'illuminazione artificiale. Questa affermazione vale anche per i locali senza regolazione della luce: le misurazioni dimostrano che la luce artificiale ha tempi di funzionamento notevolmente più ridotti anche in locali con gestione manuale. Gli aspetti importanti nella pianificazione delle finestre sono: grado di trasmissione elevato (> 80 %), evitare l'impiego di vetri dotati di protezione solare, prevedere ove possibile dei lucernari (grazie a questi ultimi lo sfruttamento della luce naturale è fino al 100 % in più rispetto alle finestre in parete). Le finestre che scendono fino a pavimento, invece, non portano alcun vantaggio aggiuntivo in termini di luce naturale. Le finestre grandi possono aumentare il fabbisogno di energia per il riscaldamento e causare il surriscaldamento in estate. L'eventuale raffreddamento necessario consuma molta energia.

Sviluppo edilizio

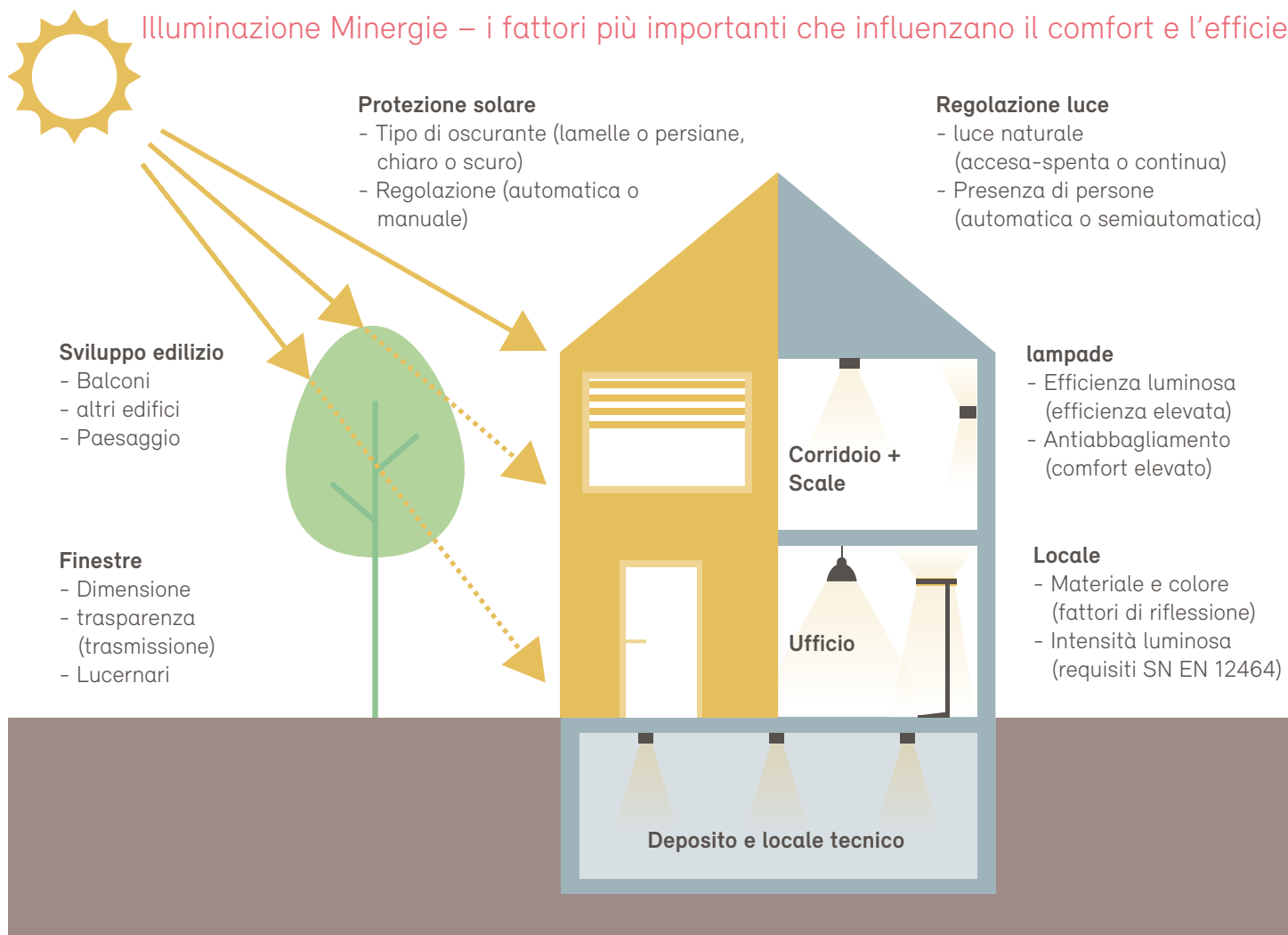
Le edificazioni ravvicinate, gli alberi e le montagne influenzano notevolmente l'utilizzo della luce naturale negli edifici. Poiché il proprietario di un edificio può raramente influire sul tessuto edificato e il paesaggio esistenti, non è possibile determinare delle esigenze generali per il consumo energetico dell'illuminazione. Le esigenze di Minergie ne tengono conto e definiscono valori limite per l'illuminazione individuali, adeguati alla situazione e alle possibilità.

Protezione solare ottimale

Per quanto riguarda l'illuminazione efficiente, si può dire: la migliore protezione solare è «nessuna protezione solare»! Considerando la questione del comfort, tuttavia, questa affermazione non è corretta, perché c'è il rischio di abbagliamento e di surriscaldamento. Le tapparelle chiare e orientabili, per esempio, garantiscono una protezione ottimale dal sole. In posizione inclinata, esse favoriscono la penetrazione della luce naturale in profondità nel locale. Un sistema di regolazione guida la posizione delle lamelle in base alla posizione del sole, ottimizzando così l'orientamento. Purtroppo, delle soluzioni di protezione solare esteticamente più discrete, spesso causano un maggiore consumo energetico per l'illuminazione artificiale.

Regolazione illuminazione

La regolazione dell'illuminazione avviene tramite sensori. Nella pratica sono utilizzate delle combinazioni di sensori di luce naturale con quelli di presenza (basati sui PIR). Dal punto di vista della fisica, questa soluzione integrata non è ottimale, in quanto la luce naturale e il movimento delle persone devono essere rilevati in punti diversi. Una corretta regolazione durante la messa in esercizio è essenziale per l'efficacia dei sensori e del controllo. I requisiti per una buona regolazione dell'illuminazione sono: buona pianificazione dell'area di rilevamento dei sensori, messa in esercizio corretta dei sensori e riduzione al minimo del tempo di spegnimento (da 15 minuti a 2–5 minuti).



