

JRC TECHNICAL REPORTS

Indicatore Level(s) 4.3: Illuminazione e comfort visivo

*Manuale utente: nota
introduttiva, istruzioni e
orientamenti
(versione 1.1)*

Nicholas Dodd, Shane Donatello (JRC,
Unità B.5)
Neil McLean, Craig Casey,
Brent Protzman (Lutron)

Gennaio 2021



Commissione europea
Centro comune di ricerca
Direzione B, Crescita e innovazione
Unità 5, Economia circolare e leadership industriale

Dati di contatto

Shane Donatello

Indirizzo: Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Siviglia (Spagna)

E-mail: jrc-b5-levels@ec.europa.eu

<https://ec.europa.eu/jrc>

<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home>

Note legali

La presente pubblicazione è una relazione tecnica del Centro comune di ricerca (JRC), il servizio scientifico interno della Commissione europea. Si propone di fornire sostegno scientifico basato su elementi concreti al processo di elaborazione delle politiche europee. I risultati scientifici riportati non esprimono implicitamente una posizione politica della Commissione europea. Né la Commissione europea né qualsiasi persona che agisce per conto della Commissione è responsabile per l'utilizzo delle informazioni contenute nella presente pubblicazione.

Come citare: Dodd N., Donatello S., McLean N., Casey C. & Protzman B., 2021. Indicatore Level(s) 4.3: Illuminazione e comfort visivo - Manuale utente: nota introduttiva, istruzioni e orientamenti (versione 1.1 per la pubblicazione)

Titolo

Indicatore Level(s) 4.3: Illuminazione e comfort visivo - Manuale utente: nota introduttiva, istruzioni e orientamenti (versione 1.1)

Sintesi

Sviluppato come un quadro di riferimento comune dell'UE per gli indicatori principali per la valutazione della sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio, Level(s) può essere applicato sin dalle primissime fasi della progettazione concettuale fino alla fine prevista del ciclo di vita dell'edificio. Oltre alle prestazioni ambientali, che rappresentano l'aspetto più importante, consente di valutare anche altri aspetti dell'efficienza correlati e significativi, utilizzando indicatori e strumenti incentrati su salute e benessere, costi del ciclo di vita e potenziali rischi futuri per le prestazioni.

Level(s) intende fornire un linguaggio comune in materia di sostenibilità edilizia in grado di consentire interventi a livello degli edifici che apportino un evidente contributo al conseguimento di obiettivi più ampi nell'ambito della politica ambientale europea. Level(s) è così strutturato:

1. macro-obiettivi: una serie di sei macro-obiettivi generali per il quadro Level(s) che contribuiscono al conseguimento degli obiettivi strategici dell'UE e degli Stati membri in ambiti quali energia, utilizzo dei materiali, gestione dei rifiuti, acqua e qualità dell'aria interna;
2. indicatori principali: una serie di 16 indicatori comuni, accompagnati da una metodologia semplificata di valutazione del ciclo di vita (LCA), che possono essere utilizzati per misurare le prestazioni degli edifici e il loro contributo a ciascun macro-obiettivo.

Level(s) punta inoltre a promuovere una logica basata sull'intero ciclo di vita e sposta l'attenzione degli utenti dall'interesse iniziale per i singoli aspetti delle prestazioni dell'edificio verso una prospettiva più olistica, puntando a un più ampio utilizzo a livello europeo dei metodi della valutazione del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment*, LCA) e della valutazione dei costi del ciclo di vita (*Life Cycle Cost Assessment*, LCCA).

Indice

Struttura dei manuali Level(s)	4
Come funziona il manuale utente di questo indicatore	5
Nota introduttiva	6
Istruzioni per l'utilizzo dell'indicatore a ciascun livello	10
Istruzioni per il livello 1	10
Orientamenti e altre informazioni per l'uso dell'indicatore	12
Per utilizzare il livello 1	12
L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1a: luce diurna: massimizzarne il contributo utile	12
L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1b: luce diurna: ridurne al minimo l'impatto negativo	13
L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 2: livelli di luce e distribuzione della luce per il comfort visivo	14
L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 3: controllo automatizzato e personalizzato del comfort visivo	15
L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 4: qualità della sorgente luminosa per le sorgenti luminose elettriche	16

Struttura dei manuali Level(s)

Manuale utente 1
Introduzione al quadro di riferimento comune

Orientamenti e principi per i potenziali utenti di Level(s)



- 1. Come utilizzare Level(s)
 - 2. Il linguaggio comune della sostenibilità
 - 3. Come funziona Level(s)
- Note informative: **Riflessioni sulla sostenibilità**
- Intero ciclo di vita e pensiero circolare
 - Colmare il divario tra le prestazioni
 - Come realizzare una ristrutturazione sostenibile
 - Come la sostenibilità può influire sul valore

Manuale utente 2
Creazione di un progetto

Prevedere di usare Level(s) nel progetto e completare la descrizione dell'edificio



- 1. Elaborare un piano di progetto
- 2. Descrivere nel dettaglio l'edificio

Manuale utente 3
Manuali utente sugli indicatori

Istruzioni dettagliate e orientamenti sull'uso di ciascun indicatore



- 1.1 Prestazioni energetiche nella fase di utilizzo
- 1.2. Potenziale di riscaldamento globale del ciclo di vita
- 2.1 Computo metrico estimativo, distinta dei materiali e vita utile
- 2.2. Rifiuti e materiali da costruzione e demolizione
- 2.3 Progettazione a fini di adattabilità e ristrutturazione
- 2.4. Progettazione a fini di smantellamento, riutilizzo e riciclaggio
- 3.1 Consumo idrico nella fase di utilizzo
- 4.1. Qualità dell'aria interna
- 4.2 Tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico
- 4.3. Illuminazione e comfort visivo
- 4.4 Acustica e protezione contro il rumore
- 5.1. Protezione della salute e del comfort termico dell'occupante
- 5.2. Maggior rischio di eventi atmosferici estremi
- 5.3. Drenaggio sostenibile
- 6.1. Costi del ciclo di vita
- 6.2. Creazione di valore ed esposizione al rischio

Figura 1. Struttura dei manuali Level(s)

Come funziona il manuale utente di questo indicatore

Level(s) è un quadro di riferimento degli indicatori principali di sostenibilità che può essere applicato ai progetti edilizi per comunicarne le prestazioni e migliorarne l'efficienza. La documentazione di supporto è stata concepita in modo da essere accessibile a tutti i soggetti che possono essere coinvolti in questo processo.

