

**SLG** 

Schweizer Licht Gesellschaft  
Association Suisse pour l'éclairage  
Associazione Svizzera per la luce

**sens)))NORM**

Un progetto della SLG Projects GmbH

Guida sull'utilizzo di  
**Sensori in impianti illuminotecnici**

Mit Unterstützung von





## Preambolo

L'Associazione Svizzera per la luce SLG, nell'ambito del programma Energy4Light, desidera, in collaborazione con l'Ufficio federale dell'energia, promuovere l'utilizzo di sistemi di sensori in Svizzera.

Un elemento di questo programma consiste nel fornire le conoscenze necessarie.

Il presente documento serve come base per istruire e formare il personale tecnico in Svizzera. Saranno quindi redatti ulteriori documenti e proposti seminari e corsi di formazione.

L'Associazione Svizzera per la luce SLG ringrazia le aziende sottostanti per il sostegno prestato nella redazione della presente guida.



Elaborata da sensNORM e SLG - 01.11.2019

Revisione 5

## Indice

|          |                                                 |           |                                   |                                             |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Premessa: Energy4Light .....</b>             | <b>6</b>  | <b>tecnologie a sensori .....</b> | <b>20</b>                                   |
| <b>2</b> | <b>Sensori nell'illuminazione .....</b>         | <b>7</b>  | 5.1                               | Panoramica delle tecnologie di sensori      |
|          | 2.1 Contributo all'efficienza energetica e      |           |                                   | 20                                          |
|          | al potenziale di risparmio energetico..7        |           |                                   |                                             |
|          | 2.2 Luoghi razionali di impiego .....           | 8         | 5.2                               | Infrarossi passivi (PIR).....               |
|          | 2.3 Gradimento degli utenti .....               | 8         |                                   | 20                                          |
| <b>3</b> | <b>Introduzione in sistemi di sensori .....</b> | <b>9</b>  | 5.3                               | Alta frequenza (HF).....                    |
|          | 3.1 Compiti dei sensori nell'illuminazione      | 9         |                                   | 23                                          |
|          | 3.2 Sensori di presenza e di movimento ...9     |           | 5.4                               | TruePresence®.....                          |
|          | 3.2.1 Sensori di movimento .....                | 9         |                                   | 25                                          |
|          | 3.2.2 Sensori di presenza.....                  | 10        | 5.5                               | Ultrasuoni (US).....                        |
|          | 3.3 Lampade con sensore e lampade               |           |                                   | 26                                          |
|          | intelligenti, in rete.....                      | 11        | 5.6                               | Sistema di sensori per immagine.....        |
|          | 3.3.1 Lampade con sensore.....                  | 11        |                                   | 26                                          |
|          | 3.3.2 Lampade intelligenti, in rete             | 11        | 5.7                               | Combinazioni di tecnologie a sensori        |
|          | 3.4 Definizione di termini differenti.....      | 14        |                                   | 27                                          |
|          | 3.4.1 Area di rilevazione.....                  | 14        | 5.8                               | Vantaggi e svantaggi delle tecnologie a     |
|          | 3.4.2 Luce diurna, luce artificiale,            |           |                                   | sensori.....                                |
|          | luce mista .....                                | 15        |                                   | 28                                          |
|          | 3.4.3 Impostazioni e funzioni .....             | 15        | <b>6</b>                          | <b>Scelta del sensore .....</b>             |
| <b>4</b> | <b>Misurazione della luce .....</b>             | <b>17</b> |                                   | <b>30</b>                                   |
|          | 4.1 Misurazione della luminosità .....          | 17        | 6.1                               | Campo di utilizzo.....                      |
|          | 4.2 Allineamento della misurazione della        |           |                                   | 30                                          |
|          | luminosità .....                                | 17        | 6.2                               | Area di rilevazione .....                   |
|          | 4.3 Misurazione della luce in dettaglio ...     | 18        |                                   | 32                                          |
| <b>5</b> | <b>Funzionamento e limiti delle</b>             |           | 6.3                               | Sensibilità.....                            |
|          |                                                 |           |                                   | 34                                          |
|          |                                                 |           | 6.4                               | Forme e tipi di montaggio.....              |
|          |                                                 |           |                                   | 35                                          |
|          |                                                 |           | 6.4.1                             | Sensori a soffitto .....                    |
|          |                                                 |           |                                   | 36                                          |
|          |                                                 |           | 6.4.2                             | Sensori a parete .....                      |
|          |                                                 |           |                                   | 37                                          |
|          |                                                 |           | 6.4.3                             | Sensori a incasso .....                     |
|          |                                                 |           |                                   | 38                                          |
|          |                                                 |           | 6.5                               | Tipo di protezione IP e IK.....             |
|          |                                                 |           |                                   | 38                                          |
|          |                                                 |           | 6.6                               | Tipo di protezione IK ai sensi della EN     |
|          |                                                 |           |                                   | 50102.....                                  |
|          |                                                 |           |                                   | 41                                          |
| <b>7</b> | <b>Specifiche tecniche dei sensori.....</b>     | <b>44</b> | <b>7</b>                          | <b>Specifiche tecniche dei sensori.....</b> |
|          | 7.1 Consumo in standby.....                     | 44        |                                   | <b>44</b>                                   |
|          | 7.2 Uscite di comando dei sensori.....          | 44        | 7.1                               | Consumo in standby.....                     |
|          | 7.3 Accensione di luci .....                    | 44        |                                   | 44                                          |
|          | 7.4 Attivazione impianti di                     |           | 7.2                               | Uscite di comando dei sensori.....          |
|          | riscaldamento/areazione.....                    | 45        |                                   | 44                                          |

|                                                                                                   |           |                                            |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|-----------|
| 7.5 DIM 1-10V.....                                                                                | 46        | <b>9 Esempi di progettazione .....</b>     | <b>61</b> |
| 7.6 Uscite con comunicazione .....                                                                | 46        | <b>10 Indice delle tabelle .....</b>       | <b>62</b> |
| 7.6.1 DALI .....                                                                                  | 46        | <b>11 Indice delle illustrazioni .....</b> | <b>63</b> |
| 7.6.2 KNX.....                                                                                    | 48        |                                            |           |
| 7.6.3 IP.....                                                                                     | 49        |                                            |           |
| 7.6.4 BACnet.....                                                                                 | 49        |                                            |           |
| 7.6.5 Interfacce radio .....                                                                      | 50        |                                            |           |
| <b>8 Progettazione con i sensori.....</b>                                                         | <b>51</b> |                                            |           |
| 8.1 Basi della progettazione .....                                                                | 51        |                                            |           |
| 8.1.1 progettazione del controllo<br>dell'illuminazione .....                                     | 51        |                                            |           |
| 8.1.2 Determinazione della<br>posizione corretta di montaggio<br>o scelta delle caratteristiche.. | 52        |                                            |           |
| 8.1.3 Installazione secondo il<br>progetto .....                                                  | 53        |                                            |           |
| 8.1.4 Messa in funzione secondo il<br>progetto .....                                              | 54        |                                            |           |
| 8.1.5 Gestione secondo gli obiettivi                                                              | 54        |                                            |           |
| 8.2 Sicurezza della pianificazione con<br>sensNORM .....                                          | 54        |                                            |           |
| 8.3 Dati per il software di progettazione<br>RELUX .....                                          | 56        |                                            |           |
| 8.4 Suggerimenti per il controllo<br>dell'illuminazione con sensori.....                          | 58        |                                            |           |
| 8.4.1 Fonti di errore causati dalla<br>rilevazione .....                                          | 58        |                                            |           |
| 8.4.2 Errori causati dalla<br>misurazione della luce .....                                        | 58        |                                            |           |
| 8.4.3 Errori di installazione.....                                                                | 60        |                                            |           |

## 1 Premessa: Energy4Light

Nel corso dei differenti progetti che l'Associazione Svizzera per la luce (SLG) ha realizzato in collaborazione con l'Ufficio federale dell'energia (UFE) è stato attestato che negli impianti di illuminazione in Svizzera esiste un significativo potenziale di risparmio energetico.

Risulta che oltre al 50% dell'energia viene utilizzata inutilmente producendo luce non necessaria, per l'assenza di persone o perché la luce diurna disponibile sarebbe sufficiente.

In Svizzera, circa il 13% dell'energia è utilizzata a fini illuminativi. Il settore dell'illuminazione svizzero, nell'ambito del Patto di Davos, si obbliga a ridurre della metà la percentuale di energia utilizzata per l'illuminazione entro il 2025.

Questo obiettivo ambizioso sarà raggiungibile solo se gli impianti di illuminazione industriali saranno gestiti tramite sensori. Dovrà così essere garantito che la luce si spenga automaticamente in assenza di persone o che la stessa diminuisca in presenza di luce diurna.

I sensori sono utilizzati dai tecnici con una certa titubanza. Questo perché, in passato, dei sensori venivano piazzati sfavorevolmente oppure si regolava l'impianto, nel momento della messa in funzione, impropriamente, causando problemi agli utenti.

La SLG e il UFE desiderano pertanto assicurare, con informazioni complete, formazione e assistenza, che i sensori siano utilizzati correttamente posizionati e parametrizzati nel modo occorrente. Così facendo, sarà rafforzata la fiducia nei confronti della tecnologia e assicurato il gradimento degli utenti.

## 2 Sensori nell'illuminazione

### 2.1 Contributo all'efficienza energetica e al potenziale di risparmio energetico

La luce è energia. L'utilizzo di luci accese ma non necessarie è sinonimo di spreco, indipendentemente dall'efficienza con la quale la luce viene prodotta. I sensori possono aiutare a risparmiare luce non utilizzata nei posti più differenti. Una buona progettazione aumenta, peraltro, comodità e sicurezza.

La riduzione del consumo energetico nel mondo rappresenta una delle sfide maggiori del XXI secolo. La quota che l'utilizzo della luce occupa nel consumo di energia elettrica è pari al 13% in Svizzera. La percentuale aumenta per immobili industriali e può raggiungere il 55% o oltre. L'utilizzo di sistemi di sensori nell'illuminazione fornisce un contributo attivo alla riduzione di emissioni e aiuta a preservare le risorse del

nostro pianeta. La luce va infatti utilizzata solo quando è necessaria e per il tempo indispensabile. Le tecnologie di gestione accendono la luce in modo automatico quando una persona si avvicina o si intrattiene in un'area dotata di sensori di movimento o di presenza. Il risparmio energetico delle soluzioni per illuminare con sensori si determina soprattutto perché la luce, in assenza di persone, si spegne automaticamente. Migliore è il sensore e più breve potrà essere impostato il ritardo di spegnimento. L'altra fonte di risparmio è l'impiego della luce diurna. L'illuminazione artificiale viene sommata alla luce diurna fino al raggiungimento dell'intensità luminosa richiesta dalla normativa: Un elemento elettronico della gestione misura e garantisce un livello di illuminamento costante.

L'utilizzo dell'innovativa tecnologia a LED in collegamento alla gestione genera un ulteriore potenziale di risparmio energetico.

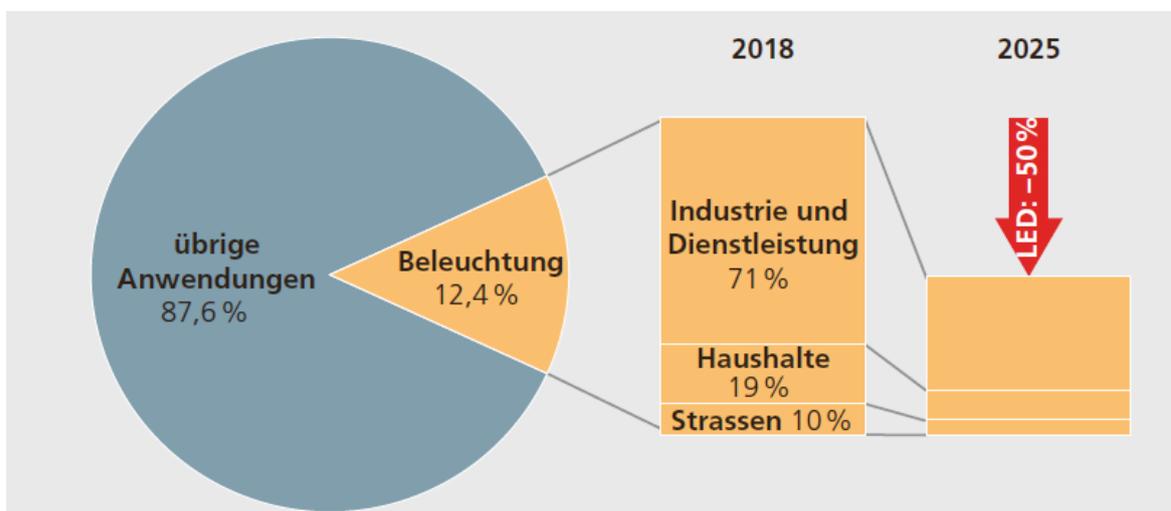


Figura 1: il consumo di energia elettrica in Svizzera. Percentuale del consumo per l'illuminazione rispetto al consumo complessivo di energia di 58 TWh (2017). I costi dell'energia per produrre luce sono pari a 10 mrd. di Fr..