Capire la luce

Dal punto di vista della fisica, la luce è un'onda elettromagnetica. Nello spettro delle radiazioni, la luce si posiziona fra i raggi X (sopra la radiazione ultravioletta) e le microonde rispettivamente le onde radio (sotto la radiazione infrarossa). La luce bianca è composta da diversi colori che diventano visibili nel prisma o nell'arcobaleno: lo spettro va dal viola al blu, al verde, al giallo, all'arancione e al rosso, sempre in questo ordine.

Oltre il 90% delle nostre percezioni avvengono tramite la vista e abbiamo bisogno di luce per riconoscere l'ambiente circostante e per orientarci. Dal rilevamento di un oggetto alla percezione e all'effetto della luce, nel cervello umano avviene un processo complesso:

- Oggetto: vedere presuppone la presenza di un oggetto illuminato
- Vedere: l'occhio crea un'immagine speculare sulla retina con una risoluzione di 130 megapixel
- Percepire: trasmissione in tempo reale dell'immagine al cervello, memorizzazione ed elaborazione
- Associazione: confronto dell'immagine con altre immagini memorizzate e interpretazione
- Effetto biologico: influsso sul metabolismo e sull'equilibrio ormonale

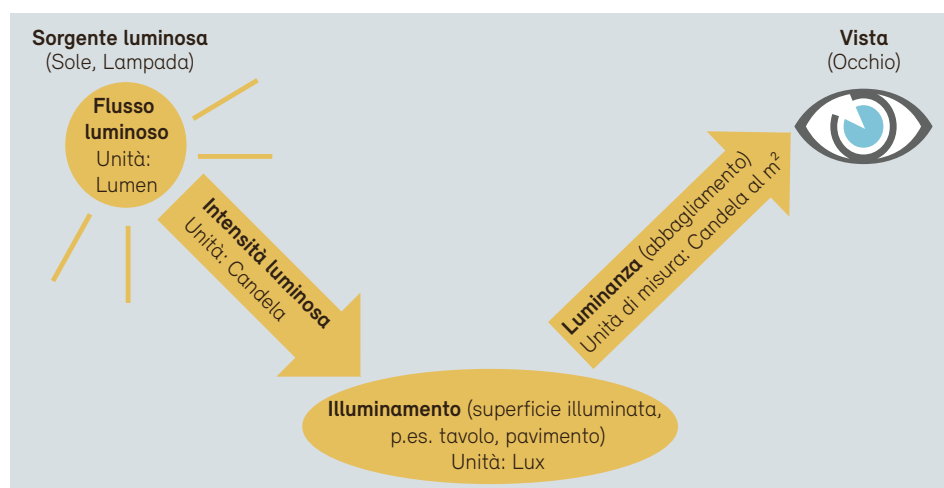
Prestazioni elevate

Le prestazioni del nostro occhio e del «centro di calcolo» ad esso collegato, ovvero il cervello, sono notevoli: a differenza della migliore fotocamera digitale siamo in grado di elaborare in tempo reale una gamma di luminosità da 1 a 1 milione (corrispondente alla debole luce della luna alla piena luce del sole, vedi tab. 1). Quando abbiamo a che fare con la luce, ad esempio quando acquistiamo una lampada o un corpo illuminante, quando progettiamo l'illuminazione, quando sfruttiamo la luce naturale o ci proteggiamo da essa, allora utilizziamo quattro diverse grandezze fisiche per la misurazione e la valutazione:

- Flusso luminoso (lumen): quantità di luce non direzionale proveniente da una sorgente luminosa
- Intensità luminosa (candela): luce direzionale
- Illuminamento (lux): valore nominale p. es. per posti di lavoro
- Luminanza (candela al m²): abbagliamento da una sorgente luminosa o da una superficie riflettente

Tabella 1: Illuminamento in situazioni diverse

Piena luce solare	100 000 Lux
Giornata nuvolosa	20 000 Lux
Posto di lavoro in ufficio	500 Lux
Soggiorno	100 Lux
Debole luce della luna	0.1 Lux



Interazione fra le quattro grandezze fotometriche.

Potenziale di risparmio

L'illuminazione rappresenta il 12,4 % del consumo totale di energia elettrica in Svizzera, solo nel 2016 esso ammontava a 7200 GWh. Si possono distinguere tre mercati dell'illuminazione:

- Industria e servizi: 71 %
- Illuminazione domestica: 19 %
- Illuminazione pubblica: 10 %

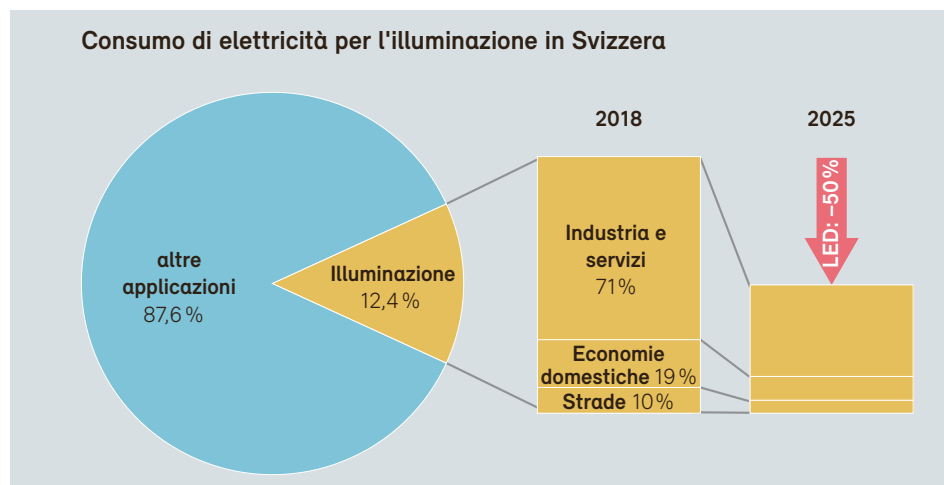
Contrariamente a quanto ci si aspetterebbe intuitivamente, le abitazioni e l'illuminazione pubblica consumano relativamente poca energia. Il maggior apporto è costituito dall'industria e dai servizi (uffici, scuole, vendite, ospedali, ecc.), di cui circa un terzo è dovuto al solo settore delle vendite.