Per chi è alle prime armi in materia di valutazione della sostenibilità degli edifici, raccomandiamo di leggere la **prima parte del manuale utente Level(s)**, che introduce ai concetti di base di Level(s) e spiega come applicarli ai progetti edilizi.

A chi non sia ancora pronto ad applicare Level(s) al proprio progetto edilizio, né abbia completato il piano di progetto e la descrizione dell'edificio, si consiglia di leggere la **seconda parte del manuale utente Level(s)**.

Il manuale utente di questo indicatore rientra nella terza parte del manuale utente Level(s) in cui sono fornite le istruzioni per l'uso di tutti gli indicatori. Il manuale aiuta ad applicare l'indicatore prescelto al progetto edilizio. Si suggerisce di utilizzarlo nel modo descritto di seguito.

- **Nota introduttiva** - Questa sezione passa in rassegna gli aspetti coperti dall'indicatore, tra i quali:
 - ✓ perché è utile servirsene per misurare le prestazioni,
 - ✓ cosa misura,
 - ✓ in quali fasi del progetto si può utilizzare,
 - ✓ l'unità di misura e
 - ✓ il metodo di calcolo e le norme di riferimento.
- **Istruzioni per l'uso degli indicatori a ciascun livello** - Questa sezione contiene:
 - ✓ le istruzioni per tappe per ogni livello,
 - ✓ gli elementi necessari per effettuare la valutazione,
 - ✓ una lista di controllo dei concetti di progettazione (al livello 1) e
 - ✓ i modelli di comunicazione dei dati.

Le istruzioni fanno spesso riferimento alla sezione "Orientamenti e altre informazioni", che figura dopo le istruzioni.

- **Orientamenti e altre informazioni per l'uso dell'indicatore** - Per aiutare l'utente a seguire determinate istruzioni, questa sezione contiene ulteriori informazioni contestuali e orientamenti, tra cui i concetti di progettazione introdotti al livello 1 e il procedimento per calcolare o misurare le prestazioni ai livelli 2 e 3. Vi sono sempre rimandi incrociati alle istruzioni specifiche al livello 1, 2 o 3.

Il manuale utente di questo indicatore è articolato in maniera tale che, una volta acquisita familiarità con l'indicatore e con il modo in cui utilizzarlo, non sia più necessario fare riferimento agli orientamenti e alle informazioni contestuali, ma sia possibile lavorare direttamente seguendo le istruzioni al livello prescelto.

Nota introduttiva

Nota per gli utenti: questo indicatore fornisce per il momento solo istruzioni e orientamenti per l'utilizzo dell'indicatore al **livello 1**. Per coloro che desiderano lavorare ai **livelli 2 e 3**, fornisce alcune informazioni iniziali sulle possibili unità di calcolo e di misura e sulle norme di riferimento che potrebbero essere utilizzate.

Perché misurare le prestazioni con questo indicatore?

La disponibilità e la qualità dell'illuminazione sono fattori importanti nella progettazione di abitazioni e spazi di lavoro salubri e confortevoli. Milioni di europei trascorrono circa il 90 % del loro tempo in ambienti chiusi (OMS, 2014)¹. Il comfort può essere inteso sia in termini di luce necessaria per svolgere determinati compiti che in termini di luce che il corpo umano richiede e desidera e che, ove ci sia un eccesso, può tollerare.

Gli studi hanno dimostrato l'importanza per il benessere generale di un maggiore accesso alla luce diurna e alle vedute², nonché la maggiore soddisfazione derivante dal controllo personalizzato dell'illuminazione e dell'ombreggiamento^{3,4}. La qualità e la composizione della luce possono anche influenzare i ritmi circadiani (i cicli di sonno e di veglia del corpo umano) e, a seconda della composizione della luce alla quale le persone sono esposte, avere ripercussioni sulla loro salute e sul loro benessere⁵. Per tutti questi motivi, un ambiente adeguatamente progettato che tenga conto dell'interazione tra luce diurna, vedute e luce elettrica è vantaggioso sia per gli occupanti che per i proprietari.

Dal punto di vista dei costi operativi, un recente studio suggerisce che le retribuzioni degli occupanti degli uffici rappresentano il costo annuo più elevato per metro quadrato, pari al 90 % dei costi, mentre l'affitto e la manutenzione corrispondono al 9 % e l'energia soltanto all'1 %⁶. Di conseguenza l'ottimizzazione dei costi operativi è strettamente legata all'ottimizzazione della produttività e del benessere degli occupanti degli edifici commerciali.

L'obiettivo principale di questo indicatore è fornire i mezzi per migliorare e ottimizzare le condizioni di illuminazione e di comfort visivo, tenendo conto anche dell'influenza positiva che l'illuminazione naturale può avere, come indicato nella direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia⁷.

Cosa misura?