L'utilizzo di entrambi gli strumenti in una soluzione per illuminare può portare a risparmi fino al 90%. Ciò avviene, in particolare, nella progettazione illuminotecnica di edifici per uffici, hotel, edifici pubblici, aule, sale per conferenze, scale, corridoi, parcheggi, WC pubblici e bagni, aree aziendali, impianti esterni e altro.

## 2.2 Luoghi razionali di impiego

L'utilizzo di sistemi di sensori è adatto soprattutto nei posti dove le persone non hanno alcuna motivazione propria a risparmiare energia. In ambito residenziale la luce viene spenta per contenere le proprie spese. Nei luoghi pubblici invece, dove i costi vengono accollati alla comunità, la luce viene lasciata accesa. Nei luoghi dove non pagano per l'energia consumata, si godono invece il "lusso" e lasciano accese le luci. L'impiego di sensori aiuta anche nel residenziale e intorno alle abitazioni, lì però più per motivi di comodità oppure per motivi di sicurezza.

L'accensione e lo spegnimento delle luci tramite sensori si presta a un utilizzo in spazi non occupati durevolmente. Nelle aree dove sono eseguite attività prolungate con aperture sulla facciata, si affiancano al controllo di presenza altre funzioni come la regolazione tramite luce diurna, regolazione della luce a livello costante. Quest'ultima funzione misura la luce diurna disponibile e regola con relativa aggiunta di

quella artificiale, facendo risultare nell'area interessata la luce effettivamente necessaria.

## 2.3 Gradimento degli utenti

Un sensore funziona veramente bene se gli utenti ne percepiscono poco o per nulla la funzione e se offre, dopo una corretta installazione e messa in funzione, solamente vantaggi. La maggior parte dei modelli offre inoltre l'opzione di collegare a un tasto un azionamento abituale, cosicché, quando desiderato, il sensore, le lampade con sensore o il sistema di gestione dell'illuminazione possano essere gestiti manualmente.

Alcuni produttori offrono anche sensori per il montaggio a parete che già dispongono di un pulsante integrato in modo da rendere l'installazione particolarmente semplice. I sensori passano quasi inosservati e diventano sempre più piccoli e, in parte, sono integrati nelle lampade in modo invisibile. Così facendo si aumenta anche il gradimento estetico dei sensori. Ostacoli al loro utilizzo, pertanto, dovrebbero insorgere solo se un sensore non funziona correttamente nel luogo d'impiego scelto ovvero se le impostazioni non sono adatte.

Un sensore con la tecnologia giusta, installato nella posizione corretta e fatto funzionare con le specifiche impostazioni d'uso, sarà certamente gradito dall'utente.

### 3 Introduzione in sistemi di sensori

#### 3.1 Compiti dei sensori nell'illuminazione

Così come gli esseri umani percepiscono l'ambiente circostante tramite i loro sensi, come percepire tramite la vista la presenza di una persona o il grado di luminosità di uno spazio, i sensori devono rilevare queste informazioni con la tecnologia integrata e gestire di conseguenza l'illuminazione.

I sensori, nelle applicazioni luminose, hanno prima di tutto il compito di accendere la luce, quando necessario e nella misura richiesta. In altre parole: Accensione quando sono presenti delle persone e se la luce diurna non è sufficiente.

Altre importanti misurazioni, oltre alle funzioni tipiche del riconoscimento di movimento e della misurazione della luce, vengono sviluppate dal mercato in continuazione, come la misurazione della temperatura o dell'umidità dell'aria. I sensori, in questo modo, offrono l'opportunità di rendere intelligenti gli immobili a nostro vantaggio e rendere possibili risparmi energetici che tengono conto dei bisogni umani oltre a quelli derivanti dall'illuminazione oppure dal risparmio energetico.

#### 3.2 Sensori di presenza e di movimento

Tra i comandi di sistemi di illuminazione, i tipi di sensori presenti, sono principalmente

due. Entrambi rilevatori di presenza e movimento accendono la luce quando ci sono movimenti o persone presenti.

##### 3.2.1 Sensori di movimento

Esistono sensori di presenza da utilizzare all'interno di edifici e sensori che possono essere installati anche all'esterno.

Il compito principale dei sensori di presenza è quello di riconoscere i movimenti di passaggio di persone in modo da gestire le luci efficientemente. La sensibilità di rilevazione è ottimizzata per i movimenti di passaggio compiuti da soggetti della dimensione di un essere umano. I sensori di movimento si prestano per un utilizzo in aree di passaggio oppure in spazi con brevi tempi di presenza, quali ad es. corridori, scale, garage, magazzini, cantine e WC oppure ingressi o strade di accesso all'edificio stesso.

I sensori di presenza considerano la quantità di luce esistente e attivano l'illuminazione solamente se, oltre al movimento, la luce disponibile è insufficiente. Spegneranno l'impianto invece, in assenza di movimenti indipendentemente dalla quantità di luce. I sensori di movimento, pertanto, possono essere anche collegati in parallelo. A seconda del produttore ci sono anche sensori di movimento che misurano la luce costantemente, come i sensori di presenza, rendendo possibile spegnere le luci a se-

conda della luminosità malgrado la presenza di movimenti.

### 3.2.2 Sensori di presenza

I sensori di presenza servono a riconoscere la presenza di persone in un ambiente anche nel caso in cui queste operino muovendosi solo minimamente, per es. stando sedute. I sensori di presenza sono per lo più sensori di movimento ad alta risoluzione in grado di rilevare i movimenti più piccoli. La sensibilità di rilevazione è ottimizzata per i movimenti minori, in posizione seduta, quali quelli della mano e dell'avambraccio di un essere umano. In questo modo possono essere rilevati sufficientemente bene tipici movimenti di una mano o di un braccio, quali lo spostamento di un mouse o i movimenti delle dita su una tastiera. Nei sensori di presenza un ritardo di spegnimento di ad es. 5 minuti assicura che la luce non si spenga in assenza di segnalazioni di movimento ma in presenza, forse, di utenti 'immobili'. I sensori di presenza, grazie alla loro elevata sensibilità di rilevazione, si prestano pertanto per un uso in uffici, aule, sale conferenze o sale riunioni.

I sensori di presenza misurano costantemente la luce. La luce viene spenta, qualora quella diurna sia sufficiente, anche se viene rilevata la presenza di persone.

I sensori di presenza, oltre che per la gestione delle luci, vengono spesso utilizzati

anche per il comando di impianti di riscaldamento/areazione. L'informazione viene trasmessa al comando dell'impianto grazie a un'uscita ulteriore, con ritardo temporale e ritardo di spegnimento impostabili separatamente.

Grazie alla combinazione di più sensori (installazione master-slave) è possibile ingrandire l'area monitorata. Il master, in questo caso, misura la luce, mentre gli slaves rilevano solo i movimenti.

L'area di rilevazione del sensore risulta a forma circolare o rettangolare a seconda della manifattura del sensore.

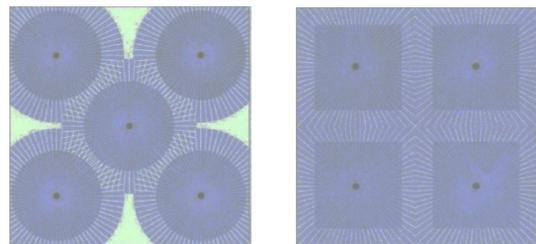


Figura 2: esistono sensori di movimento e di presenza con aree di rilevazione quadrate e circolari

L'area di rilevazione, nei sensori misurati secondo la norma ISO attualmente in vigore da sensNORM, sono indicati in una rappresentazione raster. (Vedi il paragrafo 8.2).

### 3.3 Lampade con sensore e lampade intelligenti, in rete

#### 3.3.1 Lampade con sensore

Apparecchi con sensore hanno la tecnica di rilevazione integrata, in tal modo l'installazione viene semplificata e risulta molto più semplice e rapida. In caso di ristrutturazione, in particolare, i vecchi corpi illuminanti possono essere sostituite semplicemente dagli apparecchi nuovi con sensori integrati senza che diventi necessario un ricablaggio. Se, per un caso specifico, è sufficiente la attivazione di una lampada singola, questi apparecchi con sensore rappresentano una buona soluzione. Sono inoltre disponibili diverse funzioni comode e intelligenti che possono essere attivate facilmente con comandi a bordo delle stesse. L'elettronica può essere preimpostata per mantenere un livello luce minimo durante la notte oppure dare un segnale (luce) di avvertimento prima che avvenga lo spegnimento totale per motivi di sicurezza o di comodità. Nei parcheggi, ad esempio, un illuminamento minimo di base aiuta gli utenti a sentirsi più sicuro al posto di dover entrare in un'area totalmente buia.

- Apparecchi con sensori integrati, così come i sensori, possono controllare interi gruppi di corpi illuminanti. Più punti luce di nelle scale, su un piano oppure in tutto un corridoio possono essere controllate per esempio sia se

cablate insieme o tramite segnale radio.

- Le lampade con sensore possono inoltre controllare l'illuminazione in forma dinamica: La luce segue, grazie a dei rilevatori di movimento, gli spostamenti della persona fornendo luce là dove serve e anche in zone adiacenti, sempre per motivi di comfort visivo e di sicurezza dell'utente.

#### 3.3.2 Lampade intelligenti, in rete

Da quando i LED hanno trovato ingresso in utilizzo di massa, il significato delle centraline di comando, in grado di far uso di tutte le possibilità dell'illuminotecnica, è ulteriormente aumentato, cosicché, a seconda dell'applicazione, sono realizzabili risparmi dal 30% al 80% delle ore di pieno carico solo grazie a una centralina di comando adeguata. Per raggiungere questi risparmi elevati bisogna però assicurare una rilevazione di presenza accurata, un'integrazione della luce diurna precisa e una parametrizzazione ottimale. Inoltre, si consiglia di mantenere i raggruppamenti più piccoli possibile. In questo modo aumenta l'efficienza di tutto il sistema.

I sistemi di gestione dell'illuminazione sono in grado di rispondere a tutte queste esigenze. La progettazione, l'installazione e la messa in servizio di tali soluzioni si presentano però abbastanza complesse e costose, pervia della topologia della rete per lo più

centrale, di centraline di comando diverse tra di loro e delle molte possibilità di parametrizzazione.

L'utilizzo di apparecchi intelligenti e collegati in rete tra di loro ha un approccio più organico: L'idea di fondo è quella di unire punti luce, sensori e la gestione dell'illuminazione in un'unica soluzione integrale. Ogni apparecchio è dotato di una regolazione a base di luce diurna, presenza, comandi etc., dispone di funzione di emergenza e di due entrate per segnali di comando esterni. Ciò semplifica significativamente la progettazione e messa in servizio poiché l'installazione può essere ampliata o ridotta in ogni momento e i singoli apparecchi sostituiti. Le lampade possono essere collegate sia wireless che con cavo adattandosi così a nuovi edifici e in caso di ristrutturazioni. La funzione "sciame" è una componente essenziale di TRIVALITE: si tratta di luci con accensione anticipata e contemporanea grazie a gruppi di lampade in rete che si regolano dinamicamente in base ai movimenti e utilizza gli scambi di informazioni relative a presenze e luce diurna per ottimizzare la gestione. I gruppi di lampade comunicanti sono collegati a un'unità completa di gestione delle luci. Raggruppando dozzine di lampade è possibile definire in modo particolareggiato il loro comportamento.

Programmi di controllo preinstallati con

scenari d'illuminazione predefiniti consentono di utilizzare in modo personalizzato le funzioni di gruppo per ogni settore d'impiego, che inoltre possono essere specificamente modificate. Salendo le scale, ad esempio, non viene illuminato solamente il piano in cui siamo, ma anche quelli vicini. Lo stesso vale per i garage sotterranei, altre zone trafficate o per gli uffici, dove lo sciame di luci si muove insieme alla persona. Le lampade ai bordi del gruppo operano con luminosità ridotta e consentono in questo modo di orientarsi meglio incrementando la percezione di sicurezza. Le lampade intelligenti si differenziano, da questo punto di vista, dagli apparecchi con sensore a semplice accensione/spegnimento dipendente dalla luce diurna, cui manca l'ulteriore "intelligenza" di rete.

