

**MINERGIE**<sup>®</sup>  
SAPERE



# illuminazione naturale

Massima qualità dell'illuminazione negli edifici Minergie

## Contenuto

Principi	4
Illuminazione naturale nei locali	6
Indispensabile per la salute	7
Conflitti tra obiettivi	8
Aiuti alla progettazione	10
Norme e strumenti	11
Casi pratici	12
Ulteriori informazioni	18

## Impressum

### Editore

Minergie Svizzera

### Produzione

**Concetto e testo:** pagine 4–6 e 8–11:

Björn Schrader e Janine Stampfli,  
Università degli Studi di Scienze e Arti  
applicate di Lucerna, Ingegneria e Archi-  
tettura, Istituto tecnica della costruzione  
ed energia, Licht@hslu; pagina 7: Christi-  
an Cajochen, Oliver Stefani, Centro per  
cronobiologia, Cliniche psichiatriche uni-  
versitarie Basilea

**Redazione:** Sandra Aeberhard,  
Faktor Journalisten AG, Zurigo

**Grafica:** Christine Sidler,  
Faktor Journalisten AG, Zurigo

**Stampa:** Birkhäuser+GBC AG, Reinach

**In copertina:** casa unifamiliare a  
Bottenwil (AG-321-P), Foto: Velux



# Progettare integrando l'illuminazione naturale

L'illuminazione naturale garantisce un elevato livello di comfort con un basso consumo energetico, Minergie si impegna su entrambi i temi. Per sfruttare al massimo l'illuminazione naturale che è gradevole, gratuita e neutra dal punto di vista del CO<sub>2</sub>, le decisioni giuste devono essere prese già in fase di progettazione. La luce artificiale dovrebbe essere utilizzata solo laddove l'illuminazione naturale è insufficiente o completamente assente. Questa pubblicazione contiene informazioni sulla progettazione dell'illuminazione naturale nelle nuove costruzioni e negli ammodernamenti.

# Principi

La luce consente all'uomo di vedere, scatenare emozioni e regola il ritmo circadiano. Oggi, passiamo la maggior parte del nostro tempo in ambienti chiusi e un buon apporto di luce naturale è quindi particolarmente importante nei locali utilizzati in modo continuativo.

## La luce nel contesto dell'architettura e dell'energia

Nell'architettura, la luce è essenziale – senza luce non esiste la percezione dello spazio. Prima dell'invenzione della lampadina, l'illuminazione naturale era la principale fonte di luce negli ambienti interni. La posizione e la dimensione delle aperture degli edifici erano quindi frutto di una decisione importante,

L'illuminazione naturale dovrebbe essere la fonte di luce principale in un edificio. Dove necessario, viene integrata con la luce artificiale.

presa con consapevolezza. Verso la fine del XIX secolo, con l'avvento della luce artificiale, la luce naturale è diventata sempre meno importante. La luce artificiale permette di illuminare gli ambienti in qualsiasi momento, così facendo le carenze nella progettazione dell'illuminazione naturale possono essere facilmente compensate. Ma le finestre non regolano solo la penetrazione della luce naturale. Esse creano un legame con il mondo esterno,

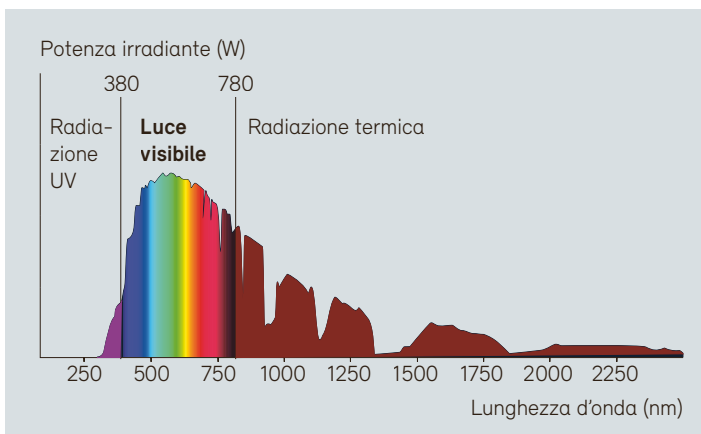
influenzano il consumo di elettricità per l'illuminazione, il riscaldamento, il raffreddamento e la ventilazione. Ciò può portare a situazioni di conflitto tra obiettivi diversi (pagine 8 e 9).

## Condizioni ambientali

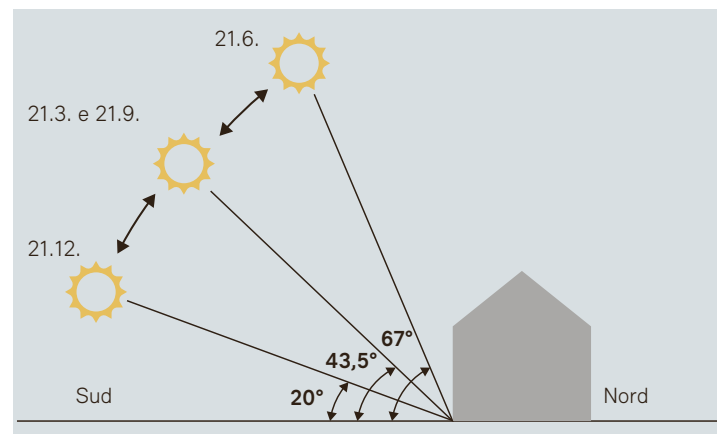
La presenza della luce naturale è influenzata da vari fattori. La latitudine è il parametro geografico che determina l'andamento percepito del sole. In estate, in Svizzera, il sole sorge a nord-est, raggiunge un'altezza massima di 67° e tramonta a nord-ovest. In inverno, tuttavia, il sole sorge a sud-est, a mezzogiorno non supera neppure i 20° e poi tramonta a sud-ovest. Il corso del sole in autunno e primavera si posiziona tra queste due situazioni.

Nella situazione reale in loco, anche la topografia e le condizioni atmosferiche giocano un ruolo importante. In un giorno con cielo terso, oltre 100 000 lux possono raggiungere la superficie terrestre, mentre in un giorno con un cielo nuvoloso questo valore si attesta a soli 10 000 lux. Tuttavia, gli ostacoli naturali, come le montagne, possono ridurre la quantità di luce naturale disponibile. Nel decidere la posizione e l'orientamento degli edifici, si deve dunque tener conto di tutti i fattori geografici sopra descritti.

L'irraggiamento solare è composto non solo da luce visibile (luce naturale), ma per gran parte anche dalla radiazione termica e ultravioletta.



Posizione del sole rispetto a una facciata rivolta a sud, in Svizzera, a mezzogiorno.