Il punto di partenza per prendere in considerazione l'illuminazione in un edificio è analizzare la disponibilità e la qualità della luce. Ciò può essere inteso in termini di combinazione dei sistemi installati di illuminazione elettrica e di penetrazione della luce naturale in un edificio:

- **qualità dell'illuminazione elettrica:** la progettazione e le specifiche dell'illuminazione elettrica possono essere usate per assicurare che ci sia una quantità e una qualità sufficiente di luce per la tipologia di edificio. Anche la qualità del colore e la temperatura degli apparecchi di illuminazione sono aspetti importanti che possono attenuare la visione e influire sulla concentrazione;
- **illuminazione naturale degli spazi interni:** la profondità del piano di un ufficio o di una casa indica quanta superficie calpestabile può essere illuminata con la luce naturale. Anche la geometria

¹ OMS, 2014. Organizzazione mondiale della sanità (2014), Combined or Multiple Exposure to Health Stressors in Indoor Built Environments.

² Farley, K. M., & Veitch, J. A. (2001). A room with a view: A review of the effects of windows on work and well-being.

³ Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Jones, C. C., Heerwagen, J., Myer, M., & Hunter, C. M. (2006). Occupant use of switching and dimming controls in offices. *Lighting Research & Technology*, 38(4), pag. 358-376.

⁴ Newsham, G., Veitch, J., Arsenault, C., & Duval, C. (luglio 2004). Effect of dimming control on office worker satisfaction and performance. *Proceedings of the IESNA Annual Conference*, pag. 19-41.

⁵ Well standard v2, Light criteria, <https://v2.wellcertified.com/v2.1/en/light>.

⁶ World Green Building Council, *Health, Wellbeing and Productivity in Offices: The Next Chapter for Green Building*, settembre 2014.

⁷ Direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. GU L 156 del 19.6.2018, pag. 75.

dell'edificio influisce sulla penetrazione della luce diurna e sulla capacità degli occupanti di mantenere una veduta chiara sull'ambiente esterno;

- **disagio da abbagliamento:** senza una progettazione accurata, l'abbagliamento indesiderato prodotto dalla luce elettrica e naturale può rendere l'ambiente interno poco confortevole e potenzialmente generare un consumo di energia maggiore rispetto a quanto previsto. Così, anche se la progettazione di un edificio può ottenere una profondità del piano dell'edificio e un fattore di luce diurna ideali per i luoghi in cui si vive o lavora, può allo stesso tempo causare un guadagno termico e un abbagliamento non desiderato.

Un altro aspetto riguarda il grado di controllo esercitato dagli utenti finali sull'ambiente in cui vivono o lavorano, compresa la misura in cui possono intervenire sui sistemi automatici per consentire una reazione a un cambiamento delle condizioni (ad esempio un improvviso aumento dell'abbagliamento) e la personalizzazione delle condizioni di comfort.

In quale fase del progetto?

Le fasi in cui può essere effettuata una valutazione rispecchiano i tre "livelli". Attualmente è disponibile solo il livello 1, ma per futuro riferimento sono accennati anche i propositi per i livelli 2 e 3.

Livello	Attività relative all'utilizzo dell'indicatore 4.3
1. Progettazione concettuale (secondo i principi di progettazione)	✓ Nella fase di <u>progettazione concettuale</u> si possono prendere in considerazione l'influenza della forma e dell'orientamento dell'edificio sulle prestazioni di illuminazione naturale, nonché i sistemi di illuminazione elettrica supplementari necessari per fornire l'illuminazione richiesta.
2. Progettazione dettagliata e costruzione (basate su calcoli, simulazioni e disegni)	✓ <u>Progettazione dettagliata e costruzione:</u> prima dell'inizio dei lavori in loco e durante la fase di progettazione dettagliata, è possibile realizzare piani di illuminazione più precisi e sequenze di funzionamento dei comandi dell'illuminazione per garantire che il sistema sia in grado di soddisfare le esigenze di illuminazione richieste. I calcoli saranno effettuati e verificati mediante simulazioni.
3. Edificio "come costruito" (as-built) e in uso (in-use) (in base alla messa in servizio, all'ispezione visiva e alle letture dei contatori)	✓ <u>Edificio "come costruito" (as-built) e in uso (in-use):</u> l'ultima fase dovrebbe comprendere un giro d'ispezione, prima dell'occupazione, dei luoghi in cui si dovrà vivere e lavorare, con misurazioni in situ per individuare e colmare eventuali lacune nelle prestazioni e per garantire che i sistemi e gli apparecchi di illuminazione messi in servizio soddisfino i criteri di progettazione. Si potrebbe prendere in considerazione una valutazione post-occupazione per rilevare le impressioni degli occupanti in merito agli impianti e alle condizioni di illuminazione.

Unità di misura

Questa versione dell'indicatore è incentrata sui quattro aspetti principali della progettazione legati all'illuminazione e al comfort visivo. Pertanto, sebbene esistano diverse misurazioni che possono essere utilizzate separatamente o congiuntamente, la scelta dell'unità o delle unità di misura è attualmente lasciata alla discrezionalità professionale. In alcuni casi l'unità è binaria e indica se una funzione è disponibile o meno. La Tabella 1 elenca i parametri che possono essere considerati importanti per la valutazione della qualità dell'illuminazione fornita.