Il passaggio alla tecnologia LED offre un enorme potenziale di risparmio. Gli esperti prevedono che entro il 2025 la parte dovuta all'illuminazione sarà dimezzata grazie alla graduale sostituzione delle lampade esistenti (in particolare le lampade fluorescenti e alogene) con i LED e all'implementazione di un'adeguata regolazione della luce. In questo modo si risparmia fino al 6 % del consumo totale di energia elettrica in Svizzera: ciò corrisponde alla metà della produzione di energia della centrale nucleare di Gösgen.

Potenziale importante

I prodotti a LED sostitutivi sono ora disponibili per quasi tutte le applicazioni dell'illuminazione. Tuttavia, nel caso di installazioni nuove vi è una forte discrepanza tra le applicazioni professionali (servizi e industria) e le applicazioni domestiche e artigianali: mentre la maggior parte dei sistemi di illuminazione professionale è dotata di LED, la metà delle lampade nelle economie domestiche e nelle piccole imprese è ancora alogena.

Nessun altro settore di consumo energetico offre attualmente la possibilità di conseguire un'efficienza energetica come quella raggiungibile con l'illuminazione. Nel 2016, quasi il 16 % di tutti i sistemi di illuminazione era dotato di LED. La riduzione del consumo complessivo di elettricità in Svizzera è probabilmente da ricondurre in gran parte al successo del settore dell'illuminazione. Tuttavia, tali risparmi non sono una cosa ovvia. Le numerose possibilità offerte dalla tecnologia LED portano anche a nuovi desideri: le facciate illuminate e gli armadi illuminati sono sempre più diffusi creando così un effetto rebound. Occorre pertanto riflettere su come contrastare questo effetto.



Consumo elettrico per l'illuminazione in Svizzera (100 % = 58 000 GWh/a).

La rivoluzione del LED

La classica lampada ad incandescenza è stata introdotta sul mercato da Thomas Edison intorno al 1880. Essa è in uso – nel tempo evoluta in lampada alogena – sino ad oggi. Intorno al 1930 fu lanciata sul mercato la lampada fluorescente (detta anche neon). Quasi tutte le lampade utilizzate fino al 2000 erano del tipo a incandescenza o fluorescenti (a scarica). Circa 20 anni fa furono introdotte sul mercato le prime lampade a LED (bianche) e quindi un modo completamente nuovo di generare luce.

Il LED, inizialmente un prodotto di nicchia costoso, corrisponde oggi allo stato della

tecnica. L'efficienza è dieci volte superiore a quella delle lampade a incandescenza e due volte superiore a quella delle lampade fluorescenti. I prezzi sono nel frattempo scesi drasticamente, mentre la qualità della luce è ora elevata.

Dal punto di vista della fisica, la lampada a LED è il procedimento inverso della cella solare. Mentre con quest'ultima la luce che cade su un wafer (cella fotovoltaica) a semiconduttore viene convertita in corrente elettrica continua, il semiconduttore LED genera luce quando viene apportata corrente elettrica continua.

Il fotovoltaico e la tecnologia LED sono imparentati dal punto di vista della fisica.

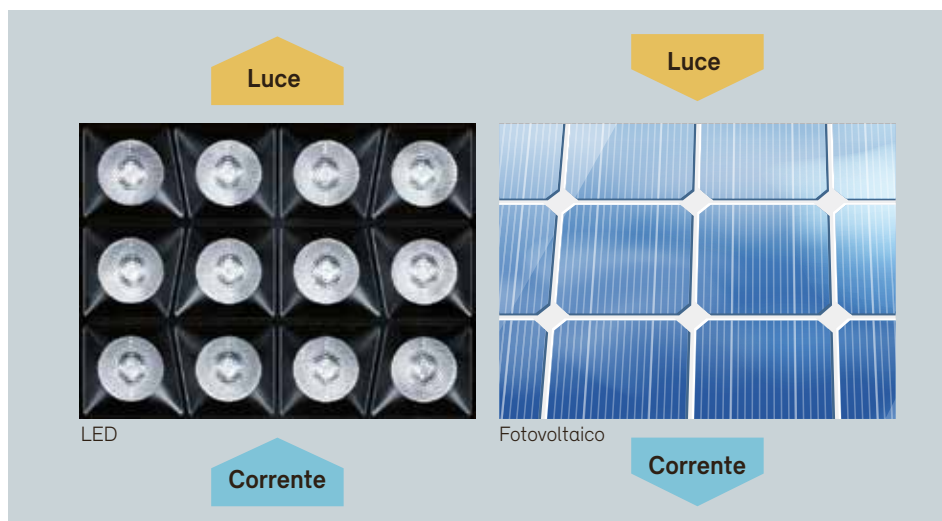


Tabella 2: Caratteristiche delle tre tecnologie di illuminazione a confronto

	Lampade a incandescenza	Lampade a fluorescenza	LED diodi luminosi
Principio in fisica	Filo incandescente (sole)	Scarica controllata (temporali)	Processo di semiconduzione (elettronica)
Efficienza (lm/W)	Da 10 a 20	Da 40 a 100	Da 80 a 160
Durata di vita (ore)	1000 bis 2000	3000 bis 15 000	15 000 bis 100 000
Resa cromatica	Molto buona	Media	Buona
Spettro di emissione (colori)	Continuo (predominanza del rosso)	Parziale (alcuni colori)	Continuo (picco nel blu)
Temperatura colore	Bianco caldo	Bianco caldo, neutro, luce naturale	Tutte le tonalità di bianco, anche modulabile
Materiali contenuti (selezione)	Vetro, tungsteno, ferro → rifiuti domestici	Vetro, plastica, sostanza fluorescente, mercurio, elettronica → rifiuti speciali	vetro, plastica, fosforo, metalli di terre rare, elettronica → rifiuti elettronici
Rischi	Pericolo di surriscaldamento e incendio, elevato consumo energetico	Qualità della luce minore, radiazione elettromagnetica, mercurio	Componente di luce blu, metalli di terre rare, effetto rebound
Futuro	Prodotto di nicchia	Nessun futuro a medio termine	Dominante a medio termine

Lampade a LED retrofit

Nella maggior parte dei nuovi corpi illuminanti a LED, la lampadina e lo schermo sono saldati – pertanto la sostituzione di una lampadina difettosa non è sempre fattibile. Per le lampade esistenti sussiste un'alternativa al corpo illuminante a LED completo, le cosiddette lampadine a LED retrofit. Si tratta di lampadine a LED con la forma di quelle a incandescenza, di faretti, come pure di tubi fluorescenti.