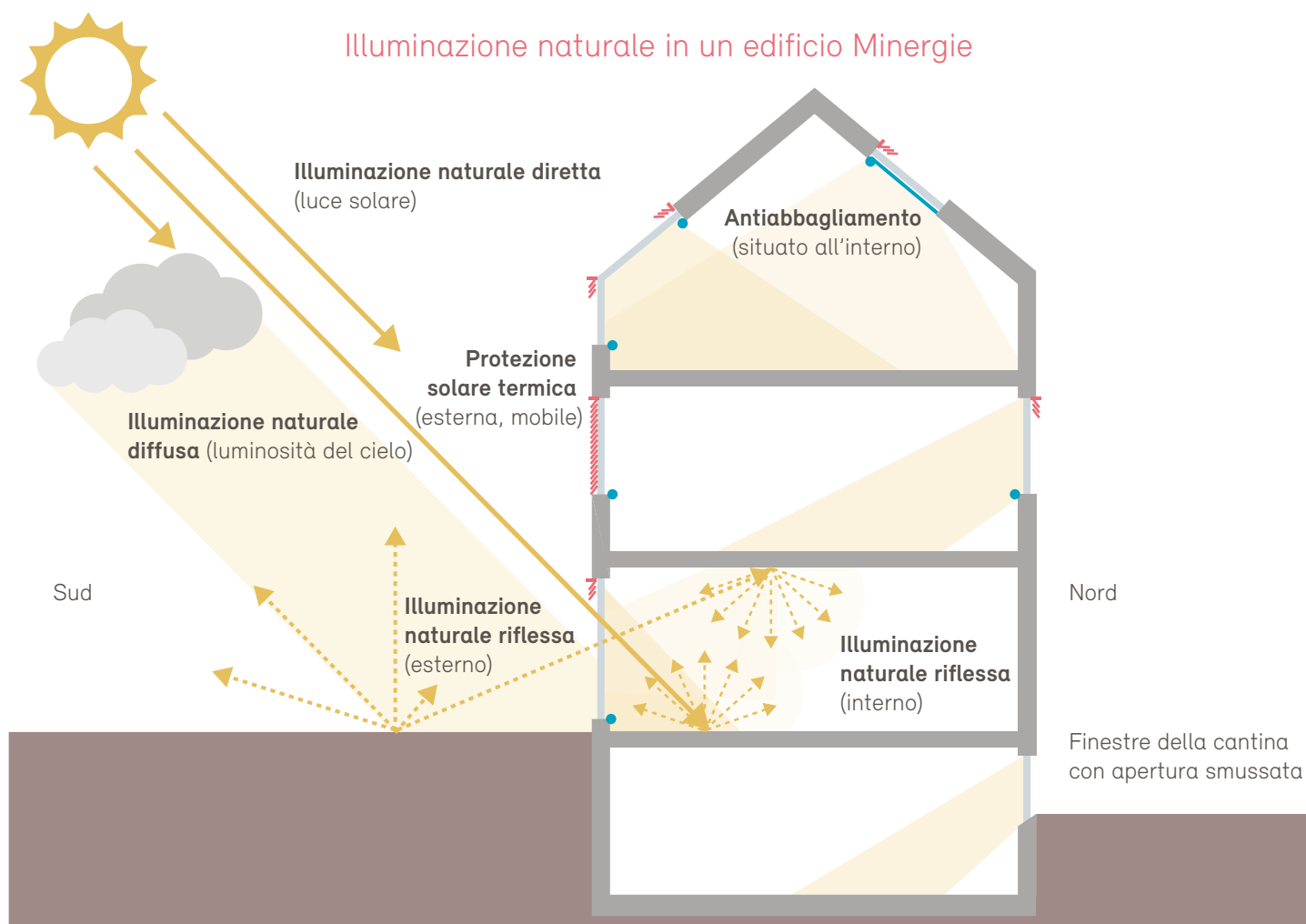
## Importanti parametri costruttivi

- **Finestre:** la luce naturale diretta penetra attraverso tutte le aperture orizzontali e da tutti i lucernari. Nelle aperture verticali, invece, l'orientamento della facciata gioca un ruolo importante, poiché la direzione dei raggi solari dipende dall'ora del giorno e dalla stagione.
- **Dimensionamento della superficie vetrata:** più grande è la superficie vetrata, più luce naturale diffusa e diretta penetra all'interno.
- **Dettagli sull'apertura delle finestre e sulle superfici dei locali:** il vetro con un elevato grado di trasmissione della luce ( $\tau$ ) e le aperture smussate nella facciata consentono di migliorare l'illuminazione naturale. Inoltre le superfici dei locali con

un alto grado di riflessione favoriscono la diffusione della luce naturale in profondità nei locali.

### Minergie-ECO e illuminazione naturale

L'illuminazione naturale è un aspetto importante nella costruzione che ha un influsso sulla salute e sull'ecologia. Per questo motivo Minergie-ECO richiede che in tutti i locali vi sia un'illuminazione naturale sufficiente. Definisce i requisiti d'illuminazione naturale nei locali e la superficie massima ammissibile con un insufficiente sfruttamento della luce naturale, distinguendo tra nuove costruzioni e ammodernamenti. Per l'allestimento della verifica è disponibile sul sito [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) lo strumento «Illuminazione naturale».



# Illuminazione naturale nei locali

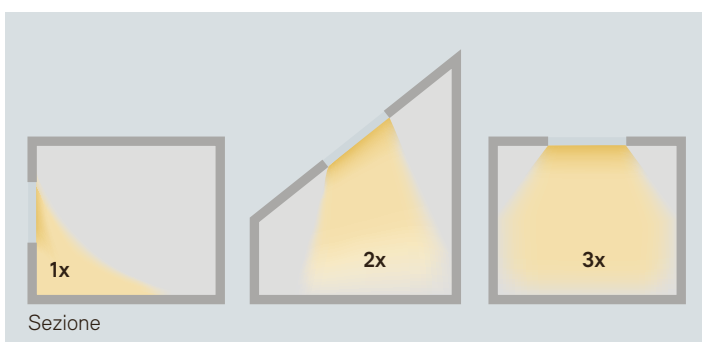
## Decisioni tecnico-costruttive

La penetrazione della luce naturale in una stanza è influenzata da decisioni tecnico-costruttive. La posizione delle finestre ha un'influenza importante sulla quantità e la diffusione dell'illuminazione naturale in un locale. Le aperture orizzontali, come i lucernari, consentono l'ingresso del triplo di luce naturale diffusa rispetto ad aperture verticali della medesima dimensione. Il rendimento dei lucernari inclinati si trova nel mezzo. Anche la diffusione dell'illuminazione nel locale varia notevolmente a seconda del tipo di apertura scelta.

## Quantità ≠ Qualità

Per quanto riguarda l'illuminazione naturale all'interno, la quantità non sempre corrisponde alla qualità. La luce naturale diretta, in particolare, dipende fortemente dal contesto e dalle persone. Così come la dimensione della superficie vetrata non è determinante per la qualità dell'apporto di luce naturale. Sebbene le norme edilizie cantonali prescrivano un rapporto minimo tra superficie vetrata e superficie del pavimento di 1:10, molti fattori non vengono presi in considerazione, motivo per cui questo valore indicativo è insoddisfacente dal punto di vista illuminotecnico. La nuova norma svizzera «SN EN 17037 – Luce naturale negli edifici», in vigore da giugno 2019, colma questa lacuna. Questa norma definisce criteri di qualità che consentono una valutazione completa dell'illuminazione naturale (pagina 11).

Distribuzione dell'illuminazione naturale diffusa (giallo) per diverse posizioni dei serramenti.