Tabella 1. Unità di misura della qualità dell'illuminazione

Aspetto qualitativo	Livello 1 - Fase di progettazione concettuale	Livelli 2 e 3 - Fasi di progettazione dettagliata e in uso	Unità
1. Luce diurna: massimizzare il contributo utile e ridurre al minimo gli impatti negativi sul comfort visivo	Requisiti per la veduta esterna	Angolo di campo orizzontale	Grado
		Distanza esterna della veduta	Metro
		Strati visti	N. di strati
	Controllo della luce diurna e abbagliamento	Abbagliamento da luce diurna (diretta/indiretta/diffusa)	
	Sufficienza della luce diurna	Luce elettrica complementare	
	Distribuzione della luce diurna	Variatione della distribuzione	
2. Livelli di luce e distribuzione della luce: per il comfort visivo	Livelli di luce	Illuminamento della zona del compito	Lux
		Luminanza	Candela
		Riflettanza superficiale, forma e colore	% di riflettanza
		Irraggiamento melanopico/illuminamento da luce diurna equivalente	
	Distribuzione della luce	Gerarchia visiva	
		Distribuzione della luminanza	
		Contrasto di luminosità	
		Abbagliamento da illuminazione elettrica	
	Uniformità dell'illuminamento	%	
3. Controllo: controllo automatizzato e personalizzato del comfort visivo	Controllo personale (tempo/attività/preferenza)	Intensità	S/N
		Proprietà cromatiche (compresi temperatura di colore correlata, saturazione, tonalità, indice di resa cromatica)	S/N
	Automazione (tempo/attività/integrazione del sistema)	Ciclo pre-programmato nel tempo	S/N
		Scenari pre-programmati	S/N
4. Qualità della sorgente luminosa: per le sorgenti luminose elettriche	Colore	Resa cromatica	
		Coerenza dei colori	
		Temperatura di colore correlata	K
		Distribuzione spettrale di potenza	
	Artefatti temporali della luce	Sfarfallio	Pst
		Effetti stroboscopici	SVM
	Illuminazione variabile	Ad es. irraggiamento melanopico/illuminamento da luce diurna equivalente	S/N

Confini del sistema

L'indicatore si riferisce chiaramente alla fase B6 (consumo energetico in fase d'uso) del ciclo di vita dell'edificio, conformemente alla norma EN 15978. L'impronta dei materiali utilizzati nelle eventuali finestre, nei dispositivi di ombreggiamento, negli apparecchi di illuminazione e nei comandi/sensori rientrerà nelle fasi A1-A5 (produzione e costruzione). Sono inoltre previste disposizioni specifiche per la comunicazione relativa alle parti di edificio rientranti nell'ambito dell'indicatore Level(s) 2.1 (Computo estimativo, distinta dei materiali e vita utile).

Tuttavia lo scopo principale dell'indicatore 4.3 è concentrare l'attenzione sulla salute e sul comfort degli occupanti sulla base delle conoscenze scientifiche in materia di illuminazione e di effetti visivi sul corpo umano. Al fine di valutare quantitativamente o qualitativamente gli effetti benefici per gli occupanti effettivi, si dovrà ottenere un feedback da questi ultimi.

Ambito di applicazione

Questo indicatore dovrebbe considerare l'importanza degli aspetti architettonici, tra cui l'ubicazione dell'edificio, l'orientamento, la progettazione delle vetrate, la progettazione dell'ombreggiamento solare, la profondità del piano, le finiture superficiali e altri elementi architettonici, che possono incidere sulla penetrazione della luce naturale, come ad esempio atri e lucernari. L'indicatore prende in considerazione anche la progettazione, le specifiche di prestazione e la funzionalità dei sistemi di illuminazione elettrica installati.

Metodo di calcolo e norme di riferimento

I calcoli effettuati nel valutare la fornitura di luce elettrica in uno spazio sono definiti perlopiù nelle norme EN 12464-1 (Luce e illuminazione. Illuminazione dei posti di lavoro. Posti di lavoro in interni) ed EN 17037 (Luce diurna negli edifici). Tali norme sono integrate dalle specifiche di progettazione per l'ambiente interno di cui alla norma EN 16798-1.

Istruzioni per l'utilizzo dell'indicatore a ciascun livello

Nota: questo indicatore è attualmente specificato solo con istruzioni per gli utenti al livello 1.

Istruzioni per il livello 1

L1.1. Scopo del livello 1

Nella fase di progettazione concettuale, il livello 1 si propone di sostenere gli architetti e le altre persone che esercitano un'influenza durante le fasi iniziali nel comprendere e nel dare la priorità agli aspetti più importanti dell'illuminazione e del comfort visivo su cui concentrare l'attenzione, aiutandoli di riflesso a prendere le decisioni giuste nella definizione dei requisiti e delle specifiche. Tali requisiti e specifiche dovrebbero facilitare la successiva progettazione architettonica e ingegneristica dettagliata, volta a favorire la salute e il comfort degli occupanti durante le attività e i compiti visivi.

L1.2. Istruzioni per tappe

Queste istruzioni sono da leggere insieme agli orientamenti e alle informazioni di sostegno che le accompagnano, riportati da pag. 12 in poi.

1. Consultare la lista di controllo dei concetti di progettazione relativi all'illuminazione e al comfort visivo al punto L1.4 e leggere le descrizioni contestuali negli orientamenti tecnici del livello 1.
2. All'interno del gruppo di progettazione, riesaminare e individuare le modalità atte a introdurre i concetti di progettazione nel processo di progettazione.
3. Una volta ultimato il concetto di progettazione con il cliente, registrare i concetti di progettazione in materia di illuminazione che sono stati presi in considerazione utilizzando il modello di comunicazione dei dati L1.

L1.3. Chi dovrebbe essere coinvolto e quando?

Nella fase di progettazione, tra i principali soggetti potrebbero figurare l'architetto, il proprietario dell'edificio/l'investitore, i rappresentanti dell'occupante e le autorità responsabili della pianificazione edilizia.

In una fase successiva del progetto, altri portatori di interessi potrebbero includere gli ingegneri progettisti, i tecnici dell'illuminazione, gli architetti d'interni, l'imprenditore edile principale, l'installatore di impianti elettrici, i subappaltatori specializzati e gli occupanti dell'edificio.