Per le varianti dimmerabili è necessario osservare quanto segue:

- Possono essere dimmerati solo i tipi di lampada espressamente contrassegnati.
- Alcuni vecchi dimmer per le lampadine a incandescenza non sono compatibili con le nuove lampadine a LED.
- La tipica colorazione rossa della luce durante la regolazione delle lampade alogene si ottiene con le lampade a LED denominate «dim to warm».

Lampadina a incandescenza è tornata – con filamenti LED

Quale alternativa energeticamente efficiente alle lampadine a incandescenza e alogene, è ora disponibile la lampadina a filamenti LED: esternamente essa non differisce molto da una lampadina a incandescenza e consente un risparmio energetico fino al 90 %. Le lampadine a filamenti LED possono essere utilizzate in sostituzione di lampadine a incandescenza, alogene e a risparmio energetico in tutti i corpi illuminanti dotati dei consueti attacchi «E14» ed «E27».

Tubi illuminanti per le superfici di circolazione e locali accessori

In sostituzione dei tubi fluorescenti possono essere utilizzati i cosiddetti tubi a LED, che sono inseribili negli attacchi esistenti. Poiché la luce proveniente dai tubi a LED viene emessa per la maggior parte da un lato e non a tutto tondo, la percezione della luce nel locale cambia. Ciò aumenta ulteriormente l'efficienza, poiché non viene direzionata alcuna luce superflua verso il soffitto. I tubi LED sono consigliati in base all'utilizzo del locale e dunque:

- **nei** garage, per le superfici di circolazione, nei depositi e nei capannoni di produzione semplici.
- **essi invece non** sono consigliati negli ambienti con elevati requisiti di comfort visivo, come ad esempio uffici, aule scolastiche, ospedali, locali di vendita, nella produzione.

Faretto – Controllare la dimmerabilità

Le lampadine alogene ad alta o bassa tensione sono utilizzate sia in ambito domestico che commerciale. La sostituzione con lampadine a LED retrofit è economicamente molto vantaggiosa, soprattutto nel settore commerciale.

Tabella 3: Panoramica sulle lampade a LED retrofit

	Filamenti LED	Faretto LED	Tubo LED
Potenza	6,5 W	4,3 W	15 W
sostituisce	60 W (lampadina a incandescenza)	50 W (lampadina alogena)	36 W (fluorescente)
Flusso luminoso	806 lm	350 lm	2400 lm
Efficienza energetica	124 lm/W	81 lm/W	160 lm/W
Risparmio	– 89 %	– 91 %	– 58 %
Classe di efficienza	A++	A+	A++
Temperatura colore	2700 K	2700 K	4000 K
Durata di vita	> 15 000 h	> 15 000 h	> 30 000 h
Prezzo	< 10 Fr.	< 10 Fr.	15 – 50 Fr.

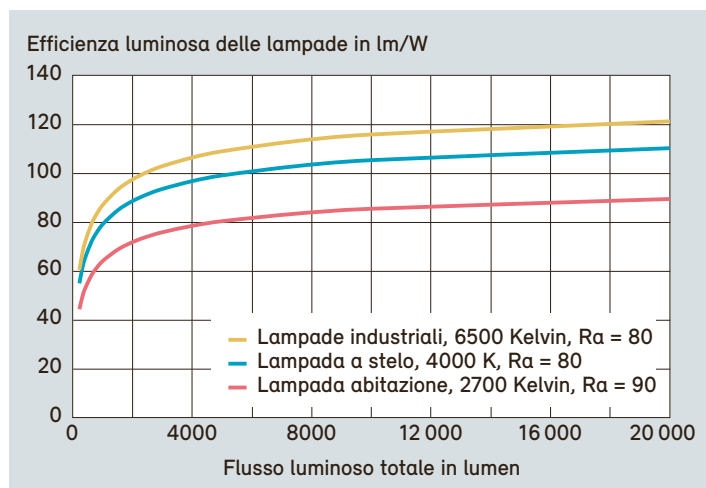
Lampade Minergie

Chi installa un'illuminazione di alta qualità sceglie di solito un corpo luminoso in cui tutte le componenti (LED, ottica, scatola, elettronica) sono perfettamente integrate. Tuttavia, in caso di difetto, la sostituzione delle singole componenti non è così semplice come lo era con le lampade alogene e fluorescenti. La durata di vita di una buona lampada LED è oggi molto lunga – in media 50 000 ore – ciò che equivale a 25 anni, ipotizzando per il calcolo un tempo di accensione annuale pari a 2000 ore. Per l'acquisto di una nuova lampada LED è importante puntare sulla buona qualità. Dieci anni fa Minergie, in collaborazione con l'Agenzia Svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E. e il settore dell'industria, ha creato un modulo sull'illuminazione. Oltre all'efficienza energetica, l'obiettivo di questo label è la qualità elevata dei corpi illuminanti.

Criteri di qualità

- Il produttore dispone di standard di qualità comprovati
- I corpi illuminanti sono corredati da misure effettuate in laboratori accreditati (secondo EN ISO/IEC 10025)
- La visualizzazione di tutte le caratteristiche del corpo illuminante è uniforme e completa (in particolare: curva di distribuzione della luce e riduzione dell'abbagliamento)

Requisiti di efficienza in funzione del flusso luminoso per tre tipi di lampade a titolo di esempio.



- La durata di vita è elevata (> 50 000 ore)
- L'efficienza energetica è elevata (classificata in base all'utilizzo)
- Il consumo in standby è basso (< 0,5 Wh)

I requisiti di efficienza si evolvono

I requisiti relativi all'efficienza energetica delle lampade Minergie sono stati adattati in base allo sviluppo della tecnica. Nel 2007 i requisiti variavano da 50 a 70 lm/W a seconda della lampada e del tipo di corpo; la migliore lampada aveva un'efficienza pari a 84 lm/W. Con l'evoluzione tecnologica dei LED l'efficienza è notevolmente aumentata: nel 2018 l'efficienza luminosa del migliore lampada Minergie è di 169 lm/W. Tuttavia, non si tratta di raggiungere unicamente un'efficienza elevata. A seconda del tipo, i valori minimi adeguati variano notevolmente: attualmente le lampade Minergie presentano valori che si situano fra 50 e 120 lm/W. I fattori che determinano il requisito di efficienza sono i seguenti:

- Flusso luminoso (lumen): più è alto e più elevata è l'efficienza possibile
- Resa cromatica (Ra): maggiore è la resa cromatica e minore è l'efficienza possibile
- Temperatura colore (Kelvin): più è calda e minore è l'efficienza possibile

toplicht.ch

L'elenco di tutte le lampade contraddistinte dal marchio Minergie è disponibile all' www.toplicht.ch/minergie/leuchtenliste. Le diverse centinaia di lampade provengono da una dozzina di diversi produttori svizzeri, austriaci e tedeschi. La scheda tecnica standardizzata e il file di misurazione (*.ldt) di ogni lampada sono scaricabili. I file di misurazione possono essere utilizzati direttamente nel software di progettazione Relux Desktop (www.relux.com). Le lampade possono essere selezionate e confrontate in base a diversi criteri.