Sia per gli edifici residenziali sia per quelli funzionali, nella progettazione della disposizione dei locali è necessario analizzare l'apporto desiderato di luce naturale diffusa e diretta. Nel caso di edifici funzionali, occorre prestare attenzione a garantire la migliore illuminazione naturale possibile per i locali utilizzati in modo continuativo (ad es. uffici). Tuttavia, a causa della maggiore profondità dei locali, una buona illuminazione all'interno del locale rappresenta una sfida. Inoltre, anche la protezione contro l'abbagliamento è maggiore rispetto agli edifici residenziali. Le considerazioni architettoniche classiche includono per esempio gli uffici rivolti a nord e le camere da letto rivolte ad est.

## Nuova costruzione: è meglio pensarci in anticipo

Nel caso di nuove costruzioni, le decisioni relative all'illuminazione naturale dei locali sono in gran parte prese dall'architetto. La posizione e le dimensioni delle finestre sono determinate nelle prime fasi del processo di costruzione. Modifiche durante i lavori sono difficili ed è quasi impossibile correggere gli errori. La progettazione dell'illuminazione naturale dovrebbe pertanto già essere parte integrante nella valutazione dei progetti. Bisognerebbe prendere in considerazione il coinvolgimento di un progettista illuminotecnico.

## Risanamento: attenzione

Le misure di risanamento, come il triplo vetro, gli infissi più larghi o gli intradossi più profondi, dovuti a un maggiore isolamento della facciata possono, in determinate circostanze, portare ad una minore penetrazione della luce. Pertanto, l'illuminazione naturale deve essere attentamente valutata prima del risanamento.

# Indispensabile per la salute

Gli effetti della luce sulle persone sono molteplici. La luce non è necessaria solo per vedere, ma ha anche un effetto sulla nostra salute. L'illuminazione naturale svolge un ruolo centrale per numerose funzioni corporee.

Il susseguirsi del giorno e della notte ha fatto sì che molti organismi – dalle alghe agli esseri umani – sviluppassero degli orologi biologici in grado di sincronizzare i loro ritmi fisiologici con la luce del giorno. Questi orologi regolano quasi la metà dei geni del corpo, e la maggior parte dei miliardi di cellule svolge le sue funzioni in momenti precisi. La sincronizzazione avviene direttamente attraverso l'occhio e il cervello. Ad esempio, la temperatura corporea e alcuni ormoni hanno degli andamenti tipici su 24 ore. Se gli ingranni delle cellule si sfasano, questo può portare a effetti negativi, come disturbi del sonno, a breve termine, fino a disturbi psicologici e malattie come il diabete e le malattie cardiovascolari, a lungo termine.

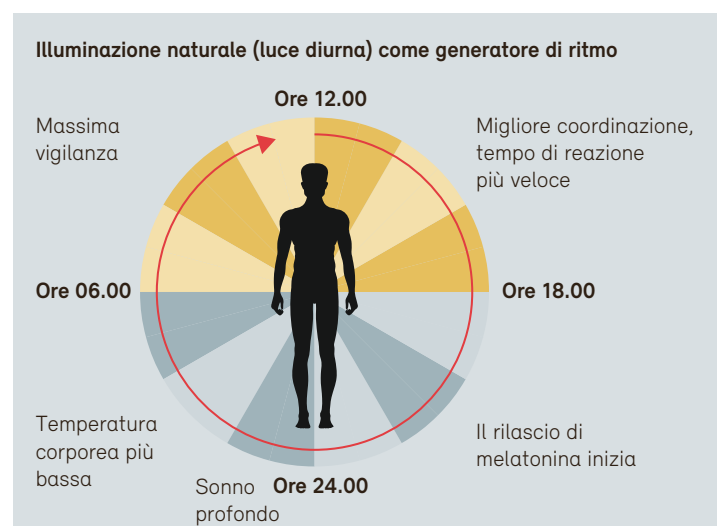
## La luce diurna ti sveglia, il buio ti stanca

L'influenza della luce sulla regolazione del metabolismo è stata studiata fin dagli anni '40. Tuttavia, i meccanismi dettagliati sono noti solo da pochi anni. Solo nel 2002 sono state scoperte nella retina dell'occhio delle cellule sensibili alla luce, che non servono alla vista ma sono direttamente collegate al «direttore d'orchestra» il cervello. Esse sono particolarmente sensibili radiazioni alle onde corte, la luce blu.

La luce blu, ma anche la luce bianca ad alto contenuto di blu, avrebbero un effetto stimolante. Questo è auspicabile durante il giorno – ma non di notte. Alla sera essa inibisce la formazione della melatonina, un ormone notturno, che favorisce il sonno, e permette alle nostre cellule di rigenerarsi e di rimanere in salute.

La luce naturale del mattino e della sera, ma anche un'elevata dose di luce durante il giorno e di buio durante la notte, sono decisivi per il corretto funzionamento dell'orologio interno. Ciononostante oggi non viviamo quasi più seguendo il ritmo del ciclo naturale di luce e buio e trascorriamo la maggior parte della giornata in ambienti interni. La luce artificiale non può ancora sostituire la luce naturale, né in intensità né in termini di spettro. La poca luce durante il giorno e l'illuminazione artificiale con elevati componenti blu, come anche l'utilizzo di tablet, schermi e smartphone dopo il tramonto possono scombussolare l'orologio interno. Diventa così difficile addormentarsi e alzarsi al mattino senza sveglia.

Un orologio interno ben sincronizzato con l'illuminazione naturale è un prerequisito per un'elevata qualità del sonno e ha un effetto positivo sulla nostra salute.





# Conflitti tra obiettivi

Le finestre apportano luce naturale, creano un collegamento con il mondo esterno e forniscono quindi informazioni sul meteo, ma anche sul periodo dell'anno e sull'ora del giorno. Più luce naturale penetra nell'ambiente, minore è il consumo energetico per la luce artificiale. Ma le finestre sono anche strettamente collegate al tema del riscaldamento, del raffreddamento e della ventilazione. A causa di queste diverse funzioni, i conflitti tra obiettivi sono inevitabili. La definizione delle condizioni ottimali dipende dal tipo di edificio, dall'uso dello spazio e dalle esigenze degli utenti. Una superficie vetrata estremamente elevata, oppure bassa, porta a forti conflitti tra i diversi obiettivi.

## Surriscaldamento contro guadagni solari

L'irraggiamento solare che penetra all'interno di un locale è costituito non solo dalla luce visibile, ma anche da una grande quantità di radiazione termica (pagina 4). I diversi tipi di vetro permettono il passaggio di differenti quantità di calore. L'indicatore della trasmissione energetica globale del vetro è il (valore g). Nei mesi freddi dell'anno, il calore che penetra viene chiamato «guadagno solare», perché riduce il fabbisogno di riscaldamento. In estate, invece, si parla invece di «carichi

solari», essi possono portare al surriscaldamento e, a seconda dell'edificio, ad un aumento dei costi di raffreddamento. La decisione di utilizzare una certa percentuale di vetro e un certo valore g è quindi il risultato di un compromesso. Un'attenta pianificazione deve tenere conto di questo. In estate, alle nostre latitudini, non sono le facciate meridionali, ma quelle orientali e occidentali a essere fortemente esposte all'irraggiamento solare. Ciò è da ricondurre al sole basso al mattino e al pomeriggio, che influisce in particolare sulle facciate rivolte a ovest e a est. Tuttavia, in estate, sono le aperture orizzontali i lucernari su tetti inclinati a subire i carichi più elevati.