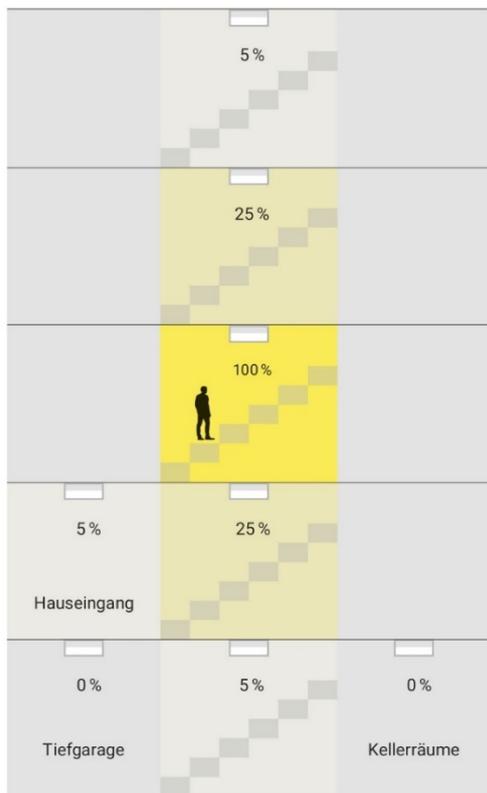


Figura3: gli apparecchi in rete controllano la luce in base ai bisogni e consentono, nel modo più semplice possibile, l'utilizzo di soluzioni per illuminare che ottimizzano energia e applicazioni

Il gestore, grazie alle lampade intelligenti, sarà in grado di ridurre i costi energetici negli anni di funzione. I corpi illuminanti intelligenti sono soluzioni all-in-one, in questo modo, le spese di progettazione, montaggio e messa in servizio si riducono.

La riduzione della durata di accensione di una lampada grazie al solo utilizzo di un sistema di comando si evidenzia nel seguente esempio (Figura 4): nelle scale di un immobile per uffici a Berna sono state registrate, prima e dopo la ristrutturazione con sistemi intelligenti e in rete, le ore di pieno carico. L'utilizzo dell'illuminazione è stato ridotto di quasi il 60% e, grazie all'uso di apparecchi con accensione anticipata e contemporanea sono aumentate comodità e sicurezza. Controllare in modo moderno l'illuminazione porta solo vantaggi!

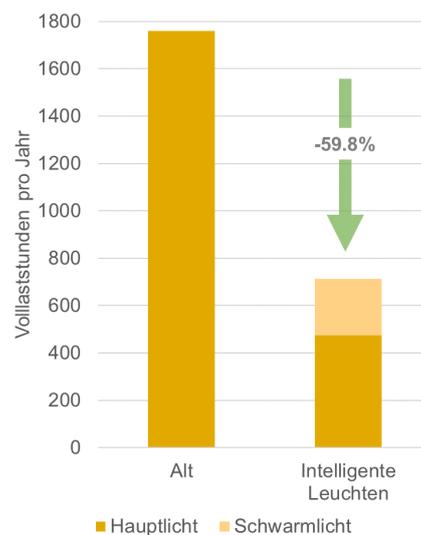


Figura 4: il moderno controllo dell'illuminazione consente la riduzione

### 3.4 Definizione di termini differenti

#### 3.4.1 Area di rilevazione

L'area di rilevazione di un sensore è il settore nel quale lo stesso rileva i movimenti.

##### 3.4.1.1 Sensori PIR

È molto importante, in particolare per i sensori a infrarossi passivi (PIR), differenziare tra rilevazione radiale e tangenziale.

È necessaria una **rilevazione tangenziale**

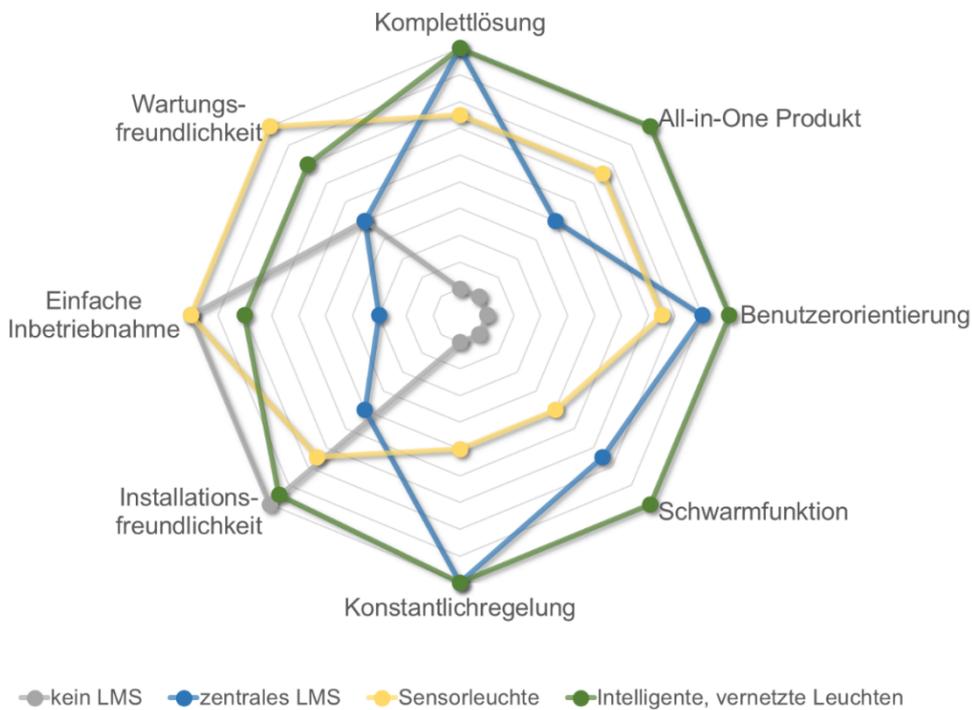
si dirige verso il sensore, e quindi lungo una linea che parte dal margine dell'area e arriva al sensore.



Figura 6: visualizzazione della rilevazione tangenziale e radiale di un sensore PIR

quando una persona si muove trasversalmente e/o parallelamente al sensore e di

I sensori PIR, per i movimenti tangenziali, hanno ampi raggi d'azione, che si riducono tuttavia notevolmente per i movimenti ra-



diali. In relazione ad essi, pertanto, si può affermare che il raggio d'azione radiale rappresenta il raggio di rilevazione di maggiore sensibilità, mentre il

Figura 5: nel confronto è possibile verificare vantaggi e svantaggi dei differenti tipi di controllo delle luci

una **rilevazione radiale** quando la persona

raggio d'azione tangenziale è quello di massima espansione. Nei sensori di presenza si identifica inoltre un'area di presenza. L'area di presenza descrive la parte della superficie di rilevazione nella quale sono rilevate le presenze in seguito a movimenti minimi del braccio o della mano.

#### **3.4.1.2 Sensori ad alta frequenza oppure a ultrasuoni**

Le rilevazioni radiali e tangenziali, nei sensori ad alta frequenza o a ultrasuoni, sono normalmente pressoché identiche.

#### **3.4.1.3 Sensibilità**

La sensibilità dei sensori si differenzia in base a tecnologia e modello e può essere modificata manualmente; modifiche elettroniche della soglia di sensibilità l'aumentano o la riducono.

#### **3.4.2 Luce diurna, luce artificiale, luce mista**

La luce, in relazione ai sensori, può essere distinta in tre tipologie. La luce diurna, prodotta dal sole, è la luce naturale. Essa, negli edifici, filtra normalmente tramite finestre, lucernari o porte. Tutto l'illuminamento prodotto elettricamente viene definito artificiali, tra di esse tipicamente quello prodotto da lampade elettriche.

La cosiddetta luce mista risulta dalla somma di luce naturale e luce artificiale negli spazi nei quali entra luce diurna, ad es.

dalle finestre, e contemporaneamente è acceso l'impianto illuminotecnico.

I sensori di movimento e presenza hanno, tipicamente, un sensore di luce integrato che misura la luce presente e regolano direttamente.

### **3.4.3 Impostazioni e funzioni**

#### **3.4.3.1 Luminosità**

La luminosità, espressa in Lux, indica l'intensità di luce del sensore a partire dalla quale le luci debbano accendersi o spegnersi. La luce artificiale, in questo modo, si accenderà solamente in assenza di sufficiente luce diurna.

#### **3.4.3.2 Ritardo di spegnimento**

La luce, dopo l'ultimo movimento riconosciuto, rimarrà accesa per la durata del ritardo di spegnimento impostato e quindi si spegnerà automaticamente. La lunghezza del ritardo di spegnimento è impostabile individualmente. Più corto il tempo preimpostato, maggiore il risparmio energetico. Tuttavia, per possibili errori di disattivazione, ritardi di spegnimento brevi non sono adatti a tutte le applicazioni.

### **3.4.3.3 Luce d'atmosfera o di orientamento**

La luce d'atmosfera o di orientamento consente di avere una luminosità di fondo controllata, impostabile in modo variabile o fissa, permanente o temporale. In caso di movimenti si attiva la massima luminosità. Ciò consente l'orientarsi a lunga distanza e produce un senso di sicurezza in quanto illumina gli spazi nei quali si entra fino in fondo. È indispensabile, per questo tipo di funzione, che l'illuminazione sia dimmerabile.

### **3.4.3.4 Regolazione luce costante**

Il sensore misura la percentuale di luce diurna disponibile aggiungendo o togliendo luce artificiale. Il sensore, nel corso della giornata, regola la quantità di luce artificiale in base ai valori di luce desiderati preimpostati. Sarà aggiunta pertanto solamente la luce artificiale necessaria.

### **3.4.3.5 Soft-up e soft-down**

L'illuminazione aumenta o diminuisce in modo lento ed elegante fino alla piena capacità e viceversa. È indispensabile, per questo tipo di funzione, che l'illuminazione sia dimmerabile.

### **3.4.3.6 Luce continua**

Numerosi sensori e apparecchi con sensore offrono l'opzione, specie per esterni, di

avere una luce continua per più ore al subentrare dell'oscurità. L'illuminazione, successivamente, si riduce nuovamente in modalità controllo del movimento.

### **3.4.3.7 Modalità di prova**

La modalità di prova consente di verificare il raggio d'azione in modo indipendente dalla funzione della luminosità. Si verifica così l'efficacia della rilevazione in aree di utilizzo importanti.

### **3.4.3.8 Automatico e semi-automatico**

Il sensore, in modalità automatica, si accende e si spegne in modo completamente automatico. Il semi-automatismo offre l'opzione di accendere il sensore manualmente con un pulsante e di farlo spegnere automaticamente (auto-off). Il semi-automatismo consente di realizzare ulteriori risparmi energetici poiché la luce viene accesa dall'utente solo quando lo ritiene necessario.

### **3.4.3.9 Eco-off**

La funzione eco-off consente, tramite un pulsante integrato oppure esterno, di spegnere manualmente (prima della fine del ritardo di spegnimento).

## 4 Misurazione della luce

Quasi ogni sensore monta oggi un sensore per la luce integrato che misura direttamente la luce presente nel raggio d'azione. Non viene, quindi, misurata l'intensità luminosa sulla superficie di lavoro, bensì la luce riflessa che arriva al sensore.

Di conseguenza, la misurazione da parte del sensore dello stesso valore di illuminazione, può variare in seguito a condizioni ambientali differenti. Queste condizioni possono essere modificate tramite luce solare diretta, per riflessioni in generale oppure a causa dei materiali e/o colori degli interni. Ogni spazio influenza la misurazione della luce in modo diverso e quindi l'attivazione/disattivazione di un sensore.

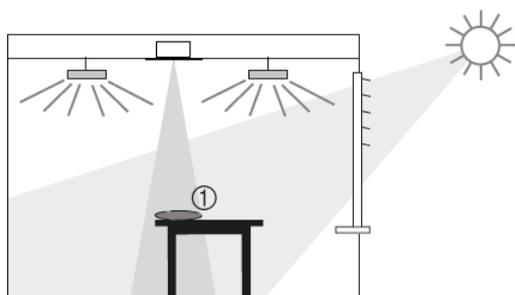


Figura 7: la misurazione della luce nel sensore avviene sul soffitto. I rapporti di luce nel sensore, grazie alla riflessione della luce del giorno e artificiale, non sono i medesimi di un pavimento o di un tavolo.