Lampade Modulo Minergie

Produttore:
 Regent Lighting
Modello:
 Matrix led
Tipo di corpo illuminante: faretto
Potenza:
 29 W
Flusso luminoso:
 3400 lm
Efficienza luminosa:
 117 lm/W
Certificato:
 Re-0112



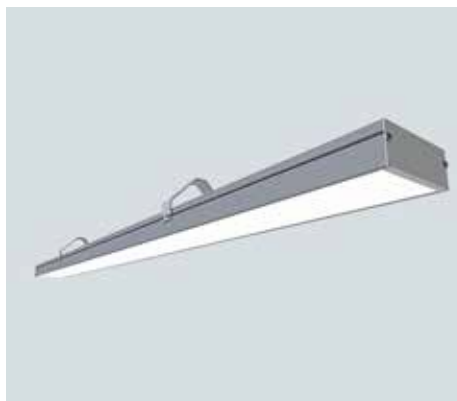
Produttore:
 Zumtobel
Modello:
 Panos infinity
Tipo di corpo illuminante: Downlight
Potenza:
 16 W
Flusso luminoso:
 2000 lm
Efficienza luminosa:
 121 lm/W
Certificato:
 Zu-0607



Produttore:
 Waldmann
Modello:
 Ataro led
Tipo di corpo illuminante: lampadario
Potenza:
 61 W
Flusso luminoso:
 6624 lm
Efficienza luminosa:
 109 lm/W
Certificato:
 Wa-0031



Produttore:
 S-TEC
Modello:
 Eigerlight pilatus
Tipo di corpo illuminante: lampadario
Potenza:
 61 W
Flusso luminoso:
 7395 lm
Efficienza luminosa:
 121 lm/W
Certificato:
 S-Tec-0007



Produttore:
 Zumtobel
Modello:
 Craft
Tipo di corpo illuminante: lampada industriale
Potenza:
 185 W
Flusso luminoso:
 25 000 lm
Efficienza luminosa:
 135 lm/W
Certificato:
 Zu-0737



Produttore:
 Zumtobel
Modello:
 Amphibia
Tipo di corpo illuminante: lampada per ambienti umidi
Potenza:
 41 W
Flusso luminoso:
 6390 lm
Efficienza luminosa:
 155 lm/W
Certificato:
 Zu-0750



Produttore:
 Baltensweiler
Modello:
 Fez
Tipo di corpo illuminante: lampada abitazione
Potenza:
 35 W
Flusso luminoso:
 3187 lm
Efficienza luminosa:
 92 lm/W
Certificato:
 Ba-0009



Produttore:
 Neuco
Modello:
 Eco b
Tipo di corpo illuminante: lampada a stelo
Potenza:
 83 W
Flusso luminoso:
 12 950 lm
Efficienza luminosa:
 157 lm/W
Certificato:
 Ne-0091

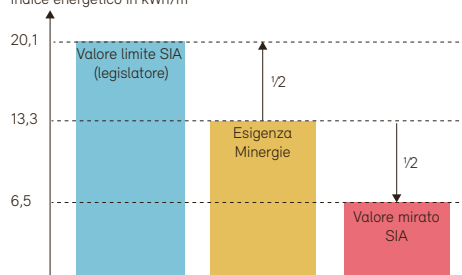


La luce nei locali

La norma SIA 387/4 (Elettricità negli edifici – Illuminazione) descrive la procedura per il calcolo del fabbisogno energetico per l'illuminazione e definisce i requisiti sotto forma di valori limite e valori mirati. Mentre il legislatore (MoPEC 2014) richiede il rispetto del valore limite, negli edifici Minergie deve essere rispettato il valore medio tra il valore limite e il valore mirato. A seconda dell'edificio, il requisito Minergie è in media inferiore del 30 % rispetto al valore limite SIA.

Esempio di un edificio scolastico

Indice energetico in kWh/m²



Campo di applicazione

(Regolamento Minergie 2018)

- Tutti gli standard di costruzione Minergie
- Tutte le categorie di edifici
- Edifici nuovi e ammodernamenti

In alcuni casi è possibile rinunciare al calcolo del fabbisogno energetico secondo la norma SIA 387/4. In questo caso nel formulario di verifica Minergie per l'illuminazione sono inseriti i valori standard.

- Edifici residenziali
- Edifici funzionali con superficie di riferimento energetico inferiore a 250 m²
- Cambiamento di destinazione di edifici residenziali in edifici funzionali con illuminazione mobile
- Rinnovi senza sostituzione dell'illuminazione

Verifica energetica

Per preparare la verifica energetica sono necessari i seguenti documenti:

- Piani delle piante (con posizione degli apparecchi d'illuminazione e dei sensori di luminosità) e delle sezioni
- Elenco delle lampade (con indicazione del tipo e della potenza di allacciamento)
- Ulteriori informazioni sulla luminosità del locale, sulle finestre (superfici e grado di trasmissione), sulla protezione solare (tipo, colore e regolazione)

Procedimento e calcolo

1. Suddivisione dell'edificio in zone

I requisiti dell'intensità di illuminazione e la possibilità di sfruttamento della luce naturale variano a seconda dell'utilizzo. Pertanto, a differenza del fabbisogno termico, il fabbisogno di energia elettrica è determinato per zone. Prima del calcolo, un edificio deve essere suddiviso in zone che hanno la medesima utilizzazione. Per contenere l'onere di calcolo entro limiti accettabili, è possibile unire le aree con un basso fabbisogno energetico.

2. Calcolo del valore di progetto

La somma delle potenze delle lampade installate con i rispettivi tempi di accensione (ore a pieno carico) fornisce il fabbisogno energetico per zona. La somma di tutti i parametri relativi all'energia e alle potenze fornisce il fabbisogno energetico e di potenza totali dell'edificio. Le potenze necessarie sono determinate dai progettisti illuminotecnici. La norma SIA 387/4 fornisce un metodo di calcolo per le ore di esercizio.