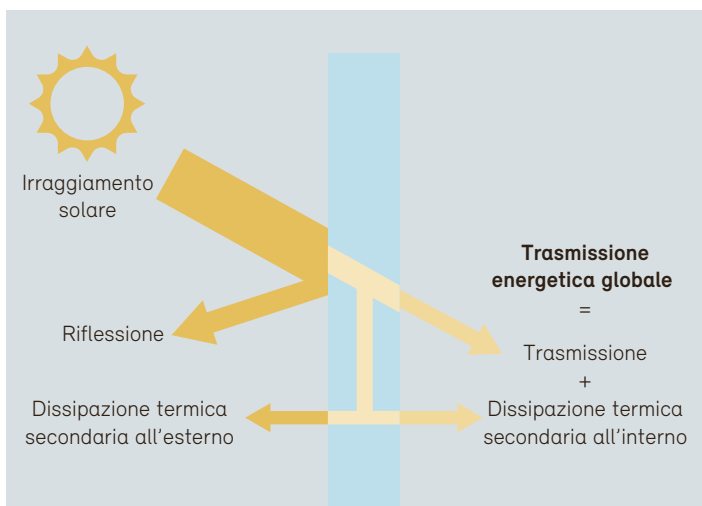
## Abbagliamento

La luce naturale diretta può causare un importante e sgradevole contrasto di luminosità. Un osservatore può essere abbagliato direttamente dalla luce solare o indirettamente da una superficie riflettente. Negli edifici funzionali, l'abbagliamento può disturbare tutto l'anno, specialmente quando si lavora con un computer. La protezione solare termica utilizzata come protezione antiabbagliamento riduce sensibilmente i guadagni solari in inverno.

## Energia grigia

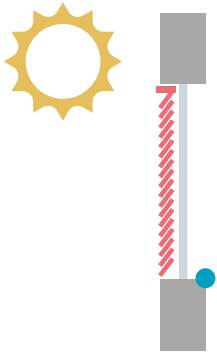
Un conflitto fra gli obiettivi esiste anche nell'impatto ambientale di un edificio durante il suo ciclo di vita. Di norma, i serramenti e i vetri contengono molta più energia grigia rispetto agli elementi costruttivi opachi. Pertanto, le superfici vetrate devono essere dimensionate e disposte in modo tale da consentire il massimo sfruttamento della luce naturale, ma con la minore superficie possibile.

Il coefficiente di trasmissione energetica globale indica quanto calore penetra all'interno attraverso un elemento costruttivo trasparente.





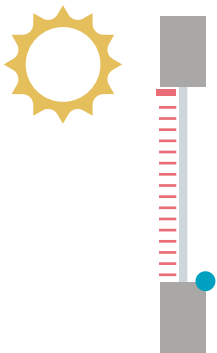
### Protezione solare termica chiusa



## Protezione solare termica

La protezione solare termica contrasta il surriscaldamento di un edificio, ma, al contempo, ha un impatto rilevante sull'illuminazione naturale e non deve quindi essere scelta esclusivamente sulla base di considerazioni termiche. L'effetto migliore si ottiene con sistemi posti all'esterno. Ci sono molte opzioni per l'ombreggiamento solare termico mobile: persiane, veneziane a lamelle, tende in tessuto e tapparelle avvolgibili. Gli aspetti da tenere in considerazione sono la resistenza al vento, la pulizia e l'estetica.

### Protezione solare termica ad apertura orizzontale



La protezione solare termica statica fa parte della facciata, di solito si tratta di un balcone sopra una finestra o di una tettoia. Tuttavia, a causa della posizione relativamente bassa del sole in Svizzera (anche in estate), questo tipo di schermatura solare termica è sempre frutto di un compromesso, poiché l'illuminazione naturale diffusa all'interno dei locali viene ridotta durante tutto l'anno.

L'impiego del vetro isolante con protezione solare in Svizzera è adatto solo in casi particolari, ad esempio in edifici per uffici con elevati carichi di raffreddamento, in quanto riduce la quantità di luce naturale che penetra nell'edificio durante tutto l'anno.

La protezione solare termica mobile può essere utilizzata per aperture di qualsiasi orientamento (orizzontale, verticale

e inclinato) e limita la visuale verso l'esterno solo per un certo periodo di tempo. L'ideale è una posizione delle lamelle che blocca la luce naturale

diretta incidente e che quindi permette di mantenere la vista e consente alla luce naturale diffusa di penetrare nel locale.

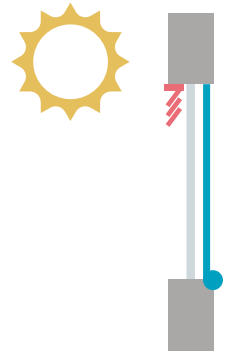
Grazie alla sua flessibilità, la protezione solare termica mobile è migliore rispetto agli elementi statici.

## Antiabbagliamento

Per evitare che la protezione solare termica venga utilizzata anche per proteggere contro l'abbagliamento, è necessario installare un ulteriore antiabbagliamento e istruire l'utente sul corretto funzionamento.

L'antiabbagliamento deve essere sempre mobile e dovrebbe attenuare solo la luce solare diretta. Questo riduce i contrasti e aumenta il comfort visivo. Si usa solitamente quando il sole è basso. Per favorire l'uso passivo dell'energia solare in inverno, l'antiabbagliamento deve essere montato all'interno. A seconda delle esigenze, è possibile utilizzare tende o tapparelle. Le tapparelle avvolgibili sono preferibilmente tirate dal basso verso l'alto, in modo che nell'ambiente permanga una buona illuminazione naturale.

### Antiabbagliamento



## Regolazione – non solo negli edifici funzionali

Una regolazione automatica della protezione solare termica mobile è prassi negli edifici funzionali. Al fine di ottenere un'elevata accettazione tra gli utenti, è importante che essi possano gestire il funzionamento, ricevere un'istruzione precisa e avere la possibilità di porre domande nei primi mesi di funzionamento. Ma anche negli edifici residenziali, a causa dei periodi di canicola sempre più frequenti, sono auspicabili sistemi di regolazione, in modo che gli edifici continuino ad offrire un elevato livello di comfort con un basso consumo energetico.