### 4.1 Misurazione della luminosità

Il sensore misura sia la luce diurna che quella artificiale limitrofa nella zona di rilevazione. La zona relativa alla posizione di montaggio diviene il punto di riferimento del livello di illuminazione. L'irradiazione diretta da parte di un corpo luminoso, influenza la misurazione della luce severamente. Il posizionamento di lampade a piantana o la corpi illuminanti con parte di luce indiretta posizionata sotto al sensore è da evitare. Disattivata la funzione di misurazione della luce, il sensore accende la luce solo in presenza di persone indipendentemente da luce diurna o limitrofa.

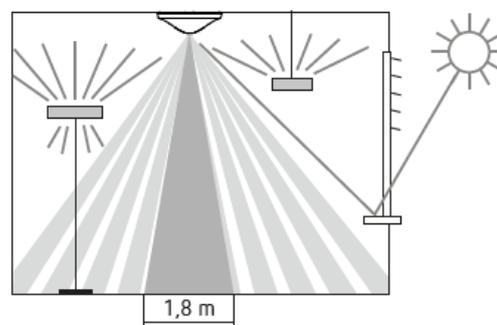


Figura 8: il fattore di correzione dello spazio riflette il rapporto tra la luce sul soffitto e la luce sulla superficie di lavoro.

### 4.2 Fattore di correzione luminosità

Il valore della luminosità misurata a soffitto viene influenzato da luogo di montaggio, ap-

$$\text{Fattore di correzione dello spazio} = \frac{\text{luminosità sul soffitto}}{\text{luminosità sulla superficie utile}}$$

porto di luce, condizioni meteo, caratteristi-

che di riflessione dello spazio e della mobilia. Il valore di luminosità viene adattato con il fattore di correzione dello spazio alle circostanze del luogo e può così essere adeguato al valore in Lux misurato sulla superficie al di sotto del sensore.

#### 4.3 Misurazione della luce in dettaglio

Il controllo dell'illuminazione con sensori di presenza si basa da una parte sui movimenti registrati, dall'altra sulla misurazione della luce. I sensori misurano permanentemente l'illuminazione di uno spazio e sono in grado di accendere e spegnere la luce artificiale in base alla luce diurna. Tutto ciò sembra semplice, ma in realtà il sensore di presenza deve valutare, con luce artificiale accesa, se dopo lo spegnimento sarà disponibile ancora sufficiente luce diurna.

Il sensore di presenza, in modalità ON/OFF, misura il mix di luce, ossia la somma di luce artificiale e luce diurna. Il sensore, per spegnere la luce artificiale al momento giusto con luce diurna crescente, deve conoscere la percentuale di luce artificiale, che impara autonomamente analizzando in continuazione tutti i processi di accensione o spegnimento dell'illuminazione nello spazio. (Figura 9) In questo modo può estrarre in ogni

momento l'attuale livello di luce diurna dalla luminosità totale misurata. Il vantaggio dei dispositivi di misurazione della luce mista consiste nel fatto che essi riescono a svolgere il loro compito con qualsiasi fonte di luce: LED, lampade alogene o fluorescenti. La capacità di riconoscere la luce mista è fondamentale per la regolazione costante dell'illuminazione.

In sensore di presenza, in caso di regolazione della luce costante, misura costantemente la somma di luce diurna e luce artificiale. Sommando le due fonti di luce individua il valore di regolazione necessario. Nelle mattine a cielo coperto l'apporto di luce diurna giornaliero è inferiore. Il sensore aumenta quindi la percentuale di luce artificiale per ottenere nell'area l'illuminazione desiderata (Figura 10). Con l'avanzare dell'ora e la posizione più alta del sole, la quantità di luce che filtra dalle finestre aumenta e il sensore di presenza riduce la percentuale di luce artificiale. Pertanto, indipendentemente dalla quantità di luce diurna, l'illuminazione di uno spazio rimane sempre costante. Campi tipici di utilizzo: Stabilimenti produttivi nei quali è prevista per legge una quantità minima di luce, uffici o aule scolastiche.

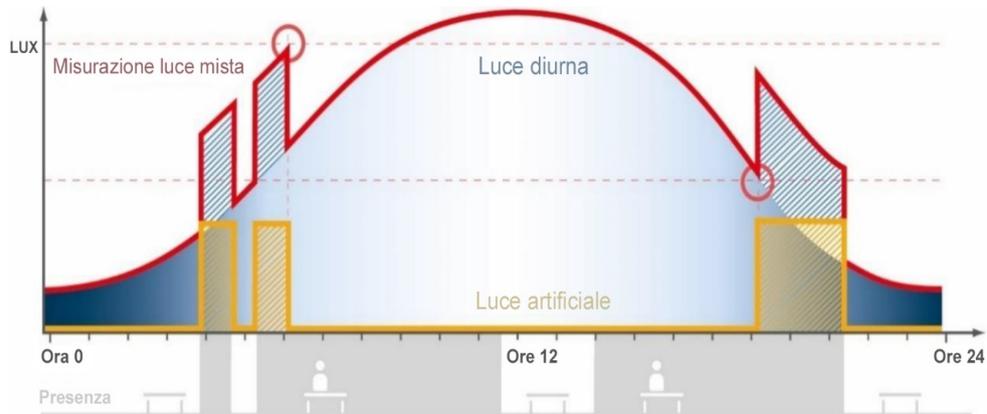


Figura 9: misurazione della luce mista: il sensore di presenza misura la somma di luce artificiale e diurna e di conseguenza "ACCENDE" o "SPEGNE" la luce artificiale.

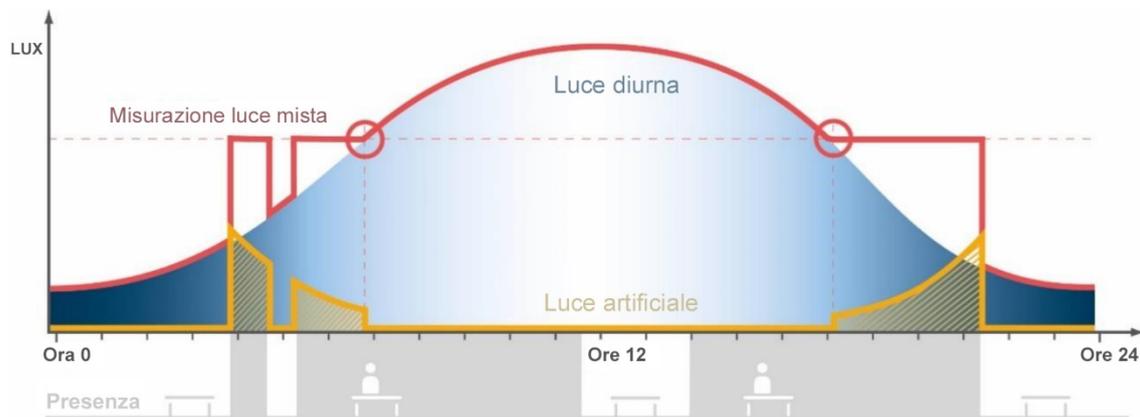


Figura 10: regolazione luce costante: viene accesa solo la quantità di luce artificiale necessaria adattandola gradualmente

## 5 Funzionamento e limiti delle tecnologie dei sensori

### 5.1 Panoramica delle tecnologie dei sensori

Sono molte le tecnologie utilizzate per i sensori di movimento e presenza. Ogni tecnologia compie le rilevazioni in modo differente e particolare. Per questo motivo vanno adattati in modo specifico ai vari luoghi di impiego.

### 5.2 Infrarossi passivi (PIR)

I sensori a infrarossi reagiscono al calore irradiato di esseri viventi in movimento, accendono l'illuminazione e dopo un periodo temporale preimpostato la spengono.



Figura 11: rilevazione sensore a infrarossi passivi (PIR)

Il cuore della tecnologia dei sensori a infrarossi passivi è rappresentato dal sensore piroelettrico. Questo componente elettronico reagisce quando i raggi infrarossi/termici si modificano rapidamente all'interno della sua area di rilevazione. Ogni persona, che a causa del calore del corpo rilascia raggi infrarossi, modifica - entrando nel campo visivo - l'immagine termica rilevata e registrata dal sensore.

Tabella 1: panoramica delle tecnologie a sensori

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Infrarossi passivi (PIR)        | Reagisce alle fonti di calore in movimento, in particolare alle persone.                                                                                                                                                                                                                       |
| Alta frequenza (HF)             | Reagisce agli oggetti in movimento.<br>Vede perfino attraverso pareti sottili e vetro.<br>Anche il sensore TruePresence® è ad alta frequenza. Individua la presenza di persone rilevandone le funzioni vitali (in particolare la respirazione) e non soltanto a seguito di movimenti maggiori. |
| Ultrasuoni (US)                 | Reagisce agli oggetti in movimento.<br>Rileva l'intero spazio e 'vede' anche intorno a ostacoli                                                                                                                                                                                                |
| Sistema di sensori per immagini | Rileva otticamente le persone ed è anche in grado, ad es., di contarle.                                                                                                                                                                                                                        |

Un sicuro riconoscimento delle presenze dipende in modo determinante da numero, qualità e disposizione delle lenti che monta il sensore. I sistemi di sensori, per poter reagire ai movimenti all'interno dell'area di rilevazione, sono dotati di una lente segmentata. Questa suddivide il campo visivo del rilevatore piroelettrico in zone attive (visibili per il sensore) e passive (non visibili per il sensore). Se una persona si sposta da una zona attiva a una passiva o viceversa il raggio PIR ricevuto dal sensore cambia ed esso rilascerà un segnale di presenza.

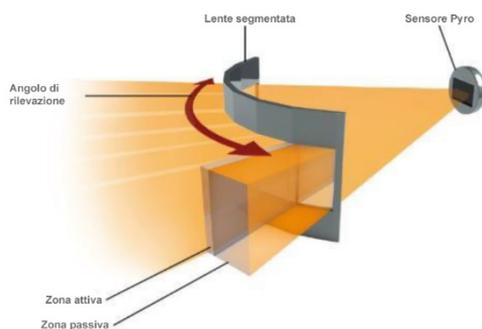


Figura 12: rappresentazione schematica delle rilevazioni di un sensore a infrarossi

Poiché il sensore suddivide l'area di rilevazione in differenti settori, la sua posizione e orientamento hanno un ruolo significativo. Il sensore di movimento dovrebbe essere applicato in modo tale che i movimenti tipici attraversino l'area di rilevazione nel maggior numero possibile di zone, per ottimizzarne il funzionamento. Il movimento da rilevare dovrebbe procedere tangenzialmente, relativo al sensore.

L'approccio al sensore in movimento radiale, verso il sensore, sarà, se non altro, tardivo e con raggio d'azione sensibilmente inferiore. Anche l'altezza del montaggio ha un ruolo fondamentale; più in alto viene montato il sensore di movimento e più ampia diventa l'area di rilevazione.

Così facendo, si ampliano le aree dei settori attivi e passivi del sensore, aumentando la superficie di rilevazione ma riducendo, nello stesso tempo, la sensibilità della stessa.

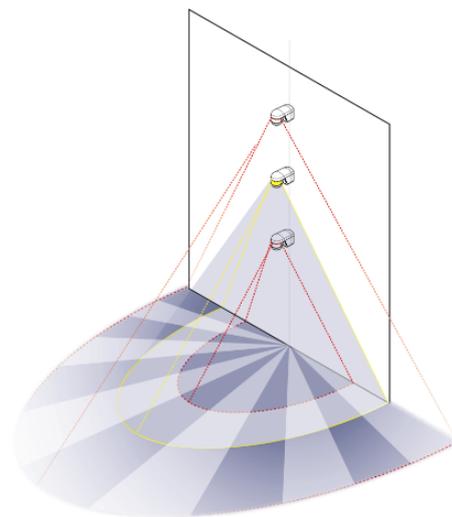


Figura 13: l'aumento dell'altezza conduce ad un aumento dell'area di rilevazione e a una riduzione della sensibilità

In caso di aree di rilevazione particolarmente grandi, vengono montati all'interno del sensore, dei singoli elementi piroelettrici specifici con angolature diverse tra di loro, per far sì, che le singole zone di rilevazione, sovrapposte l'un l'altra, riescano a

coprire l'intera area nel modo migliore (Figura 14).