3. Confronto con le esigenze

Come per il calcolo del fabbisogno, anche le esigenze (valore limite e valore mirato della SIA, rispettivamente di Minergie) sono calcolate individualmente per ogni zona in base alle condizioni di utilizzazione. L'estrapolazione ponderata

1. Suddivisione dell'edificio in zone

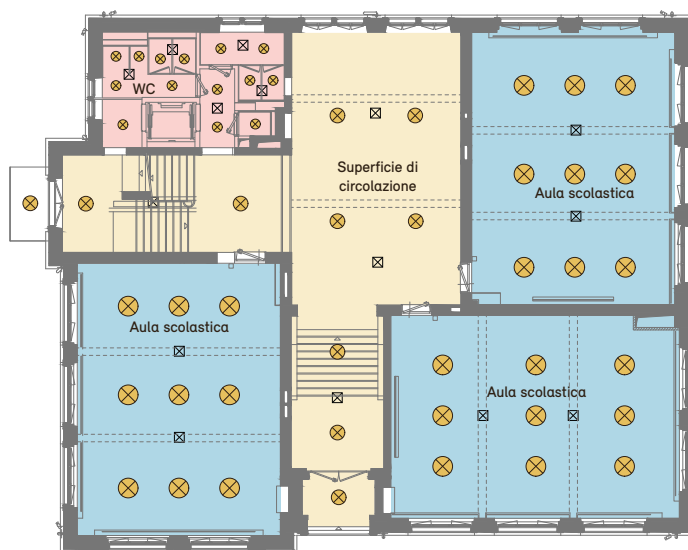
Edificio scolastico Bläsi
pianta PT

Utilizzazioni

- Aula scolastica
- Superficie di circolazione
- WC/Locale pulizia

Lampade

- Lampada A
- Lampada B
- Lampada C
- Sensori di luminosità



2. Calcolo del valore di progetto

Utilizzazione	Superficie netta m ²	Potenza kW	Ore a pieno carico h/a	Fabbisogno energetico kWh/a
Aula scolastica	1215	5,7	1016	5800
Superficie di circolazione	561	1,7	632	1100
Locali accessori	437	1,0	937	900
Aula docenti	102	0,4	669	300
Guardaroba	78	0,2	884	200
WC	64	0,7	533	400
Ufficio	84	0,5	884	400
Biblioteca	26	0,2	2215	400
Cucina	30	0,5	1250	600
Risultato globale	2597	10,9	922*	10 100

* Rapporto fra fabbisogno di energia e potenza

3. Confronto con i requisiti

Utilizzazione	Superficie netta m ²	Valore di progetto kWh/m ²	Valore limite SIA kWh/m ²	Esigenza Minergie kWh/m ²
Aula scolastica	1215	4,8	18,3	12,4
Superficie di circolazione	561	2,0	5,7	3,4
Locali accessori	437	2,1	5,7	3,5
Aula docenti	102	2,9	10,8	6,9
Guardaroba	78	2,6	7,7	5,1
WC	64	6,2	10,9	7,0
Ufficio	84	4,8	21,5	13,7
Biblioteca	26	15,5	11,6	7,8
Cucina	30	20,0	6,7	4,2
Risultato globale	2597	3,9	12,6	8,3

sulla superficie dell'intero edificio fornisce l'esigenza globale. Questa è specifica per ogni edificio. Attenzione: la norma SIA calcola il fabbisogno energetico senza ponderazione e lo mette in relazione con la superficie netta illuminata. Per Minergie il fabbisogno energetico viene ponderato (in base a un coefficiente nazionale) e messo in relazione con la superficie di riferimento energetico.

Valori tipici delle esigenze

I requisiti della norma SIA 387/4 sono definiti per le diverse zone ed estrapolati per l'intero edificio. Tuttavia, molti edifici, in particolar modo quelli più semplici, differiscono poco in termini di attrezzature e condizioni di utilizzo. In base a determinate configurazioni possono dunque essere calcolati gli indici energetici tipici per l'illuminazione per tutte e 12 le categorie di edifici.

Il grafico a barre mostra gli indici energetici relativi al valore limite SIA (requisiti di legge secondo MoPEC 2014) e i requisiti per gli edifici Minergie, ponderati con l'attuale fattore 2 per l'elettricità e riferiti alla superficie di riferimento energetico (ipotesi: superficie di riferimento energetico = superficie netta illuminata moltiplicata per 1,25).

Strumenti di calcolo

Per calcolare il fabbisogno energetico e il confronto con i requisiti, sono disponibili dei tool di calcolo:

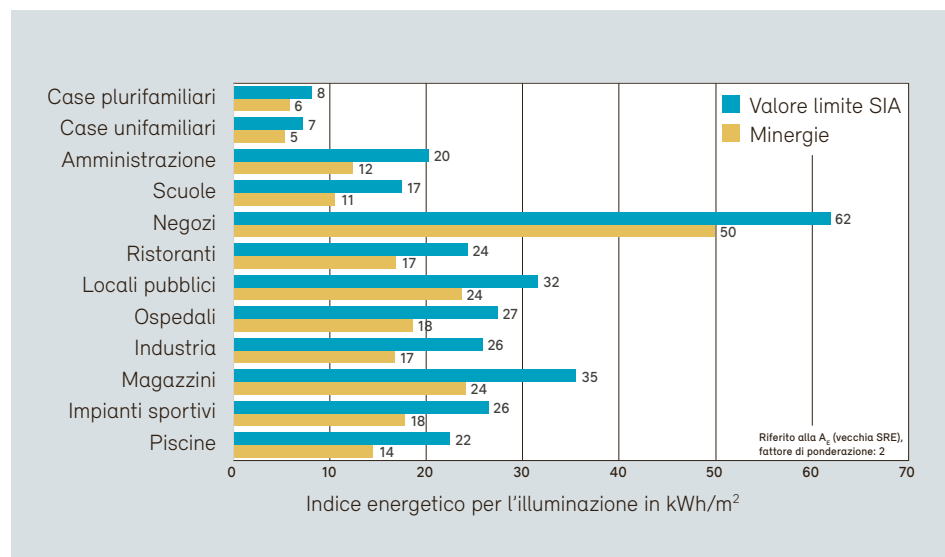
ReluxEnergyCH

Se la progettazione illuminotecnica viene eseguita con Relux Desktop, i dati possono essere utilizzati direttamente nella verifica energetica (SIA 387/4 e Minergie), esportandoli con la relativa funzione. ReluxEnergyCH è adatto a progetti di medie e grandi dimensioni e per progettisti che eseguono sovente simulazioni dell'illuminazione. Il software, per Windows, è a pagamento (tedesco, francese) ed è scaricabile da www.relux.com.