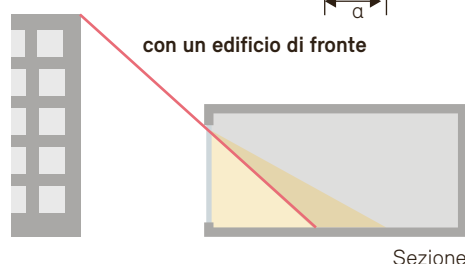
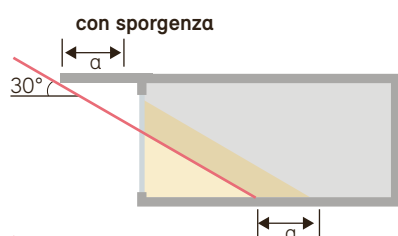
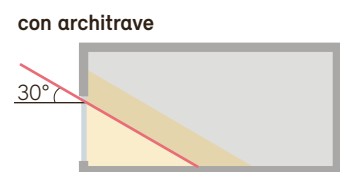
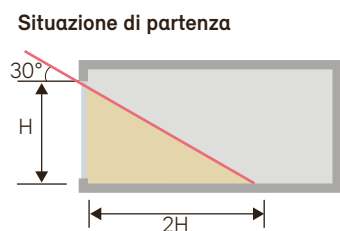
# Aiuti alla progettazione

Al fine di integrare la luce naturale nelle prime fasi di progettazione, si sono dimostrate valide delle semplici regole per la stima dell'apporto di luce naturale. In un secondo tempo, per calcolare l'illuminazione naturale è possibile utilizzare i metodi descritti nella norma SN EN 17037 «Luce naturale negli edifici» (vedi pagina 11).

## Per una illuminazione naturale diffusa

### Regola dei 30° per le aperture verticali

Una quantità sufficiente di luce naturale diffusa penetra in un ambiente solo fino a una profondità pari al doppio dell'altezza della finestra, calcolata sino al bordo superiore. Un architrave o un balcone sopra la finestra riducono di conseguenza l'apporto di luce naturale, poiché la parte superiore di una finestra è particolarmente importante per la penetrazione in profondità della luce.

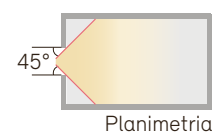


La regola dei 30° rimane invariata, con architrave, con sporgenza e con un edificio di fronte.

Sezione

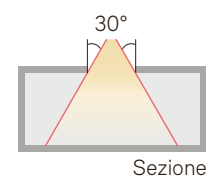
### Regola dei 45° per aperture verticali

La luce naturale diffusa penetra in un locale, ma non in maniera sufficiente nelle zone sotto i 45° a sinistra e a destra di un'apertura verticale.



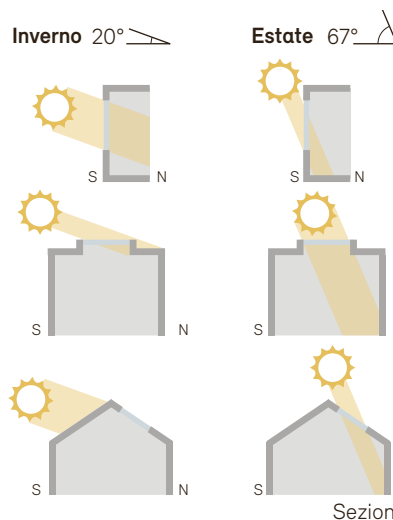
### Regola dei 30° per aperture orizzontali

Attraverso un'apertura orizzontale, una sufficiente quantità di luce naturale diffusa penetra in un ambiente in un cono di luce con un raggio di 30°.



## Per l'illuminazione naturale diretta

La luce naturale diretta può essere analizzata osservando l'altezza massima del sole in estate e in inverno. Va notato che la posizione più alta del sole nell'emisfero nord si trova rigorosamente a sud.



Angolo d'ingresso della luce naturale diretta al culmine del sole in inverno e in estate nel caso di aperture verticali, aperture orizzontali e aperture in tetti inclinati.

## Per la vista

I piani di situazione possono essere utilizzati per valutare la qualità della vista e le distanze sulla linea dell'orizzonte. Ciò può poi essere integrato nella decisione relativa alla posizione e al dimensionamento delle finestre.



# Norme e strumenti

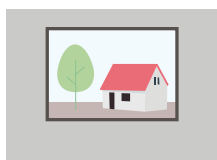
## SE EN 17037 «Luce naturale negli edifici»

### I 4 principi di base della SN EN 17037

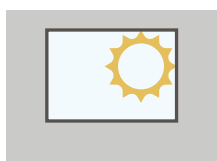
#### Luce naturale



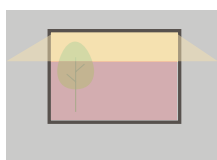
#### Contatto visivo



#### Esposizione al sole



#### Anti-abbagliamento



Le norme e gli strumenti di progettazione costituiscono lo stato della tecnica per il calcolo del fabbisogno di elettricità e per le verifiche energetiche. Da poco la luce naturale ha una sua norma, la norma SE EN 17037 «Luce naturale negli edifici» che definisce i requisiti minimi per ottenere un'illuminazione naturale negli ambienti interni e un contatto visivo vero l'esterno adeguato. La norma contiene, inoltre, raccomandazioni per la durata dell'esposizione alla luce solare degli spazi abitativi e soggiorni, nonché informazioni su come limitare l'abbagliamento. La norma elenca due criteri per l'apporto di luce naturale per finestre verticali e inclinate:

- Nel 50 % del locale, almeno 300 lux dovrebbero essere superati durante il 50 % delle ore di luce naturale.
- Nel 95 % del locale, almeno 100 lux dovrebbero essere superati durante il 50 % delle ore di luce naturale.

La norma raccomanda l'uso di un software convalidato per valutare l'apporto di luce naturale in ambienti interni. Viene utilizzato per calcolare il quoziente di luce naturale di riferimento o per calcolare l'illuminamento di riferimento utilizzando i dati climatici specifici del luogo.

## Norma SIA 387/4

La norma SIA 387/4 «Elettricità negli edifici – Illuminazione» si occupa, a differenza della precedente norma SIA 380/4 «L'energia elettrica nell'edilizia», esclusivamente di illuminazione e definisce il calcolo del fabbisogno di elettricità per l'illuminazione di nuove costruzioni e ammodernamenti. La norma definisce i valori, come ad esempio l'illuminamento minimo richiesto, a dipendenza dell'utilizzo standard dei locali.

## Altri documenti rilevanti

- SN EN 12464-1 «Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro»
- Legge sul lavoro – Indicazioni relative alle ordinanze 3 e 4, SECO, 2019

## Strumenti di progettazione dell'illuminazione naturale

Sul mercato esistono diversi strumenti di progettazione dell'illuminazione naturale che consentono di effettuare diverse verifiche (vedi tabella). Inoltre, esistono strumenti software basati sul clima che consentono la simulazione della luce naturale, ma richiedono un livello di competenza più elevato da parte dell'utente.

## Strumento di progettazione «Illuminazione naturale Minergie-ECO»

Lo strumento Excel si basa sulla norma SIA 387/4 e calcola il numero di ore durante le quali l'illuminamento richiesto in un locale può essere raggiunto con la luce naturale. Esso viene impostato in relazione a un valore standard in funzione dell'utilizzo. Il risultato è espresso con un valore percentuale e lo strumento serve anche come metodo di verifica per la certificazione del complemento ECO.