Figura 14: interno di un sensore PIR: sono visibili quattro elementi piroelettrici e la tipica struttura della lente

La modalità di funzionamento dei sensori PIR può essere ridotta in caso di temperature elevate. Se la temperatura superficiale della persona e quella dell'ambiente sono molto simili, la capacità di rilevazione del sensore si riduce poiché la differenza di temperatura diminuisce.

Al contrario, in caso di temperature molto basse, i sensori a infrarossi possono raggiungere raggi d'azione che superano di alcuni metri l'area di rilevazione dichiarata. I moderni sensori di movimento per ambienti esterni escludono del tutto questo effetto compensando le temperature.

Le seguenti qualità del sensore PIR fanno sì che esso sia utilizzato spesso sia in ambienti interni che esterni:

- Rilevazioni altamente affidabili all'interno dell'area di rilevazione dichiarata.
- Il sensore PIR non rileva attraverso pareti, vetro o altri materiali. Non pos-

sono pertanto verificarsi errori di attivazione causati da movimenti al di fuori dell'area.

- L'area di rilevazione può essere limitata in modo affidabile orientando e coprendo il dispositivo ottico.

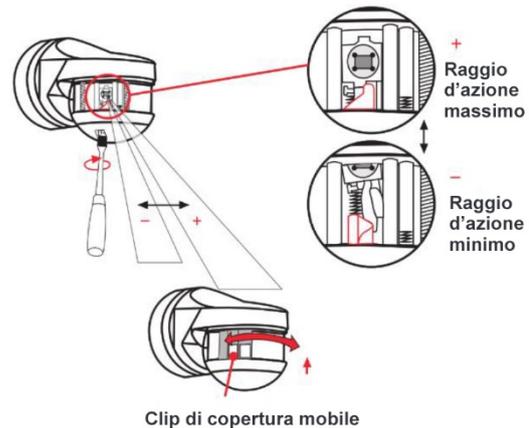


Figura 15: impostazione del campo di rilevazione con viti e clip di copertura.

### 5.3 Alta frequenza (HF)

I sensori ad alta frequenza riconoscono i movimenti indipendentemente dal temperatura del corpo e direzione del movimento. Possono essere integrati in una lampada rimanendo invisibili all'esterno, il che, specie nelle aree interne, consente di preservare l'aspetto estetico. La tecnologia a sensori ad alta frequenza opera, al contrario dei rilevatori a infrarossi passivi, attivamente: i sensori emettono segnali con frequenza tra 5 e 60 GHz, che possono penetrare senza problemi vetro, legno e pareti in costruzione leggera.

La potenza di emissione dei sensori HF è

<1mW e quindi pari a circa 1/1.000 di un cellulare, il che assicura la innocuità delle radiazioni per l'uomo.

I segnali, secondo il principio del radar Doppler, sono rispediti al sensore in forma di eco.



Figura 16: un sensore HF ottimizzato per le rilevazioni nei corridoi

Nel caso in cui l'immagine di questa eco si modifica a causa di un movimento all'interno del settore di rilevazione, il sensore lo riconosce e accende la luce. I sensori HF sono ottimi prodotti per le seguenti caratteristiche:

- L'alta frequenza consente di rilevare settori di applicazione complessi senza angoli morti.
- Non può accendersi involontariamente a causa di fonti di calore.
- I sensori ad alta frequenza possono essere applicati in modo invisibile dietro materiali sottili. Questa circostanza è estremamente favorevole dal punto di vista estetico, in particolare per l'impiego di apparecchi con sensore.

- In caso di utilizzo in corridoi non suscettibili, in confronto ai sensori PIR, alcuna differenza tra raggio d'azione radiale e tangenziale. I sensori HF sono anche ideali per l'utilizzo nei WC, poiché rilevando attraverso le pareti divisorie non è necessario l'utilizzo di un sensore in ciascun bagno.

Sul mercato, oltre agli abituali sensori HF, sono già presenti sensori sviluppati per i settori esterni con tecnologia ad alta frequenza. Questi non percepiscono animali di piccola taglia o movimento di rami, evitando così errori di attivazione causati da movimenti minori. I sensori HF, pertanto, possono essere montati anche su lampade esterne.

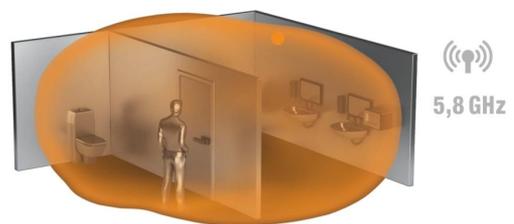


Figura 17: l'alta frequenza è in grado di fare rilevazioni anche attraverso pareti sottili

La tecnologia ad alta frequenza ha le seguenti caratteristiche:

- In caso di utilizzo di sensori ad alta frequenza in ambienti con molto materiale metallico, quali ad es. le cabine di una nave, possono verificarsi forti riflessioni dei segnali. Ciò può rendere più difficile la progettazione.

- L'alta frequenza penetra anche le pareti e, involontariamente, può far accendere le luci.
- I sensori HF, rispetto ai sensori PIR, hanno una sensibilità leggermente inferiore
- La limitazione dell'area di rilevazione è difficoltosa

#### 5.4 TruePresence®

Ognuno di noi ricorda una situazione nella quale la luce controllata da sensori si è spenta senza che lo volessimo e malgrado un minimo movimento. Il tipico cenno con il braccio è la prima reazione che mira a far rilevare nuovamente il movimento al sensore.

I sensori di presenza in uso sono in realtà "solamente" sensori di movimento ad alta risoluzione. Presenza, in realtà, significa che una persona è appunto presente anche se non si muove. True Presence® è lo sviluppo tecnologico più recente tra i sensori di presenza e si caratterizza per essere la prima tecnologia di sensori di presenza effettiva.



Figura 18: il vero sensore di presenza - True Presence® di Steinell

Si basa sulla tecnologia HF e possiede un software speciale per il riconoscimento dei

movimenti più piccoli. Riconosce in modo affidabile, in questo modo, la presenza di una persona, sia che questa si muova, stia ferma in piedi, sia seduta, legga, si riposi o dorma. Segnala, in modo affidabile, se una persona si trova in una stanza o meno. In questo modo è anche possibile il riconoscimento sicuro di assenze. Con queste informazioni è possibile attivare e controllare, senza ritardi di spegnimento e inutili costi energetici, luci e altre tecnologie dell'edificio.

La presenza viene rilevata grazie al riconoscimento dei micro-movimenti delle funzioni vitali di un essere umano (in particolare del modello di respirazione tridimensionale). I movimenti della gabbia toracica o delle spalle durante la respirazione sono già sufficienti per una rilevazione sicura, poiché il software ne riconosce i tipici movimenti respiratori. Inoltre può essere determinata anche la distanza della persona dal sensore così come la direzione del movimento.

La sua capacità di riconoscere la reale presenza o assenza gli consente molti altri utilizzi, di valore fondamentale per la gestione delle infrastrutture. Pur se la tecnologia è già introdotta sul mercato, non tutte le possibilità di impiego sono state già scoperte. Se si unirà True Presence® con la rilevazione di temperatura, umidità e qualità dell'aria, composti organici volatili (VOC) e

luminosità, i sensori diventeranno gli organi di percezione di un edificio fornendo le informazioni necessarie per una vera e propria "Building Intelligence".

### 5.5 Ultrasuoni (US)

I sensori a ultrasuoni, negli USA, sono quelli standard per il riconoscimento delle presenze, e tuttavia sono sempre più utilizzati anche in molti altri Paesi. Le onde a ultrasuoni (32-40kHz) vengono inviate attivamente dal sensore e si diffondono completamente nello spazio. Riempiono lo spazio fino agli angoli più remoti circondando gli oggetti che vi si trovano all'interno. Il sensore riconosce un movimento nella stanza anche in assenza di contatto visivo tra esso e la persona. Il segnale viene valutato secondo il principio Doppler, come avviene anche per la tecnologia ad alta frequenza.

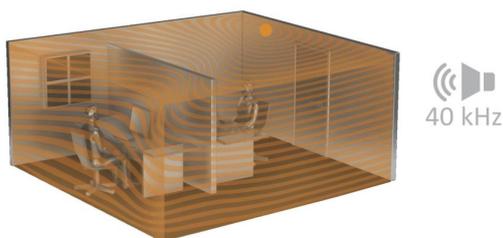


Figura 19: gli ultrasuoni riempiono l'intero spazio e fanno rilevazioni anche intorno agli oggetti

Il sensore emette onde a ultrasuoni che vengono riflesse quando si scontrano su una superficie. In caso di superficie immobile, quale quella di una parete o di mobilia fissa, il segnale che viene rispedito al sensore rimane immutato. Il segnale, tuttavia,

si modifica quando nella stanza c'è del movimento.



Figura 20: sensore con aperture per l'uscita di segnali a ultrasuoni

Gli ultrasuoni, contrariamente alle tecnologie ad alta frequenza, non possono fare rilevazioni attraverso i materiali e sono ultrasensibili. L'utilizzo di sensori a ultrasuoni, per questo, è particolarmente consigliabile per gli uffici open space all'interno dei quali si lavora stando seduti. Le onde a ultrasuoni inviate dai sensori a ultrasuoni hanno la capacità di circondare completamente gli oggetti. In questo modo le rilevazioni possono avvenire in tutto lo spazio, indipendentemente dalla presenza di pareti divisorie o altri ostacoli.

### 5.6 Sistema di sensori per immagine

Con gli edifici sempre più in rete e automatizzati si aggiungono più tecnologie a sensori in grado eseguire altre attività oltre alla semplice rilevazione dei movimenti. Tra di esse vi è il sistema di sensori per immagine. Viene registrata un'immagine a infrarossi e analizzata digitalmente nel sensore.



Figura 21: un sensore per immagini rileva l'immagine a infrarossi dell'area e l'analizza.

Oltre che a percepire la presenza effettiva di una persona, il sensore a immagini consente il conteggio dei presenti. Il sensore di rilevamento delle persone si basa su una tecnologia innovativa con un sistema ottico altamente sensibile, che con una rete neurale riconosce la silhouette umana in modo certo. Le immagini non verranno stoccate ma sarà fornito solo il numero delle persone presenti, e non la loro identità. In questo modo sarà possibile individuare il numero delle persone che si trovano nel campo visivo e nelle zone definite del sensore.

Inoltre possono essere integrati ulteriori sensori di temperatura e umidità e con la combinazione aprire strade completamente nuove al settore dell'automazione degli edifici. Luce, riscaldamento e climatizzazione possono essere controllati secondo i bisogni in base al numero delle persone presenti in una stanza.

La correttezza delle informazioni non è utile solamente all'integrazione della tecnologia degli edifici, ma anche per il miglioramento dell'organizzazione e l'ottimizzazione dei processi.

I vantaggi che così si determinano sono molti: risparmi energetici, ottimizzazione dei costi, creazione di ambienti, preservazione della salute, sostegno alla motivazione degli impiegati, miglioramento dei processi, aumento delle soddisfazioni, analisi degli errori e preservazione delle risorse.

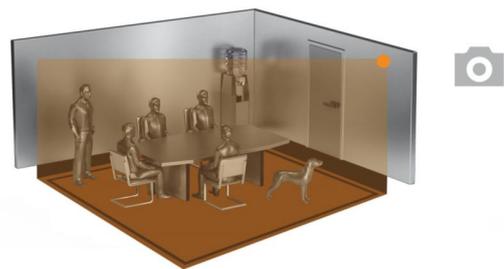


Figura 22: i sensori a immagine consentono di contare le persone.

## 5.7 Combinazioni di tecnologie a sensori

Oltre alle semplici tecnologie a sensori ci sono anche sensori con più tecnologie usate parallelamente.

È nota, ad esempio, la combinazione tra tecnologia PIR e tecnologia a ultrasuoni. Il sensore PIR viene utilizzato per accendere la luce all'entrata di una stanza e il sensore ultrasuoni per rilevare la presenza.

La combinazione di più tecnologie offre il vantaggio di utilizzare i punti di forza di

ognuna di loro per eseguire rilevazioni ottimali nella situazione data, e quindi poter compensare le debolezze della singola tecnologia nel campo attuale di applicazione.

### **5.8 Vantaggi e svantaggi delle tecnologie a sensori**

L'utilizzo di una particolare tecnologia non presenta solo vantaggi o solo svantaggi. Applicata in un certo ambito, una determinata circostanza può risultare svantaggiosa per

una tecnologia; in un altro ambito può rappresentare un punto di forza.