Lighttool

All'inizio del 2019 sarà disponibile uno strumento online gratuito per la verifica energetica (scaricabile da www.lighttool.ch). Questo software è adatto sia per progetti più semplici che per progettisti che devono creare una verifica per l'illuminazione solo saltuariamente. In Lighttool il calcolo segue esattamente la norma SIA. Grazie alla standardizzazione di alcune condizioni d'uso, l'utilizzo risulta però notevolmente semplificato. Il tool è disponibile in tedesco, francese e italiano.

Parametri standard
Minergie e valori
limite SIA



Esempio: scuola «Bläsi»

Negli edifici pubblici (nuove costruzioni e ristrutturazioni) la città di Zurigo realizza, di principio, l'illuminazione in base agli standard Minergie, anche quando la certificazione di un intero edificio non è possibile a causa di prescrizioni legate alla conservazione dei monumenti. Il rispetto dei requisiti di illuminazione è controllato sistematicamente in tutti gli edifici. L'ammodernamento dell'edificio scolastico «Bläsi» ne è un buon esempio. L'edificio, che risale al 1907, è stato completamente risanato nel 2015 e l'illuminazione è stata completamente riprogettata e realizzata. Le nuove lampade delle aule scolastiche dovevano essere simili a quelli originali, sospese e arrotondate. Nel contempo le nuove lampade dovevano soddisfare i requisiti attuali di intensità di illuminazione, di distribuzione della luce e di contenimento dell'abbagliamento.

La base per l'obiettivo energetico per l'illuminazione è lo standard Minergie. La corretta messa in funzione di corpi illuminanti e sensori come pure la successiva misurazione del consumo di energia sono state parte integrante dell'ammodernamento illuminotecnico.

Allestimento della verifica energetica

Già in una prima fase di progettazione è stata allestita la verifica energetica, in seguito aggiornata durante la fase di progettazione ed esecuzione e infine ripresa dopo la messa in servizio in base allo stato dell'impianto effettivamente realizzato. Questo aggiornamento continuo è utile se si vuole ottimizzare l'impianto di illuminazione, tuttavia per molti progetti di costruzione non corrisponde allo standard. La verifica descritta nel prossimo capitolo illustra la fase operativa dell'edificio scolastico Bläsi: con $6,2 \text{ kWh/m}^2$ l'indice energetico del valore di progetto (e realizzato) è ben al di sotto del requisito Minergie pari a $13,3 \text{ kWh/m}^2$ e ciò è stato possibile grazie ad una conseguente ottimizzazione.

Messa in servizio dei corpi illuminanti

L'edificio è in gran parte dotato di lampade sospese «Arno» della ditta Licht + Raum AG. Con una potenza elettrica di



Vista esterna dell'edificio scolastico Bläsi di Zurigo-Höngg ammodernato.

83 W e un flusso luminoso di 7500 lm, si ottiene un'efficienza luminosa di 90 lm/W – in quel momento un ottimo valore. Con l'attuale tecnologia di illuminazione questo valore sarebbe pari a 130 lm/W. Poiché la posizione delle lampade deve tener conto delle condizioni architettoniche e di illuminazione, l'intensità di illuminazione varia notevolmente da ambiente ad ambiente. Grazie all'installazione di lampade dotate di driver dimmerabili, con la messa in servizio è stato possibile tarare individualmente ogni corpo illuminante e quindi ottenere per ogni utilizzazione (aula, corridoio, aula docenti, aula polivalente) l'intensità di illuminazione necessaria. Questa regolazione ha permesso di ridurre la potenza installata da 16,8 kW a 10,9 kW, che ha comportato un risparmio energetico del 35 %.

Messa in servizio dei sensori

In tutto l'edificio sono installati rilevatori combinati (presenza e luce naturale). Nelle superfici di circolazione (corridoi, WC, locali accessori) questi funzionano in modo completamente automatico: la luce si spegne automaticamente quando c'è suffi-

ciente luce naturale o assenza di persone e si riaccende quando c'è troppo poca luce naturale o rileva la presenza di persone.

Nelle aule l'illuminazione è semiautomatica, vale a dire che solo lo spegnimento avviene tramite regolazione – l'accensione deve avvenire manualmente. Un fattore di efficienza essenziale è il ritardo di spegnimento in assenza di persone o in condizioni di luce naturale sufficiente.

Nella maggior parte degli edifici il ritardo di spegnimento è di 15 minuti, mentre nell'edificio scolastico Bläsi è stato ridotto a 5 minuti. Il risparmio è di circa il 20 %. Se si riducesse a 2 minuti, si risparmierebbe un ulteriore 20 %!

Ottimizzazione: conclusioni

Grazie all'aggiustamento delle lampade al corretto illuminamento e all'impostazione dei sensori di luminosità con un tempo di ritardo dello spegnimento ridotto, il consumo energetico per l'illuminazione diminuisce di oltre il 50 %. Nell'edificio scolastico Bläsi si è passati da 13,3 kWh/m² a 6,2 kWh/m². Le misurazioni hanno dimostrato che i valori calcolati sono confermati anche nella pratica.



Vista interna di una sala scolastica con lampade sospese «Arno».

Nessun Performance Gap!

Per verificare l'effettivo consumo energetico dell'illuminazione è stato installato un contatore di energia separato. Poiché le reti elettriche degli edifici generalmente non sono suddivise per gruppi di consumatori, la conduzione separata delle linee elettriche per l'illuminazione ha comportato degli oneri dovuti alle installazioni tecniche supplementari. Il consumo di energia è stato registrato per un anno. Il risultato, memorizzato a intervalli di 5 minuti, è stato di circa 100 000 valori di misura che hanno dovuto essere analizzati e interpretati. Il grafico mostra i valori settimanali e sono chiaramente visibili la diminuzione del consumo di energia durante le vacanze scolastiche come pure le differenze stagionali e meteorologiche.

Il confronto tra calcolo e misurazione mostra un risultato sorprendente: le cifre sono praticamente identiche sull'arco dell'anno. Questa precisione fa presumere che, in una certa misura, ciò sia da ricondurre anche al caso. I dati mostrano tuttavia che il modello di calcolo della norma SIA 387/4 consente di effettuare delle valutazioni molto precise.