Strumento di progettazione Illuminazione naturale			
	Luce artificiale?	Gratuito?	Verifiche
Strumento Minergie-ECO	No	Sì	Minergie-ECO
VELUX Daylight Visualizer	No	Sì	SN EN 17037
Dial+	Sì	No	Minergie-ECO SN EN 12464-1 SN EN 17037 SIA 387/4
ReluxDesktop	Sì	Sì	SN EN 12464-1 SN EN 17037*
Relux EnergyCH	Sì	No	Minergie-ECO SIA 387/4
DIALux	Sì	Sì	SN EN 12464-1 SN EN 17037*
Lesosai	Sì	No	Minergie-ECO SIA 387/4

\*in preparazione

# Protezione dei monumenti e luce naturale

## Oggetto

Liceo cantonale di studi pedagogici, Kreuzlingen

## Committente

Ufficio della costruzione cantonale Turgovia, Frauenfeld

## Studio d'architettura

Ryf Scherrer Ruckstuhl AG, Kreuzlingen

## Anno di costruzione

1969 – 1972

## Ammodernamento

2017

## Standard

Minergie (TG-1471)

Gli edifici Guyer, costruiti dagli architetti Rudolf ed Esther Guyer tra il 1969 e il 1972, sono un emblema per il Liceo cantonale di studi pedagogici di Kreuzlingen. L'architettura è radicale, con grandi pareti di cemento, quasi senza finestre, tinte di rosso chiaro. Gli edifici rappresentano l'opera dei Guyers in maniera unica e, nonostante la loro giovane età, sono stati designati come monumenti storici. Negli ultimi anni, lo studio Ryf Scherrer Ruckstuhl ha ammodernato con cura gli edifici scolastici di questi grandi architetti svizzeri. Le facciate presentano piccole finestre che non hanno potuto essere modificate durante la ristrutturazione. Tuttavia, i Guyers avevano già prestato attenzione al buon uso della luce naturale all'epoca perché erano convinti del suo effetto positivo sugli alunni. Capirono che l'interazione tra finestre di facciata e lucernari crea condizioni di luce equilibrate e di intensità variabile, portando così ad una percezione ottimale dello spazio.

## Numerosi lucernari

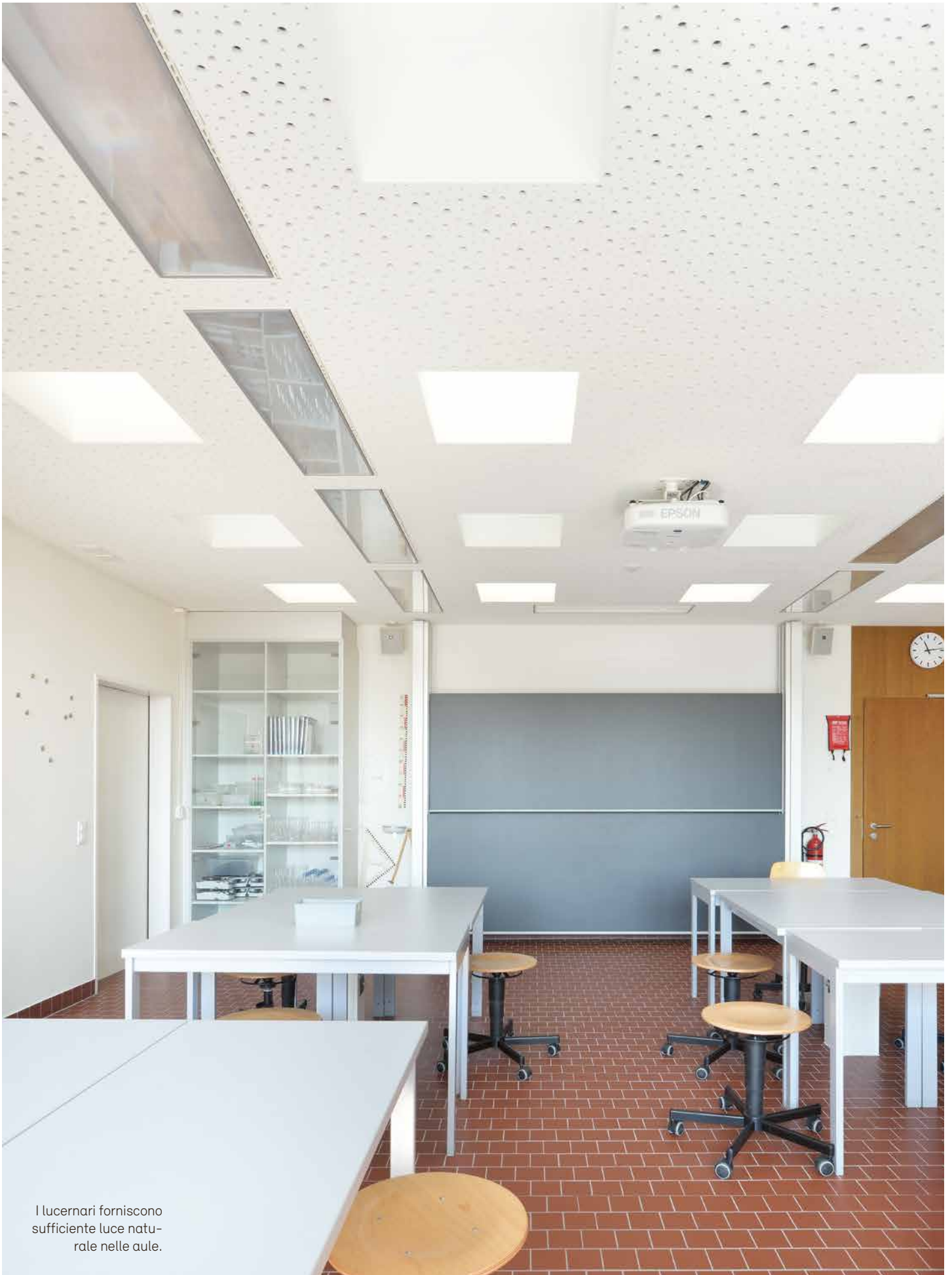
Una particolarità è il gran numero di piccoli lucernari, a volte fino a 16 per locale. Il soffitto non è quindi percepito come un'area cupa, ma qui si prova invece una sensazione di spazio. I lucernari assicurano che una quantità sufficiente di luce naturale penetri nelle aule dall'alto. La luce diretta del sole si trasforma in luce diffusa per riflessione. Questo apporta agli studenti un'illuminazione soffusa e funzionale dell'ambiente.

Le aperture nella facciata assicurano il collegamento con l'ambiente circostante. In questo modo, la luce e le condizioni meteorologiche possono essere percepite anche all'interno, protetti dalle intemperie. Al fine di raggiungere lo standard Minergie, tutte le finestre e i lucernari sono stati sostituiti e i tetti piani sono stati nuovamente isolati. In diversi locali sono stati installati dei sistemi di ventilazione meccanica. Mentre il calore proviene dalla rete di riscaldamento a cippato del Campus.



Le finestre di facciata assicurano la connessione visiva con il mondo esterno.





I lucernari forniscono sufficiente luce naturale nelle aule.

# Luce naturale nella montagna

**Oggetto**  
Fondazione Bergtrotte,  
Osterfingen

**Committente**  
Fondazione Bergtrotte  
Osterfingen,  
Wilchingen

**Studio d'architettura**  
Spühler Partner  
Architekten, Zurigo

**Anno di costruzione**  
2017

**Standard**  
Minergie  
(SH-406)

È possibile che un edificio venga costruito in modo tale da rimanere invisibile e garantire che un edificio già esistente possa continuare a mantenere il suo valore? Era esattamente questo l'obiettivo da raggiungere nel caso della Bergtrotte di Osterfingen, costruita nel XVI secolo. Il compito era di edificare un ampliamento per l'azienda che organizza eventi, in modo da potere ospitare fino a 300 persone, mantenendo al contempo però il carattere solitario dell'azienda vitivinicola, ben inserita nel paesaggio. Questo criterio decisivo ha potuto essere soddisfatto in modo spettacolare grazie ai lucernari. Essi permettono alla luce naturale di penetrare in profondità nel locale e permettono di vivere la giornata pur essendo all'interno del pendio.