Segue una breve panoramica (Tabella 2) delle caratteristiche più importanti delle differenti tecnologie. Alcune circostanze sono consapevolmente indicate sia come possibile vantaggio che come possibile svantaggio.

**Tabella 2: vantaggi e svantaggi delle tecnologie a sensori**

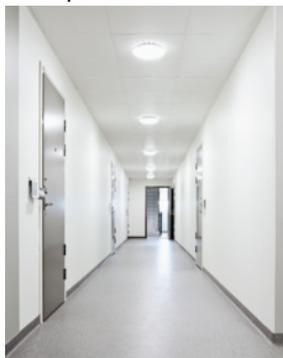
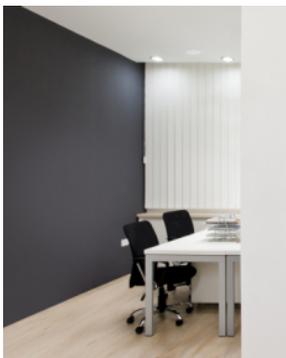
| Tecnologia                      | Vantaggi                                                                                                                                                                                                 | Svantaggi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Infrarossi passivi (PIR)        | <p>Buona e precisa limitazione dell'area di rilevazione</p> <p>Adatta sia agli ambienti interni che esterni</p> <p>Adatta ad elevate altezze di montaggio</p>                                            | <p>La sensibilità dipende dalla temperatura</p> <p>Differenza tra rilevazione radiale e tangenziale</p> <p>Necessario un contatto visivo diretto</p>                                                                                                                                                                                                       |
| Alta frequenza (HF)             | <p>Rilevazioni attraverso pareti/materiali sottili</p> <p>Registra anche minimi movimenti</p> <p>Possono essere installati in modo invisibile dietro materiali sottili (ad es. coperture di lampade)</p> | <p>Rilevazioni attraverso pareti/materiali sottili</p> <p>Per le aree esterne sono adatti solamente speciali sensori HF</p> <p>Per elevate altezze di montaggio sono adatti solamente speciali sensori HF</p> <p>Riflessione del segnale in spazi con molti oggetti metallici</p> <p>La limitazione dell'area di rilevazione è possibile solo in parte</p> |
| Ultrasuoni (US)                 | <p>Rilevazioni intorno agli oggetti</p> <p>Non compie rilevazioni attraverso materiali sottili</p>                                                                                                       | <p>Non adatta ad aree esterne</p> <p>Non compie rilevazioni attraverso materiali sottili</p> <p>Non adatta in caso di elevate altezze di montaggio</p>                                                                                                                                                                                                     |
| Sistema di sensori per immagini | <p>Rileva solamente il movimento delle persone</p> <p>Buona limitazione dell'area di rilevazione</p> <p>Nuovi dati relativi ai sistemi di sensori (ad es. conteggio delle persone)</p>                   | <p>Necessario un contatto visivo diretto</p> <p>Grandezza del sensore</p> <p>Alto consumo in standby</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 6 Scelta del sensore

### 6.1 Campo di utilizzo

Non ogni tipo di sensore è adatto ad ogni campo di utilizzo. L'utilizzo di un sensore di movimento, in generale, è consigliabile nelle aree esterne (entrate, aree di accesso, parcheggi, carport, facciate di edifici) per la rilevazione di oggetti in movimento ovvero nelle aree interne di passaggio (garage, corridoi, magazzini) dove non arriva luce diurna. I sensori di presenza si prestano per un utilizzo in aree con presenze costanti, come avviene solitamente in classi, uffici o sale conferenze.

La tecnologia PIR è fondamentalmente utilizzabile sia nelle aree esterne che interne. La normale alta frequenza e la tecnologia a ultrasuoni è, diversamente, consigliabile solo per un utilizzo in spazi chiusi. Per le aree esterne sono adatti solamente speciali sensori ad alta frequenza. Questo perché la tecnologia HF rileva movimenti non umani anche indipendentemente dal calore, e per questo motivo il sensore si attiva per ogni movimento percepito.



Anche in caso di utilizzo in aree interne sussistono differenti condizioni spaziali che fanno sì che una tecnologia sia più adatta rispetto ad un'altra.

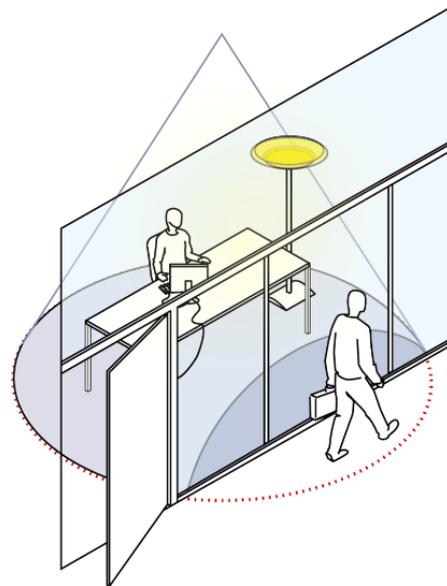


Figura 23: il sensore PIR non rileva attraverso le pareti di vetro. Per questo motivo è particolarmente adatto per uffici con vetrate.

Quando, in uno spazio, c'è vista libera in direzione di un movimento da rilevare, è sempre consigliabile l'utilizzo di un sensore PIR. La tecnologia a sensori PIR dovrebbe essere anche scelta quando si deve limitare esattamente l'area di rilevazione, ad esempio su un gruppo di tavoli in un ufficio open space. Nel caso in cui lo spazio sia diviso da

pareti di separazione di mezza altezza e non

ci sia vista libera in direzione del movimento da rilevare, i sensori US e HF sono adatti all'impiego. Se la rilevazione deve avvenire attraverso pareti e materiali non metallici si consiglia l'utilizzo di sensori ad alta frequenza. Se deve essere effettuata una rilevazione intorno a un ostacolo qualsiasi, i sensori a ultrasuoni rappresentano una buona soluzione. I sensori ad alta frequenza offrono l'opzione di poter essere installati per motivi estetici o a protezione di atti vandalici dietro controsoffitti.

In caso di montaggio ad altezze superiori a 4 m è pure consigliabile l'utilizzo di un sensore PIR e non di ricorrere a un sensore HF o US. Il motivo è che, per poter ricevere un segnale sufficiente all'altezza del movimento, la forza complessiva del segnale dovrebbe essere aumentata. Si avrebbe in questo modo un aumento degli errori di attivazione, ad es. perché il segnale che penetra sarebbe più forte anche dietro pareti sottili non metalliche. Per gli utilizzi con soffitti molto alti, come avviene tipicamente nei capannoni industriali e adibiti a magazzino, ci sono speciali sensori Highbay.



Figura 24: esempio di sensore per altezze di montaggio fino a 16 m con sistema di sensori per luci per la misurazione ottimale della luminosità.

In caso di utilizzo in corridoi o in aree di passaggio è la tecnologia HF o US a presentare vantaggi. A causa delle sue caratteristiche, per la tecnologia PIR la rilevazione su sensore di un movimento radiale in un corridoio non è buona come nel caso di sensori HF. Per i sensori PIR, al contrario, la limitazione del campo di rilevazione allo spazio rappresenta un vantaggio. Nella Tabella 3 le tecnologie a sensori adatte sono assegnate ai differenti campi di utilizzo.

Tabella 3: campi di applicazione delle differenti tecnologie

| Utilizzo                           | Infrarossi passivi (PIR) | Alta frequenza (HF) | Ultrasuoni (US) | Sistema di sensori per immagine |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|
| Corridoi                           | X                        | X                   | X               |                                 |
| Scale                              | X                        | X                   |                 |                                 |
| WC                                 | X                        | X                   |                 |                                 |
| Uffici, scuole                     | X                        | X                   | X               | X                               |
| Garage sotterranei, parcheggi      | X                        | X                   |                 |                                 |
| Aree esterne                       | X                        |                     |                 |                                 |
| Magazzini a scaffalature verticali | X                        |                     |                 |                                 |
| Locali di servizio                 | X                        | X                   |                 |                                 |

## 6.2 Area di rilevazione

L'area di rilevazione di un sensore descrive il settore all'interno del quale può rilevare le persone. Le aree di rilevazione dei sensori si differenziano a seconda della tecnologia e del sistema di sensori (sensori Pyro, lenti, antenna, forza del segnale).

L'area di rilevazione, nei sensori a ultrasuoni e ad alta frequenza, è determinata unicamente da potenza e raggio d'azione del segnale e dalla limitazione dello spazio. Nei sistemi di sensori per telecamere è fondamentale il campo visivo di queste ultime.

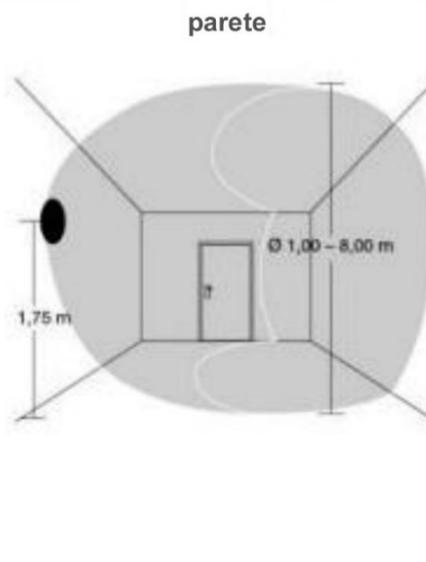
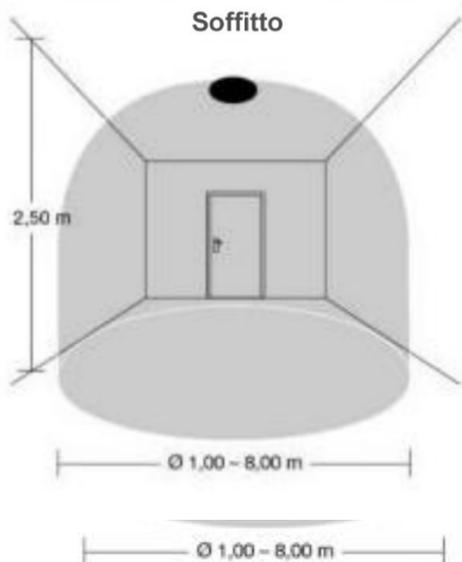
L'area di rilevazione dei sensori PIR dipende fortemente dalla potenza della fonte a infrarossi e dalle condizioni che influenzano le temperature.

Per descrivere le aree di rilevazione delle differenti tecnologie si può affermare, in generale, quanto segue:

- l'area di rilevazione risulta dall'angolo di rilevazione, dall'angolo di apertura e dalla direttività del sensore. Questi, nei sensori HF e US, possono essere eventualmente modificati dalla riflessione.
- L'area di rilevazione si differenzia in

base al tipo di montaggio. La maggior

un raggio più ampio



- ad una

parte dei sensori, in caso di montaggio a soffitto, ha un angolo di rilevazione di 360°. Il raggio d'azione viene limitato dal pavimento ovvero dalla mobilia e varia a seconda dell'altezza del montaggio e dall'angolo di apertura.

maggiore altezza corrisponde una minore sensibilità

- In caso di montaggio a parete l'angolo di rilevazione massimo possibile è pari a 180°, per i montaggi su angoli esterni eventualmente anche maggiore. Il raggio d'azione, in caso di montaggio a parete, è influenzato inoltre dall'angolo al quale viene regolato il sensore rispetto a parete e pavimento.
- L'altezza del montaggio sulla parete influenza il raggio d'azione e la sensibilità:
- ad una maggiore altezza corrisponde

Sul mercato sono disponibili differenti tipi di sensori, che possono adattarsi perfettamente alle condizioni locali grazie a lenti ruotabili/orientabili.