L1.4. Lista di controllo dei concetti di progettazione pertinenti

È necessario conoscere i concetti di progettazione e i relativi fattori che influenzano la fornitura prevista di luce artificiale e naturale in un ambiente. Ogni concetto indica ciò che è necessario per garantire che in fase di progettazione concettuale siano prese le decisioni giuste nonché per ottenere risultati migliori nelle fasi successive:

Concetto di progettazione del livello 1	Breve descrizione
1. Massimizzare il contributo utile della luce diurna	Questo aspetto può essere influenzato da una serie di decisioni/concetti di progettazione architettonica. I parametri per la valutazione comprenderanno il fattore di luce diurna, l'esposizione alla luce solare, l'autonomia di luce diurna e l'uso dell'ombreggiamento automatico. Dovrebbero essere presi in considerazione anche i potenziali compromessi derivanti da un'eccessiva illuminazione naturale (ad esempio abbagliamento, aumento dell'energia di raffrescamento), nonché l'integrazione progettuale dei dispositivi di ombreggiamento.
2. Garantire che i livelli di luce e la distribuzione della luce siano adeguati	In relazione a questo aspetto, prestare particolare attenzione ai piani di lavoro per lo svolgimento dei compiti visivi dell'occupante. Ciò dovrebbe tenere conto della luce artificiale e naturale così come della diffusione. I parametri

Concetto di progettazione del livello 1	Breve descrizione
	dovrebbero comprendere l'illuminamento della zona del compito e l'indice di resa cromatica.
3. Capacità degli occupanti di adattare l'illuminazione alle loro esigenze individuali.	Questo aspetto dovrebbe comprendere il controllo dei livelli individuali di illuminazione e della temperatura di colore (mediante comandi manuali o programmabili per l'accensione/lo spegnimento e la regolazione).
4. Qualità adeguata degli apparecchi di illuminazione elettrica	Questo aspetto dovrebbe essere definito, ad esempio, dall'efficienza luminosa, dalla durabilità ecc., continuando però nel contempo a ridurre al minimo il consumo di elettricità durante la fase di utilizzo.

L1.5. Modello di comunicazione dei dati

Per compilare il modello di comunicazione per il livello 1, rispondere sì o no per ciascuno dei concetti di progettazione trattati e fornire brevi descrizioni delle misure o delle decisioni adottate per ciascuno.

Nel modello di comunicazione sottostante sono riportati alcuni esempi di come affrontare e comunicare i concetti.

Concetto di progettazione relativo all'illuminazione e al comfort visivo	È stato affrontato? (sì/no)	Come è stato affrontato durante il processo di progettazione dell'edificio? (fornire una breve descrizione)
1. Luce diurna — Massimizzare il contributo utile della luce diurna e ridurre al minimo gli impatti negativi sul comfort visivo	Sì	<i>L'edificio si trova in una zona edificata circondata su due lati da altri edifici alti situati nelle immediate vicinanze. Il rischio di guadagno solare eccessivo è trascurabile. La progettazione delle finestre, l'orientamento e la profondità dell'edificio sono stati pertanto presi in considerazione per garantire il massimo utilizzo della luce diurna e delle vedute disponibili.</i>
2. Livelli di luce e distribuzione della luce per il comfort visivo	Sì	<i>È stato previsto che l'impianto di illuminazione elettrica sia in grado di soddisfare i requisiti di illuminamento all'altezza della scrivania supponendo l'assenza di luce diurna (vale a dire con le veneziane chiuse o durante i turni notturni). Per tener conto del contributo potenziale dell'ora diurna alle esigenze di illuminamento, l'illuminazione elettrica può essere regolata in un intervallo compreso tra il 10 e il 100 % della piena emissione luminosa.</i>
3. Controllo automatizzato e personalizzato del comfort visivo	Sì	<i>È previsto un comando manuale completo per l'illuminazione nei singoli uffici (accensione/spegnimento e regolazione), con spegnimento automatico in orari definiti nei quali si prevede che l'ufficio non sia occupato. Nel caso di uffici di grandi dimensioni, sono previsti livelli di regolazione distinti per gli apparecchi di illuminazione che illuminano la metà dell'ufficio più vicina alla finestra e per quelli che illuminano la metà dell'ufficio più lontana dalla finestra.</i>
4. Qualità della sorgente luminosa (per le sorgenti luminose elettriche)	Sì	<i>Saranno specificati apparecchi di illuminazione con un'efficienza luminosa minima di 120 lm/W, una temperatura di colore correlata $\leq 3\ 500\ K$ e un indice di resa cromatica > 80.</i>

Orientamenti e altre informazioni per l'uso dell'indicatore

Per utilizzare il livello 1

In questa sezione degli orientamenti si forniscono altri chiarimenti e orientamenti contestuali per due concetti fondamentali introdotti nella lista di controllo di livello 1 del concetto di progettazione in materia di energia, ossia:

- L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1a: luce diurna: massimizzarne il contributo utile
- L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1b: luce diurna: ridurne al minimo l'impatto negativo
- L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 2: livelli di luce e distribuzione della luce per il comfort visivo
- L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 3: controllo automatizzato e personalizzato del comfort visivo
- L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 4: qualità della sorgente luminosa per le sorgenti luminose elettriche

L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1a: luce diurna: massimizzarne il contributo utile

Vi sono molti fattori che incidono sulla quantità di luce diurna utile che entra in un edificio, tra i quali la volumetria dell'edificio (profondità, orientamento, superficie vetrata, dimensioni/ubicazione), il tipo di finestra e l'orientamento dell'edificio all'interno del sito. È fondamentale, fin dalle prime fasi di progettazione, fare in modo che l'edificio massimizzi con metodi passivi la quantità di luce diurna utile disponibile nello spazio.

Parametri

Esistono alcuni metodi per determinare la quantità di luce diurna che può entrare in un edificio. Il "*fattore di luce diurna*" è il parametro tradizionale che confronta il livello di illuminamento della luce diurna in campo libero con il livello di illuminamento in un punto definito all'interno della stanza. Ciò avviene utilizzando un software di simulazione in condizioni di cielo uniforme. Il livello di illuminamento interno è quindi diviso per il livello esterno al fine di ottenere la frazione di luce in grado di farsi strada all'interno dello spazio. Le soglie e gli obiettivi per un edificio sono riportati nelle tabelle A1 e A3 della norma EN 17037 sia per il fattore minimo di luce diurna che per il fattore medio di luce diurna.