Lungo la lunga parete della nuova sala ricreativa, un rivestimento in legno dalla struttura sottile irradia calore. Le bottiglie di vino esposte, retroilluminate da una lastra di vetro opaco, si presentano come

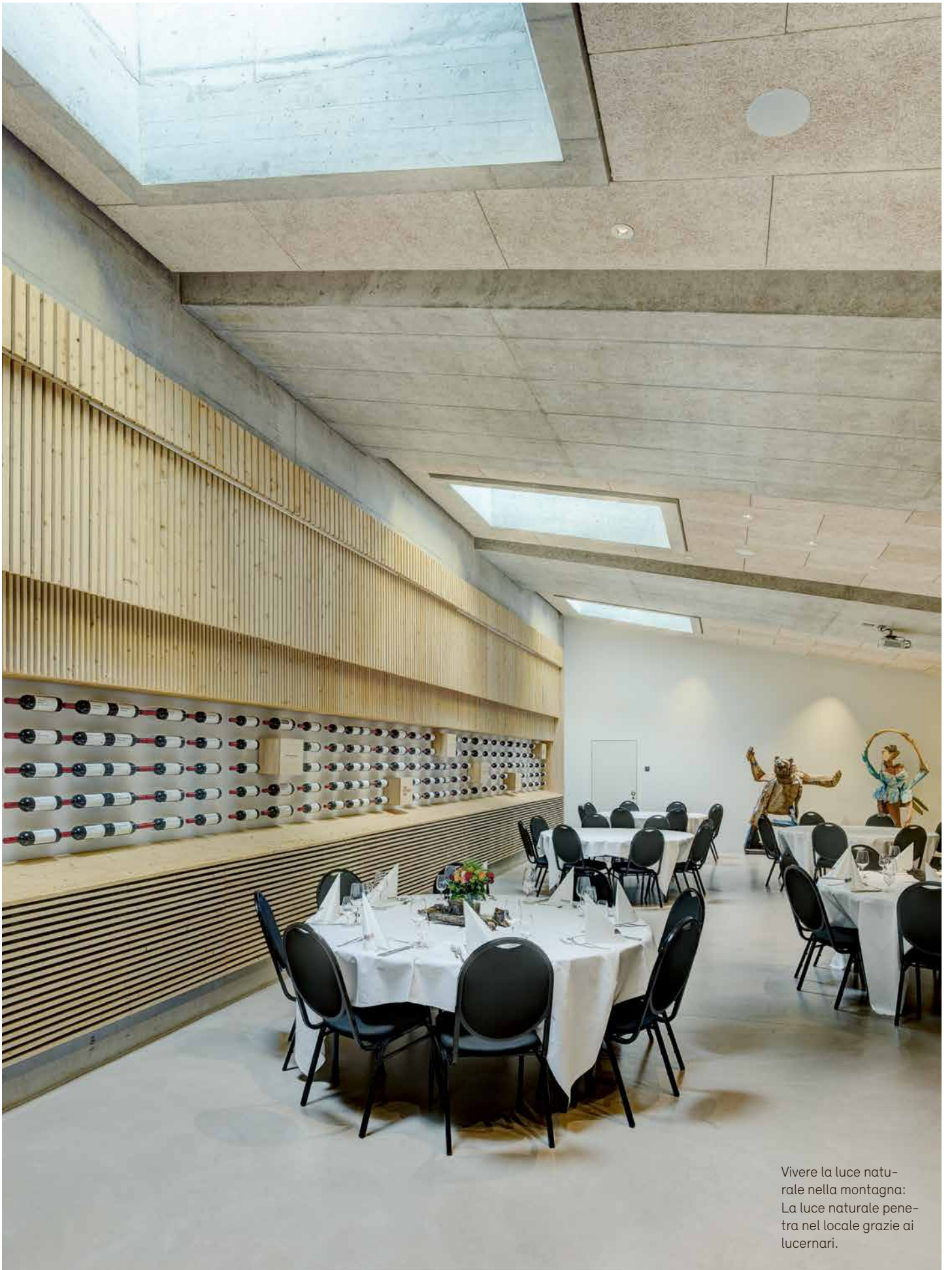
oggetti d'arte. I lucernari, che sono stati un dettaglio impegnativo durante la fase di progettazione, sono incassati nel tetto a falda leggermente inclinato. Poiché essi sono utilizzati anche per la ventilazione, è stato necessario osservare diverse norme di sicurezza per evitare cadute o sfondamenti. I lucernari sono ideali per questo scopo, poiché così è sfruttata la caratteristica dell'aria calda che sale verso l'alto. Da un lato si può quindi garantire l'apporto di aria fresca, dall'altro canto il raffrescamento notturno naturale può essere utilizzato in modo mirato in estate per abbassare la temperatura interna.

Questo è ciò che rende la Bergtrotte così speciale: un edificio invisibile dall'esterno che crea un'esperienza spaziale all'interno del pendio, in cui la luce naturale può essere vissuta all'interno della montagna grazie alle aperture delle finestre.

Discretamente integrato nel paesaggio: solo i lucernari rivelano l'esistenza della sala, mentre l'edificio storico continua a mantenere il suo carattere.







Vivere la luce naturale nella montagna: La luce naturale penetra nel locale grazie ai lucernari.