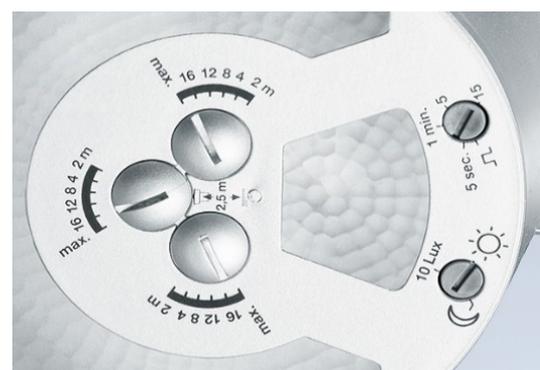


Figura 25: impostazione del raggio d'azione dei sensori Pyro con il potenziometro

Figura 26: esempio di aree di rilevazione della tecnologia HF in caso di montaggio su parete/soffitto

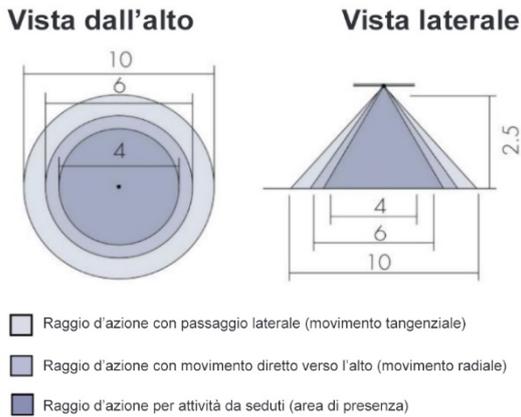


Figura 27: diagramma di rilevazione di un sensore di presenza a 360°

Il raggio d'azione di un sensore viene rappresentato con l'ausilio di un diagramma di rilevazione. Viene fornito il raggio d'azione utilizzabile nell'applicazione ad una determinata altezza di montaggio. Per la rilevazione di movimenti di un pedone, pertanto, viene fornita la distanza alla quale viene riconosciuta una persona in movimento. Nei sensori di presenza il raggio d'azione fornito è quello al quale il sensore può rilevare movimenti del braccio ad altezza di scrivania.

In alcuni sensori è possibile limitare manualmente l'area di rilevazione su determinati settori. Le aree di rilevazione, in questo modo, possono essere specificatamente modificate in base ai confini del terreno o alle sezioni dello spazio. Ciò funziona molto bene in particolare nella tecnologia a infrarossi passiva e la sua realizzazione è effettuata tramite impostazioni meccaniche dei sensori (Figura 29) o cappucci di copertura

adattabili (Figura 28). Ci sono inoltre modelli di sensori il cui raggio d'azione, e quindi l'area di rilevazione, viene limitata da impostazioni software. In questo modo possono essere evitati errori di attivazione.

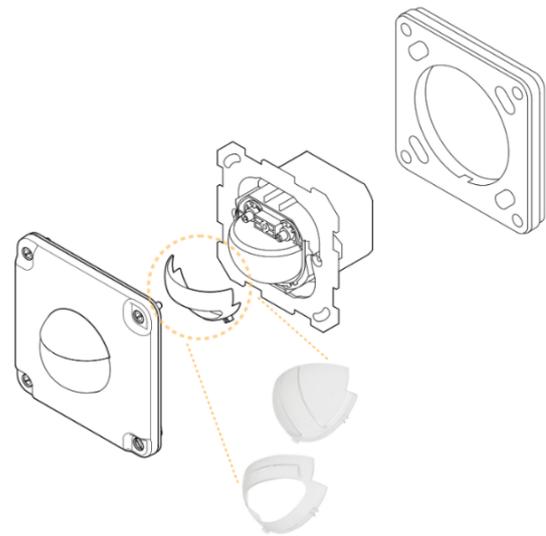


Figura 28: le clip di copertura consentono di ridurre l'area di rilevazione di un sensore PIR.

### 6.3 Sensibilità

I sensori di presenza sono fondamentalmente più sensibili rispetto ai sensori di movimento e concepiti per superfici da rilevare di grandezze differenti. A seconda della tecnologia esistono differenti possibilità di adattamento della sensibilità dei sensori.

Tramite modifica elettronica viene cambiata, in tutte le tecnologie, la sensibilità della forza minima del segnale. Il sensore, tuttavia, non può distinguere se questo limite è stato superato da un movimento piccolo e ravvicinato oppure da uno grande e lontano. Può pertanto avvenire che piccoli

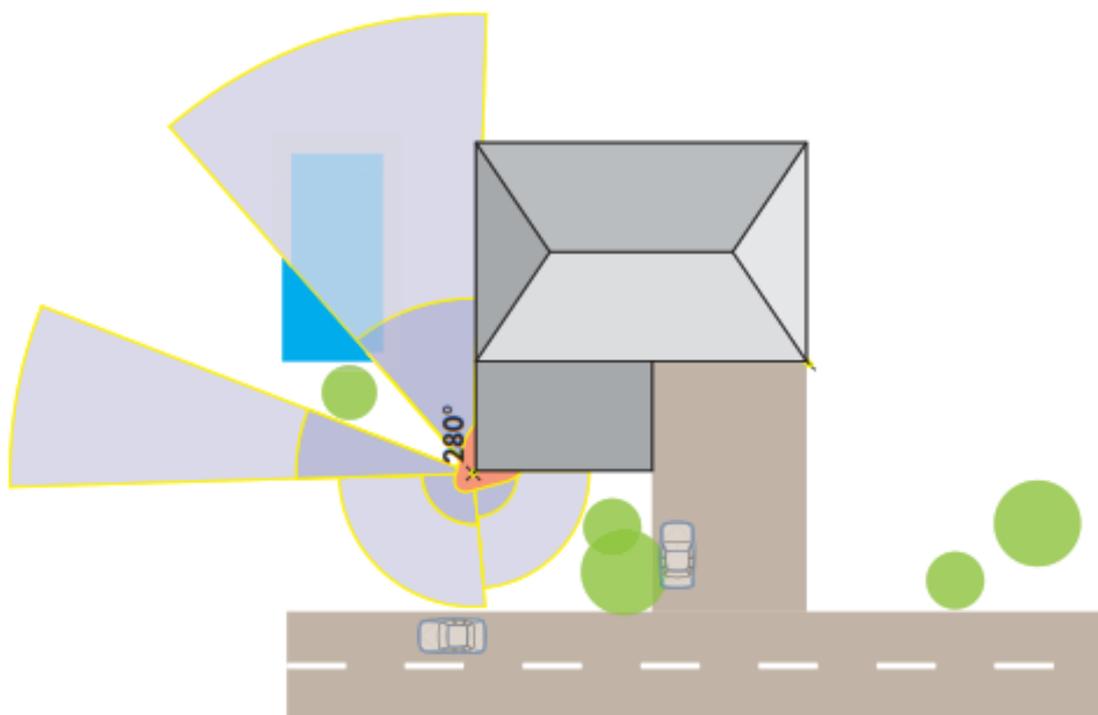
movimenti del braccio a 2 metri di distanza non siano più percepiti, e che invece lo sia una persona che si avvicina a una distanza di 10 metri.

- La sensibilità dei sensori ad alta frequenza può essere ridotta solamente impostando elettricamente il raggio d'azione.
- Negli apparecchi con sensore, inoltre, può essere utilizzata una lamiera per schermare l'area di rilevazione quando il sensore HF, senza che lo si voglia, esegue rilevazioni anche attra-

Nei sensori PIR, alternativamente, è possibile influenzare il raggio d'azione con tappi in materiale sintetico.

#### 6.4 Forme e tipi di montaggio

A seconda dell'applicazione e della tecnologia sono disponibili sul mercato sensori di forme differenti. È possibile differenziare essenzialmente tra sensori a soffitto, a parete e a incasso. La protezione IP richiesta viene scelta in base al tipo di utilizzo. Per ogni forma costruttiva sono disponibili inoltre numerose varianti elettroniche (vedi il paragrafo 7).



verso una parete.

Figura 29: sensori di movimento quali il B.E.G. I Luxomat RC-plus 280 hanno più settori, il cui raggio d'azione può essere regolato autonomamente. Con l'aiuto di clip di copertura, inoltre, possono essere nascoste fonti di disturbo quali alberi o arbusti.

### 6.4.1 Sensori a soffitto

La posizione di montaggio più frequente di sensori di presenza e movimento è il soffitto. Sono disponibili, per questo tipo di utilizzo, sensori con varianti che si adattano a un inserimento sopra l'intonaco, sotto o ad incasso. I sensori a soffitto hanno un angolo di rilevazione di 360°

mentre l'angolo di apertura varia da sensore a sensore. Ci sono anche sensori a soffitto che non eseguono rilevazioni simmetriche poiché, ad es., sono ottimizzati per i corridoi. Diversi produttori offrono anche sensori con coperture frontali colorate.

**Tabella 4: forma dei sensori a soffitto**

| Forma                                                             | Utilizzo                                                                                   | Sopra intonaco                                                                       | Sotto intonaco                                                                        | Incasso nel soffitto                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensore a soffitto PIR, con piccola area di rilevazione circolare | Scale, WC, locali di servizio, piccoli uffici                                              |   |   |   |
| Sensore a soffitto PIR, con grande area di rilevazione circolare  | Aule scolastiche, uffici open space, palazzetti dello sport, industria, garage sotterranei |  |  |  |
| Sensore a soffitto PIR, con grande area di rilevazione quadrata   | Scale, WC, locali di servizio, piccoli uffici                                              |  |  |  |
| Sensori a soffitto HF                                             | Corridoi, WC                                                                               |  |  | -                                                                                     |
| Sensori per corridoi PIR                                          | Corridoi, magazzini                                                                        |  |  |  |
| Sensori PIR per altezze elevate                                   | Magazzini a scaffalature verticali, capannoni industriali                                  |  |  | -                                                                                     |

### 6.4.2 Sensori a parete

Il mercato offre, oltre ai sensori a soffitto, sensori di movimento e di presenza a montaggio su parete. I sensori a parete sono spesso utilizzati in aree esterne. Sono disponibili varianti sia per sopra che per sotto intonaco. I sensori, a seconda del luogo di montaggio, hanno un angolo di rilevazione compreso tra 140° e 280°.

Rilevazioni sopra ai 180° sono possibili solo in caso di montaggi ad angolo; in questo caso è eventualmente necessario come accessorio un supporto per parete ad angolo. Alcuni sensori a parete dispongono di pulsanti integrati che fungono da interruttori in automatico. I colori di tali interruttori possono variare, poiché devono adattarsi alla linea di design dell'interruttore impiegato.

**Tabella 5: forme dei sensori a parete**

| Forma                                                                             | Utilizzo                                                | Sopra intonaco                                                                       | Sotto intonaco                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensore a parete PIR IP20                                                         | Corridoi, WC, locali di servizio                        |   |   |
| Sensore a parete PIR IP54                                                         | Ambienti umidi, aree esterne                            |  |  |
| Interruttore automatico IP20                                                      | Bagni in appartamento, cantine, locali per il bricolage |  |  |
| Sensore per esterni con testa sferica IP54 (con differenti angoli di rilevazione) | Illuminazione esterna intorno all'edificio              |  |  |

### 6.4.3 Sensori a incasso

I sensori ad incasso sono offerti da diversi fornitori. Una variante particolare è rappresentata da sensori adatti solo per essere montati all'interno di apparecchi illuminanti.

Oltre a sensori per il montaggio in apparecchi, ci sono anche sensori che possono essere montati ad es. in controsoffitti ovvero elementi di design. I sensori, usualmente e a seconda del tipo di montaggio, eseguono rilevazioni a 360°.

Tabella 6: forme dei sensori a incasso

| Forma                 | Utilizzo                                  | IP20                                                                                 | IP54/IP64                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensore a incasso PIR | Montaggio in lampade, controsoffitti ecc. |    |  |
| Sensore a incasso HF  | Montaggio in lampade, controsoffitti ecc. |  | -                                                                                   |

### 6.5 Tipo di protezione IP e IK

IP (Ingress Protection) indica il grado di protezione di alloggiamenti e coperture che servono alla protezione di dispositivi elettrici. Il codice IP è fissato ai sensi delle IEC 529, EN 60529, DIN VDE 0470-1 e NF C 20-010. I tipi di protezione vengono definiti dall'acronimo IP e da due numeri di identificazione che seguono che variano a seconda del grado di protezione. Il tipo di protezione è pertanto identificato, nella sua completezza, da lettere e numeri di identificazione per il grado di protezione.

**1° numero d'identificazione:** protezione da penetrazione da parte di corpi estranei e, contemporaneamente, protezione delle persone dal contatto con elementi pericolosi.

**2° numero d'identificazione:** protezione dall'acqua che potrebbe avere effetti dannosi.

Il tipo di protezione IP nella scelta del sensore ha un ruolo soprattutto in merito alla sua installazione in aree interne, esterne ovvero in spazi umidi. La maggior parte dei sensori per aree interne hanno un tipo di

protezione IP 20. I sensori per spazi umidi hanno spesso un tipo di protezione IP 44, per aree esterne fino a IP 54, talvolta addirittura fino a IP 65.

, al posto di questo numero d'identificazione viene posta la lettera X, ad es. IP X4 o IP 6X.