Pur essendo un parametro utile, il fattore di luce diurna non caratterizza l'edificio rispetto alle condizioni climatiche annuali. La penetrazione della luce diurna in un edificio può essere simulata in modo dinamico con i dati dell'anno meteorologico tipico (*Typical Meteorological Year, TMY*), utilizzando un file contenente i dati annuali dell'anno meteorologico a intervalli orari, rappresentativo dell'ubicazione dell'edificio. Un parametro denominato autonomia di luce diurna (*Spatial Daylight Autonomy, SDA*) può essere utilizzato per comprendere la sufficienza della luce diurna per uno spazio. Per maggiori dettagli sul calcolo si rimanda al documento IES LM-83-12⁸, dove sono descritte le procedure di simulazione. Questo calcolo richiede la modellizzazione dei dispositivi manuali o automatici di ombreggiamento nello spazio.

È importante considerare anche la veduta esterna come parte della qualità della luce diurna. Le persone apprezzano le vedute su spazi aperti, come il paesaggio, il cielo e altri ambienti esterni. La norma EN 17037 contiene la tabella A5 che è utilizzata per definire gli angoli di campo orizzontali, la distanza esterna della veduta, nonché il numero di strati osservati nella veduta.

Considerazioni relative alla progettazione

Una volta modellizzati gli spazi interni e completati i calcoli per ciascuno dei parametri, le future revisioni della progettazione possono essere confrontate l'una con l'altra. Vi sono sempre più aspetti

⁸ Pubblicato dall'Illuminating Engineering Society of North America [IESNA] e messo a disposizione dall'ANSI.

da considerare oltre alla quantità di luce diurna che riesce a farsi strada all'interno dell'edificio, ma questi parametri contribuiranno a fornire informazioni sulla sufficienza della luce diurna nell'edificio.

Se il gruppo di progettazione decide che è necessaria una maggiore luce diurna nello spazio, potrebbe prendere in considerazione la possibilità di aumentare le dimensioni del rapporto finestra-muro (*window-to-wall ratio*, WWR). Il WWR corrisponde all'area della finestra divisa per la superficie totale dei muri esterni di un determinato spazio. Anche la regolazione dell'altezza delle finestre può modificare la profondità di penetrazione della luce diurna nello spazio ma, a seconda della stagione, dell'orario e della componente di luce diurna, può anche avere l'effetto di aumentare il guadagno solare, creando in tal modo un rischio di surriscaldamento e la necessità di un raffrescamento meccanico.

Vi sono molte decisioni di progettazione che influiscono sulla penetrazione della luce attraverso le aperture dell'edificio e tali decisioni sono spesso prese da membri diversi del gruppo di progettazione e, come già illustrato, sono collegate ad altre decisioni di progettazione. È dunque importante che vi sia una comunicazione esauriente tra i membri del gruppo di progettazione fin dalle prime fasi della progettazione concettuale.

L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 1b: luce diurna: ridurne al minimo l'impatto negativo

Sebbene la luce diurna sia una sorgente luminosa di alta qualità da includere nella progettazione dell'illuminazione dell'edificio, vi sono alcuni potenziali impatti negativi che è opportuno attenuare. Tra di essi figurano l'abbagliamento, il surriscaldamento dovuto a guadagni termici solari eccessivi e il conseguente aumento dei costi dell'energia di raffrescamento. Questi elementi possono essere presi in considerazione durante la fase di progettazione concettuale, in quanto sono a loro volta influenzati dall'orientamento, dalla volumetria e dalla vetratura dell'edificio.

Parametri

La comunicazione con l'intero gruppo di progettazione è estremamente importante in questa fase della progettazione. Le decisioni errate o prese in scarsa considerazione in questa fase sono molto difficili da correggere e richiederanno probabilmente maggiori sforzi per trovare soluzioni alternative, mentre è più semplice apportare la modifica all'inizio. Inoltre il carico termico dell'edificio è influenzato da molti fattori che riguardano l'involucro edilizio, ma tale aspetto deve essere bilanciato con gli effetti positivi della luce diurna e delle vedute desiderate dagli occupanti.

Anche se gli occupanti desiderano una veduta verso l'esterno, l'abbagliamento diretto e riflesso può essere fonte di distrazione e disagio. La probabilità di abbagliamento da luce diurna (*Daylight Glare Probability*, DGP) è un parametro che cerca di descrivere la probabilità che l'abbagliamento sia presente in una determinata veduta dalla posizione di un occupante in un edificio. Le tabelle E2-E5 della norma EN 17037 descrivono in dettaglio il controllo della DGP sulla base dei dispositivi di ombreggiamento impiegati nell'edificio. Ciò contribuisce a determinare il valore dell'inserimento dell'ombreggiamento nella progettazione.

È importante notare che questo grado di controllo riguarda le proprietà fisiche dei materiali del dispositivo di ombreggiamento, ma non significa necessariamente che tale dispositivo sarà impiegato nel luogo giusto al momento giusto. Si comprende bene che gli occupanti hanno bisogno di sostegno per utilizzare correttamente i dispositivi di ombreggiamento, con la conseguenza che molto spesso le prestazioni non sono quelle previste dal progettista. Per questo motivo il gruppo di progettazione dovrebbe prendere in considerazione l'uso dell'automazione per garantire che i dispositivi di ombreggiamento si posizionino sempre in modo ottimale man mano che il sole cambia posizione nel cielo, senza bisogno dell'interazione dell'utente.