Team di progetto

Committente: Città di Zurigo, Amt für Hochbauten

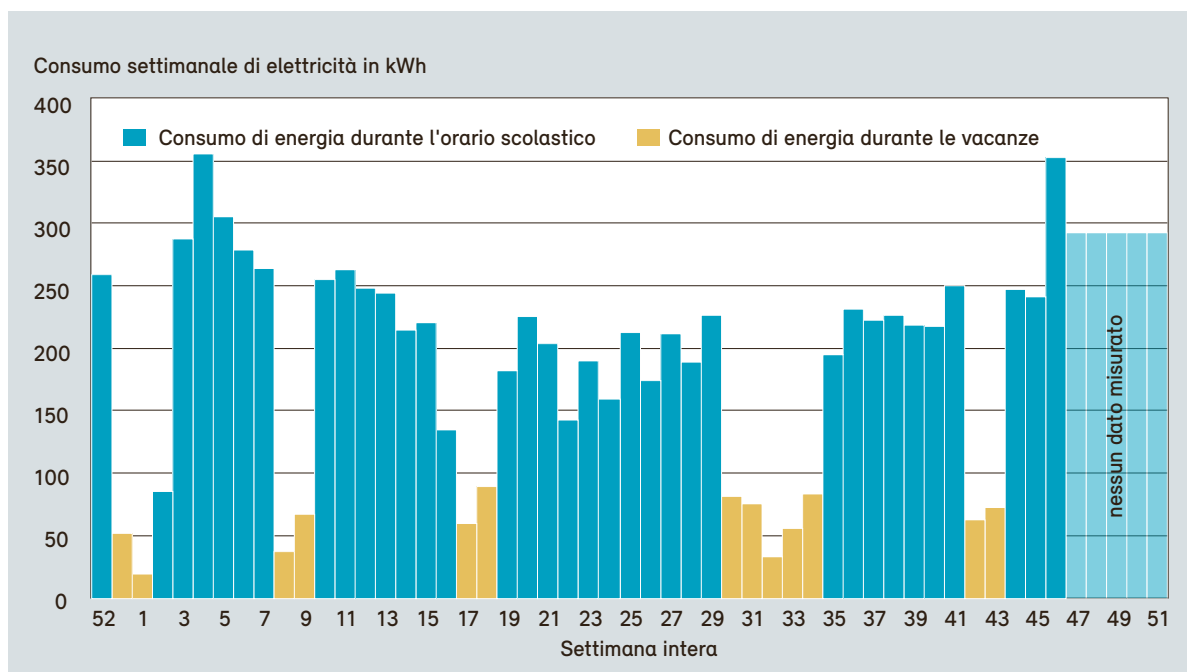
Architetti: Horisberger Wagen Architekten

Progettista impianti elettrici: Walter Salm, Meier & Partner AG

Misurazioni: elight GmbH

Tabella 4: Confronto fra valori misurati e calcolati

		Valore misurato	Valore calcolato
Consumo energetico	MWh/a	10,2	10,1
	kWh/m ²	3,9	3,9
Potenza istallata	kW	8,4	10,9
	W/m ²	3,2	4,2
Ore a pieno carico	h/a	1220	922
Superficie illuminata	m ²	2597	2597



Misurazione del fabbisogno di elettricità per l'illuminazione nell'edificio scolastico Bläsi.

Ulteriori informazioni

Minergie Svizzera

Dal 1998 Minergie è lo standard svizzero per il comfort, l'efficienza e il mantenimento del valore nel tempo. Il marchio di qualità per le nuove costruzioni e gli ammodernamenti copre tutte le categorie di edifici. Gli obiettivi sono il massimo comfort abitativo e nel lavoro, un basso fabbisogno di calore e di elettricità e la conservazione a lungo termine del valore. Al centro sono posti un involucro edilizio di elevata qualità, un rinnovo d'aria controllato e un approvvigionamento efficiente garantito da energie rinnovabili.

Il marchio comprende i tre standard di costruzione Minergie, Minergie-P e Minergie-A così come pure il complemento ECO. Minergie-P designa gli edifici con basso fabbisogno energetico e Minergie-A gli edifici che producono più energia di quanto ne utilizzino. Il complemento ECO può essere applicato a tutti gli standard di costruzione e designa gli edifici in cui sono considerati anche gli aspetti legati all'ecologia e alla salute. In questo modo Minergie soddisfa importanti criteri per l'edilizia sostenibile: comfort, conservazione del valore, efficienza energetica, ecologia degli edifici e salute. Due prodotti complementari garantiscono la qualità durante la fase di costruzione e di esercizio. Il marchio è adatto sia per edifici innovativi e pionieristici, sia per edifici destinati ad un'ampia diffusione sul mercato.



Sul sito www.minergie.ch trovate ulteriori informazioni e opuscoli sugli standard di costruzione e sui prodotti complementari di Minergie.

Pubblicazioni tecniche

Libro tecnico «Licht im Haus», (2012, ristampa: 2019, ISBN: 978-3-905711-15-8).

Ordinazioni: Faktor Verlag, Zurigo, info@faktor.ch, www.faktor.ch.

Download gratuito (D o F): www.energieschweiz.ch → Formazione e specializzazione → Pubblicazioni.

Siti internet

Ulteriori informazioni sono disponibili sui seguenti siti web:

- www.toplicht.ch: elenco delle lampade Minergie e compendio sull'illuminazione
- www.topten.ch: lampade per la casa energeticamente efficienti
- www.energieeffizienz.ch: sito web della l'Agenzia Svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E.
- www.slg.ch: Associazione Svizzera per la luce (linee guida, corsi di formazione)
- www.fvb.ch: Fachverband der Beleuchtungsindustrie
- www.relux.com: download del software per la progettazione illuminotecnica (incl. Relux EnergyCH, verifica dell'energia secondo Minergie e la norma SIA 387/4)
- www.lighttool.ch: verifica energetica semplificata secondo SIA 387/4 e Minergie, a partire dal 2019
- www.efeled.ch: programma di finanziamento per un'illuminazione efficiente in progetti a partire da 2000 m²
- www.minus60.ch: programma di finanziamento per un'illuminazione efficiente nei progetti di superficie inferiore a 2000 m²
- www.stadt-zuerich.ch/egt → Vorgaben

Minergie Svizzera

Bäumleingasse 22
4051 Basilea

061 205 25 50
info@minergie.ch

Agenzia Svizzera italiana

Ca' bianca
Via San Giovanni 10
6500 Bellinzona

091 290 88 10
ticino@minergie.ch

www.minergie.ch

Con il sostegno di



Leadingpartner Minergie



always the
best climate



Partner della pubblicazione

zumtobel group