# Una combinazione intelligente

**Oggetto**

Casa appenzellese,  
Appenzello

**Committente**

Hansueli Koster

**Progettisti e  
costruzioni in legno**

Signer Holzbau AG,  
Appenzello  
Eggerstanden

**Tetto e fotovoltaico**

Signer und Rempfler  
Bedachungen AG,  
Bühler

**Anno di costruzione**

ca. 1800

**Ammodernamento**

2018

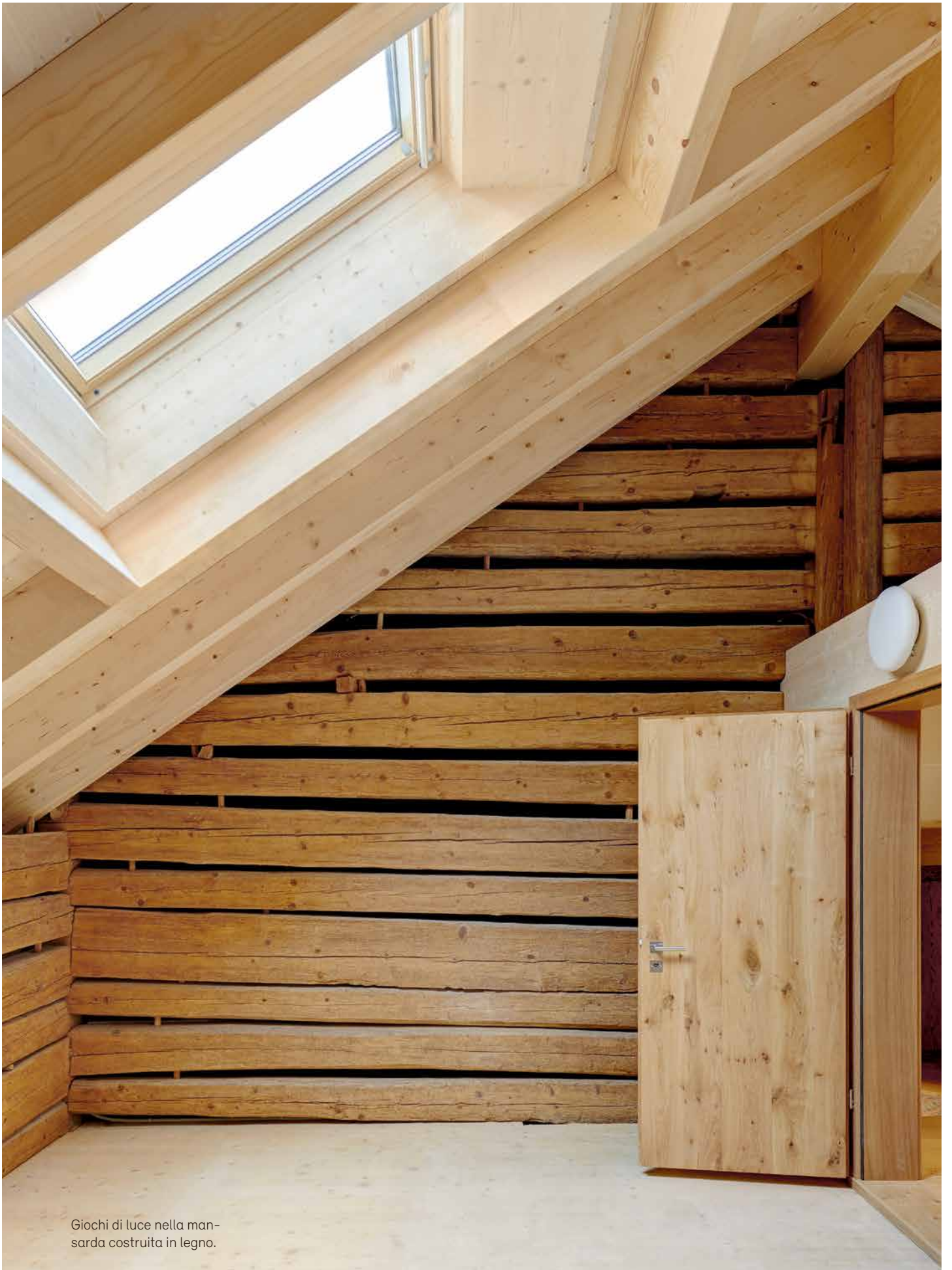
Luce naturale e guadagno energetico in armonia – grazie ai lucernari integrati nell'impianto fotovoltaico.

Questa tradizionale casa appenzellese è stata ammodernata e ampliata, la parte nuova è stata adibita a zona giorno con sauna e bagno. Su espressa richiesta del committente, è stato installato un impianto solare sul tetto, al contempo due finestre sul tetto portano la luce all'interno dell'edificio. La soluzione messa in atto dimostra chiaramente che l'uso di energia rinnovabile e l'apporto di luce naturale all'interno non devono necessariamente competere tra loro. Affinché i lucernari possano essere integrati perfettamente nell'impianto fotovoltaico e che non siano necessari pannelli ciechi intorno alle finestre, queste ultime devono essere integrate nel progetto fin dall'inizio. Ad esempio, la distanza tra le travi del tetto deve essere presa in considerazione. L'installazione varia da caso a caso, specialmente

quando si tratta di ammodernamenti.

Qui i lucernari e l'antiabbagliamento interno vengono aperti e chiusi tramite un motore. Questo permette, nei periodi di canicola, di aprire le finestre di notte, raffrescando i locali in modo naturale e senza consumo di energia, riducendo la temperatura fino a 5 gradi Celsius. Garantendo anche l'apporto di aria fresca nel sotto il tetto. Le tende da sole esterne e le tapparelle avvolgibili, anch'esse azionate da un motore, offrono un'ulteriore protezione contro il calore: il 75% del calore indesiderato rimane all'esterno grazie alle tende da sole traslucide, mentre con le tapparelle avvolgibili completamente chiuse questa quota si attesta a oltre il 90%. Durante il periodo di riscaldamento, invece, le finestre favoriscono lo sfruttamento guadagni solari.





Giochi di luce nella mansarda costruita in legno.

# Ulteriori informazioni

## Minergie Svizzera

Minergie è dal 1998 lo standard svizzero di costruzione per il comfort, l'efficienza e il mantenimento del valore. Il marchio di qualità per gli edifici nuovi e gli ammodernamenti copre tutte le categorie di edifici. Gli obiettivi sono il massimo comfort abitativo e lavorativo, consumi di calore e di elettricità bassi e il mantenimento del valore nel tempo. Al centro viene posto un involucro edilizio di elevata qualità, un ricambio dell'aria controllato e un approvvigionamento efficiente con energia rinnovabile.

## Siti web

**Tool Minergie-ECO per l'illuminazione naturale:** [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) → Certificare → ECO → Documenti di lavoro → Strumenti di supporto – Illuminazione naturale

### Informazioni sulla posizione del sole

[www.solartopo.com](http://www.solartopo.com)

[www.sonnenverlauf.de](http://www.sonnenverlauf.de)

[www.meteonorm.ch](http://www.meteonorm.ch)

[www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de)

## Pubblicazioni specializzate

Costruire sano. Edifici ecologici con lo standard Minergie-ECO. Scaricabile dal sito [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) → Pubblicazioni

Gesund und ökologisch bauen mit Minergie-ECO, Faktor Verlag, Zurigo, 2015. Ordinabile dal sito [www.faktor.ch](http://www.faktor.ch). Scaricabile gratuitamente dal sito: [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

Raum für Tageslicht – Ein Leitfaden zur Gestaltung eines gesunden Gebäudes, 2018. Scaricabile dal sito: [www.velux.ch/raum-fuer-tageslicht](http://www.velux.ch/raum-fuer-tageslicht)

Daylight, Energy and Indoor Climate Basic Book, Version 3.0, 2014. Scaricabile dal sito: [www.velux.ch/daylight-energy-indoorclimate](http://www.velux.ch/daylight-energy-indoorclimate)

LichtEinfall – Tageslicht im Wohnbau. Michelle Corrodi, Klaus Spechtenhauser, Edition WOHNEN 3, Basilea, Birkhäuser, 2008

## Norme e leggi

Norma SN EN 17037 «Luce naturale negli edifici»

Norma SIA 387/4 «Elettricità negli edifici – Illuminazione»

Norma SN EN 12464-1 «Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro»

Legge sul lavoro – Indicazioni relative alle ordinanze 3 e 4, SECO, 2019.



**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](http://www.minergie.ch)

Leadingpartner Minergie



always the  
best climate



Zürcher  
Kantonalbank



Con il sostegno di



Partner della pubblicazione



Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur  
FH Zentralschweiz