Considerazioni relative alla progettazione

L'orientamento dell'edificio è molto importante. Un'esposizione a ovest tende ad aumentare il guadagno termico solare nel momento in cui l'edificio è già al suo apice in termini di carico termico. Avere una lunga esposizione a sud e una breve esposizione a est/ovest può essere un modo per ridurre al minimo il guadagno termico solare nel pomeriggio. In genere un piano meno profondo consente alla

luce diurna di penetrare più in profondità (cfr. figura 2), ma nella modellizzazione termica ciò deve essere bilanciato rispetto all'aumento del rapporto superficie/volume. Un piano meno profondo aumenterà la sufficienza della luce diurna in tutto lo spazio e consentirà una veduta migliore. Prima di ridurre semplicemente l'area delle finestre, vi sono molte opzioni di progettazione che si possono considerare.

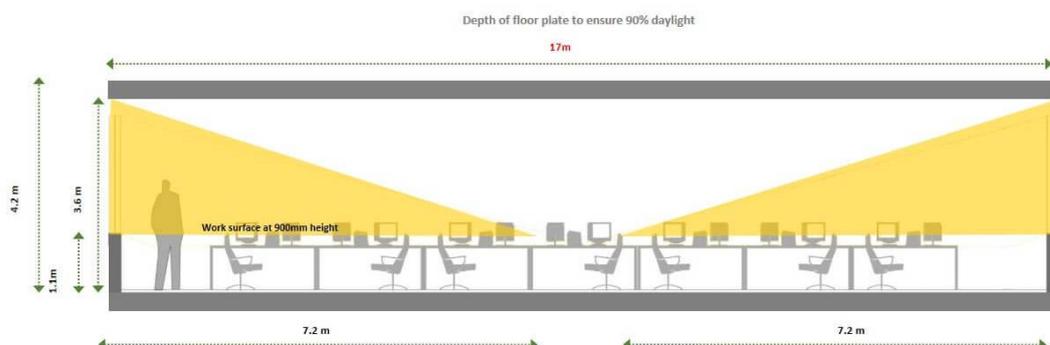


Figura 2. Sezione trasversale indicativa del piano di un ufficio che illustra la penetrazione della luce diurna

Un'altra considerazione importante è la disposizione della zona vetrata. Ad esempio l'uso di lucernari a vetrata verticale⁹, con finestre situate al di sopra del campo visivo, può introdurre un'illuminazione indiretta in aggiunta alle finestre con veduta normale. Le finestre normali possono essere vetrate di alta qualità, ma trasparenti per consentire la veduta a livello degli occhi. I lucernari a vetrata verticale possono essere dotati di una vetratura più efficiente, eventualmente semitrasparente, in quanto a quell'altezza del muro non è necessaria una veduta dalla finestra e l'abbagliamento non sarà un problema così grande. Ciò assicura il vantaggio aggiuntivo di aumentare la luce diurna, riducendo nel contempo il guadagno solare nell'edificio. L'uso di dispositivi automatici di ombreggiamento può anche contribuire a respingere il guadagno termico solare indesiderato, lasciando comunque aperta una veduta per gli occupanti.

L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 2: livelli di luce e distribuzione della luce per il comfort visivo

L'obiettivo dell'impianto di illuminazione elettrica è di sostituire completamente o di integrare e migliorare il contributo della luce diurna allo spazio, garantendo un'adeguata distribuzione di luce di quantità e qualità sufficienti, in modo da consentire lo svolgimento di compiti visivi pertinenti per il tipo di spazio in modo sano e confortevole.

Parametri

Nella fase di progettazione concettuale, i principali parametri quantitativi e qualitativi che i portatori di interessi devono prendere in considerazione riguardano:

- i livelli di luce;
- la distribuzione della luce;
- la resa del contrasto.

Ciascuno di questi parametri è descritto brevemente nelle sezioni che seguono.

Parametri dei livelli di luce

L'impianto di illuminazione elettrica deve fornire una quantità di luce sufficiente a consentire l'esecuzione di compiti visivi sia come integrazione della luce diurna naturale sia quando la luce elettrica è l'unica opzione disponibile. Oltre all'illuminazione dei compiti da svolgere, la quantità di luce necessaria può essere influenzata anche dalla volontà di fornire luce per effetti non visivi, in particolare

⁹ La definizione tecnica di questo termine è la seguente: alte sezioni di muro contenenti finestre al di sopra del livello degli occhi.

per l'illuminazione circadiana. L'illuminazione circadiana è importante soprattutto nei luoghi di lavoro dove si svolgono regolarmente turni notturni, ma anche negli edifici residenziali, in particolare nelle camere da letto. Un altro possibile aspetto rilevante nelle camere da letto è l'impatto dell'esposizione alla luce intrusiva durante la notte, che può richiedere la considerazione di determinati elementi di ombreggiamento.

Maggiori informazioni su:

che cos'è l'illuminazione circadiana e come può influire sulla nostra salute?

Il ciclo quotidiano di sonno/veglia del corpo umano, denominato ritmo circadiano, è in larga misura dettato dalle reazioni biochimiche innescate dalla nostra esposizione alla luce. Si ritiene pertanto che le proprietà spettrali, l'intensità, la distribuzione e il tempo di fornitura della luce siano fattori che svolgono un ruolo significativo nello stimolare o viceversa annullare il ritmo circadiano naturale dell'organismo. I tipi di progettazione dell'illuminazione che incorporano tale aspetto sono conosciuti con diversi nomi popolari, tra cui progettazione dell'illuminazione circadiana e progettazione dell'illuminazione integrativa.

Al riguardo sono stati messi a punto molteplici nuovi parametri possibili, tra cui il lux melanopico equivalente e l'illuminamento diurno equivalente. Si dovrebbe tuttavia comprendere che, sebbene la conoscenza del ritmo circadiano poggi su un valido fondamento scientifico, l'applicazione all'illuminazione è tuttora in corso e non è ancora stato raggiunto alcun consenso. Allo stato attuale sembra in ogni caso prudente, quando si concepisce un impianto di illuminazione, acquisire una certa conoscenza del concetto e dei probabili fattori che vi contribuiscono.

Parametro della distribuzione della luce

Oltre a fornire una luce sufficiente per i compiti visivi, occorre prendere in considerazione la distribuzione della luce fornita nello spazio. Nella fase di progettazione concettuale è importante che il gruppo di progettazione consideri che l'impianto deve consentire un buon livello di distribuzione in tutto lo spazio al fine di tenere conto delle molteplici esigenze che possono sorgere nella fase di occupazione, ma anche della possibilità che tali esigenze cambino costantemente, rendendo necessario un adeguamento della distribuzione.

Parametro della resa del contrasto

Durante la fase di progettazione concettuale è importante considerare i rapporti di luminanza (contrasto) che saranno utilizzati come criteri di progettazione. I rapporti dovrebbero essere presi in considerazione sia per il compito da svolgere che per lo sfondo (ad es. scrivania: parete), ma possono essere considerati anche per le superfici vicine nel campo visivo di un occupante. Sebbene i rapporti di luminanza possano essere utilizzati per indirizzare un occupante verso qualcosa in uno spazio, è importante garantire che le persone trovino l'ambiente di lavoro confortevole.

L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 3: controllo automatizzato e personalizzato del comfort visivo

Il valore del controllo ottimizzato e personalizzato in funzione delle esigenze individuali degli occupanti in qualsiasi momento dovrebbe essere preso in considerazione nella fase di progettazione concettuale per garantire che l'edificio completato sia in grado di soddisfare i requisiti desiderati.

La quantità, la distribuzione e le qualità spettrali dell'illuminazione richieste a un impianto di illuminazione variano notevolmente sulla base di molteplici fattori, tra cui i compiti svolti in qualsiasi momento, l'acuità visiva e le preferenze degli individui nello spazio in questione. La progettazione dell'illuminazione ha sempre cercato di tenere conto di questo aspetto prevedendo lo scenario peggiore, il che ha inevitabilmente condotto a livelli di luce inutilmente elevati in tutto lo spazio in ogni momento, con un comfort visivo limitato. Naturalmente ciò ha anche un effetto significativo sull'aumento del consumo energetico dell'impianto di illuminazione.

Oltre a far risparmiare energia, la personalizzazione e l'ottimizzazione attraverso un'illuminazione regolabile possono contribuire a garantire che sia fornita solo la luce giusta, nella giusta quantità, al

momento giusto e nel posto giusto. I livelli di luce possono essere modificati automaticamente attraverso "scenari" pre-programmati che possono essere a loro volta attivati da fattori esterni, quali le condizioni di luce diurna naturale prevalenti, o da un intervento manuale degli occupanti, a seconda delle loro particolari esigenze o preferenze del momento. Effettuare le scelte giuste nella fase di progettazione concettuale può contribuire a garantire che ciò sia previsto nell'edificio completato.

Parametri

Il parametro nella fase di progettazione concettuale riguarda sostanzialmente la comprensione del grado e del tipo di controllo appropriato per l'edificio, al fine di consentire una progettazione più dettagliata e l'installazione nelle fasi successive del progetto.

L1.4. Lista di controllo - concetto di progettazione 4: qualità della sorgente luminosa per le sorgenti luminose elettriche

La quantità e la qualità dell'emissione luminosa di un impianto di illuminazione elettrica dipendono fondamentalmente dalla qualità della luce generata dalla sorgente luminosa stessa. Anche la lampada e/o l'apparecchio di illuminazione in cui sono installate le sorgenti luminose avranno una certa influenza sulla qualità e sulla quantità dell'emissione luminosa.

Lo sviluppo dell'illuminazione a LED ha rivoluzionato il settore dell'illuminazione. Con i circuiti digitali, la tecnologia LED si presta ampiamente al controllo della regolazione. La flessibilità nella disposizione dei diodi nei moduli LED rende possibili molte distribuzioni diverse dell'emissione luminosa. Inoltre l'emissione spettrale (in termini di temperatura di colore correlata) della luce dai diodi può variare su un ampio intervallo (da 2 000 K con LED ambra a > 5 000 K) per adattarsi alle esigenze dei clienti, mentre le sorgenti luminose tradizionali sono molto più limitate sotto questo aspetto.

Sebbene l'illuminazione a LED sia generalmente considerata efficiente sotto il profilo energetico (in termini di lumen generati per watt di elettricità consumata), questi prodotti sono in grado di offrire prestazioni molto diversificate e occorre accertarsi che l'efficienza (lm/W) si applichi alla sorgente luminosa, alla lampada o all'apparecchio di illuminazione acquistato. La selezione dovrebbe pertanto essere effettuata facendo riferimento alle fonti di informazione fornite dai fabbricanti, come richiesto dalle specifiche dell'UE in materia di etichettatura energetica e di progettazione ecocompatibile¹⁰. Un certo grado di efficienza andrà perso in seguito al montaggio nell'apparecchio di illuminazione in quanto una parte della luce rimarrà intrappolata al suo interno. Occorre pertanto tenere conto del posizionamento della sorgente luminosa all'interno dell'apparecchio di illuminazione e dell'opacità del materiale.

Nella fase di progettazione concettuale è sufficiente che i portatori di interessi siano consapevoli delle probabili esigenze degli occupanti dello spazio e che garantiscano che nel piano di progetto siano previste disposizioni adeguate per le sorgenti luminose in grado di generare luce con adeguate proprietà cromatiche. La luce dovrebbe essere sufficientemente esente dai cosiddetti "*artefatti temporali della luce*" (sfarfallio ed effetti stroboscopici) ed essere variabile nella sua intensità ed emissione spettrale in funzione delle esigenze degli occupanti dello spazio, oltre a presentare un colore adeguato.

¹⁰ Specifiche in materia di etichettatura energetica e di progettazione ecocompatibile applicabili ai prodotti per l'illuminazione. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/lighting_en.