Nel caso in cui un numero d'identificazione non sia indicato, poiché non significativo per le valutazioni specifiche del caso

**Tabella 7: definizione 1° numero d'identificazione**

| 1° numero d'identificazione | Protezione dai corpi estranei                                                                                            | Protezione dal contatto/utilizzo                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                           | Nessuna protezione dei mezzi di produzione dalla penetrazione di corpi estranei solidi.                                  | Nessuna protezione delle persone da contatti casuali con parti sotto tensione e/o in movimento. In alloggiamenti senza accesso.                                                             |
| 1                           | Protezione dalla penetrazione di corpi estranei solidi di $\varnothing > 50$ mm.                                         | Protezione dal contatto casuale, di superfici estese (dorso della mano) di parti sotto tensione e/o parti interne mobili. Aree chiuse, accessibili solo da personale autorizzato e formato. |
| 2                           | Protezione dalla penetrazione di corpi estranei solidi di $\varnothing > 12,5$ mm.                                       | Protezione dal contatto con le dita di parti sotto tensione e/o parti interne mobili. Aree accessibili individualmente.                                                                     |
| 3                           | Protezione dalla penetrazione di corpi estranei solidi di $\varnothing > 2,5$ mm.                                        | Protezione dal contatto di parti sotto tensione e/o parti interne mobili con utensili, fili o simili con spessore $> 2,5$ mm. Aree generalmente accessibili.                                |
| 4                           | Protezione dalla penetrazione di corpi estranei solidi di $\varnothing > 1$ mm.                                          | Protezione dal contatto di parti sotto tensione e/o parti interne mobili con utensili, fili o simili con spessore $> 1$ mm. Aree generalmente accessibili.                                  |
| 5                           | Protezione da pericolosi depositi di polvere all'interno. La penetrazione della polvere non è completamente impedita. La | Protezione completa dal contatto di parti sotto tensione e/o parti interne mobili.                                                                                                          |

|   |                                                                                        |                                                                                                                      |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | quantità penetrata non può peggiorare la modalità di lavoro (protezione dalla polvere) | Aree con molta polvere a breve termine.                                                                              |
| 6 | Protezione dalla penetrazione della polvere (impermeabile alla polvere).               | Protezione completa dal contatto di parti sotto tensione e/o parti interne mobili.<br>Aree generalmente accessibili. |

Tabella 8: definizione 2° numero d'identificazione

| 2° numero d'identificazione | Protezione dall'acqua                                                                                                                                                                                                                                | Utilizzo                                                                                                             |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                           | Nessuna protezione particolare.                                                                                                                                                                                                                      | In ambienti asciutti                                                                                                 |
| 1                           | Protezione dall'acqua che gocciola in modo verticale (protezione dall'acqua gocciolante). Non possono esserci effetti dannosi.                                                                                                                       | In ambienti umidi con posizione verticale predeterminata dei componenti (ad es. acqua di condensazione).             |
| 2                           | Protezione dall'acqua che gocciola in modo verticale (protezione dall'acqua gocciolante). Non può avere effetti dannosi con prodotto (alloggiamento) piegato fino a 15° rispetto alla sua posizione normale (acqua gocciolante che cade in obliquo). | In ambienti umidi con componenti in non perfetta posizione verticale (ad es. in presenza di acqua di condensazione). |
| 3                           | Protezione dall'acqua che cade in un angolo qualsiasi fino a 60° rispetto alla posizione verticale. Non possono esserci effetti dannosi (protezione dagli spruzzi dell'acqua).                                                                       | Aree esposte alla pioggia ma non ad acqua spruzzata.                                                                 |
| 4                           | Protezione dall'acqua che spruzza da tutte le direzioni contro il prodotto (alloggiamento). Non possono esserci effetti dannosi (protezione dagli spruzzi dell'acqua).                                                                               | Spazi esposti alla pioggia e agli spruzzi dell'acqua (ad es. aree esposte al passaggio di veicoli).                  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Protezione da getti d'acqua provenienti da uno spruzzatore orientato da tutte le direzioni contro il prodotto (alloggiamento). Non possono esserci effetti dannosi (protezione dai getti d'acqua).                                                        | Aree coperte d'acqua proveniente da getti di media potenza.                         |
| 6 | Protezione da mare grosso o potenti getti d'acqua. L'acqua non può penetrare in quantità dannose nel prodotto - alloggio - (protezione dalle alluvioni).                                                                                                  | Aree coperte da molta acqua e alluvionali (ad es. dighe).                           |
| 7 | Protezione dall'acqua quando il prodotto (alloggiamento) viene immerso in acqua con tempi e pressione stabiliti. L'acqua non può penetrare in quantità dannose (immersione).                                                                              | Aree con inondazioni temporanee o coperte dalla neve per un lungo periodo di tempo. |
| 8 | Il prodotto (alloggiamento) è adatto ad essere costantemente immerso in acqua in condizioni che devono essere descritte dal produttore (immersione). Le condizioni devono essere tuttavia più difficili rispetto a quelle del numero d'identificazione 7. | In funzione subacquea.                                                              |

### 6.6 Tipo di protezione IK ai sensi della EN 50102

Il grado di protezione da sollecitazioni meccaniche esterne realizzato tramite un alloggiamento per apparecchiature elettriche viene determinato dal codice IK ai sensi della norma EN 50102 - VDE 0470 parte 100 ed EN 62262.

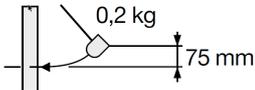
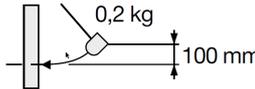
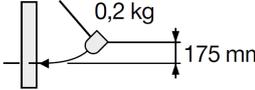
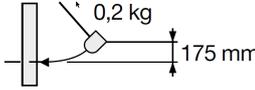
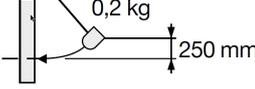
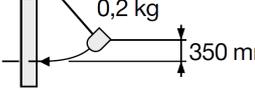
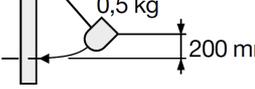
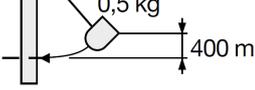
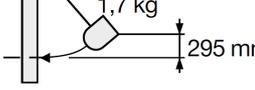
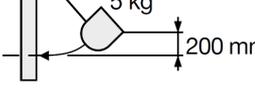
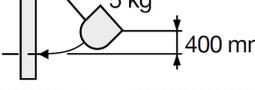
IK = codice lettere (protezione meccanica internazionale)

0X = IK classe di sollecitazione (da 00 a 10)

Nei sensori il grado di protezione normalmente non è rilevante, mentre negli apparecchi con sensore è oltremodo importante, ad es. per classificare le lampade anti-vandalismo.



Tabella 9: definizione tipo di protezione IK

| Codice IK | Test                                                                                | Energia in Joule |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| IK 00     |    | 0                |
| IK 01     |    | 0,15             |
| IK 02     |    | 0,2              |
| IK 03     |    | 0,35             |
| IK 04     |   | 0,5              |
| IK 05     |  | 0,7              |
| IK 06     |  | 1                |
| IK 07     |  | 2                |
| IK 08     |  | 5                |
| IK 09     |  | 10               |
| IK 10     |  | 20               |

## 7 Specifiche tecniche dei sensori

### 7.1 Consumo in standby

Un sensore, per essere attivato, ha bisogno di energia. Il sensore, anche se non viene eseguita alcuna rilevazione, consuma, sia per il monitoraggio dell'area di rilevazione che, nel caso in cui rilevasse un movimento, per attivarsi. Il consumo in standby viene normalmente indicato in Watt. Un consumo in standby di 0,2-1 Watt a sensore è normale. I sensori con aallacciati alla rete hanno consumi in standby particolarmente bassi, pari normalmente a 0,1 Watt.

### 7.2 Uscite di comando dei sensori

Differenti uscite e interfacce tra sensore e lampada consentono diverse funzioni e possibilità di impostazione. La combinazione tra sensore e dispositivo di accensione della lampada non può essere casuale. Tenendo in considerazione i requisiti di funzionamento, devono essere scelti sensori e dispositivi di accensione che possiedono le medesime interfacce. Quando, ad esempio, è necessaria una regolazione costante della luce, sia il dispositivo di accensione che il sensore devono avere la funzione di regolazione costante della luce, presente nel DIM 1-10V o nelle interfacce DALI.

Le interfacce possono essere semplici relè, che si limitano ad accendere la luce, oppure essere per apparecchi dimmerabili DALI e perfino soluzioni KNX e IP, con le quali un

edificio può essere completamente automatizzato. Occorre inoltre differenziare se il sensore controlla direttamente l'illuminazione ovvero se trasmette solamente l'informazione su movimento e luminosità a un sistema bus o a un controller centrale.

Saranno fornite in seguito informazioni sulle uscite di comando e le sulle interfacce di sensori più utilizzate.

### 7.3 Accensione di luci

I sensori che oggi sono utilizzati più spesso accendono e spengono la luce grazie a un relè. In scale, corridoi e locali di servizio ciò determina un grande risparmio energetico e aggiunge comodità e sicurezza. In questi casi, a seconda delle condizioni ambientali di illuminazione e delle presenze, la luce si accende quando necessario e si spegne quando non lo è più.

#### Valore luminosità uscita luce

Nel caso si vada al di sotto dei valori di luminosità preimpostati, il sensore accende la luce artificiale in caso di segnale di presenza presente. Il valore di luminosità, corrispondente a tipiche situazioni di luce in un locale, si imposta lungo una determinata tabella. Alternativamente può essere scelto il funzionamento diurno o notturno. Nel caso in cui sia disponibile una funzione teach, il valore attuale di illuminazione può essere fissato come limite di attivazione.

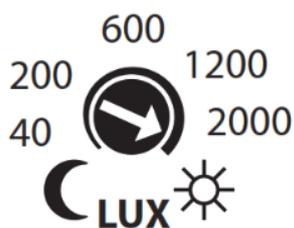


Figura 30: l'impostazione del valore di illuminazione ha luogo ad es. tramite potenziometro

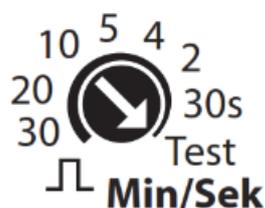


Figura 31: potenziometro per l'impostazione del ritardo di spegnimento

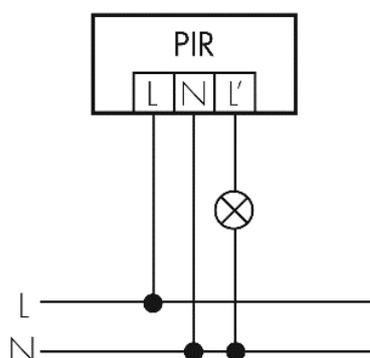


Figura 32: schema elettrico di un sensore di movimento con uscita relè

#### Ritardo di spegnimento uscita luce

Il ritardo di spegnimento in uscita del canale luce determina lo spegnimento della luce dopo un certo periodo di tempo dall'ultimo movimento riconosciuto. Funzioni particolari sono disponibili a seconda dei casi una modalità a impulsi, quali per il controllo del dispositivo automatico di una scala e/o

la modifica automatica del ritardo di spegnimento in base all'area e all'utilizzo.

Il carico commutabile è normalmente tra i 10 e i 16 A. In caso di carichi capacitivi è importante fare attenzione alla corrente di picco. In caso di carichi maggiori occorre attivare un relè o una protezione a valle.

#### 7.4 Attivazione impianti di riscaldamento/areazione

Esistono sensori che oltre all'uscita di controllo dell'illuminazione montano degli ulteriori relè, di solito a potenziale zero (R2 in Figura33), per il controllo di impianti di riscaldamento/areazione. Questi si attivano solo a seconda della presenza di persone, poiché, anche nel caso di sufficiente luce diurna, riscaldamento, areazione e climatizzazione dovrebbero essere disponibili. Se il locale non viene più utilizzato, anche riscaldamento, areazione e climatizzazione possono essere spenti per risparmiare costi ed energia.

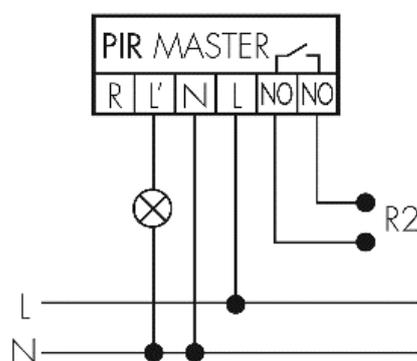


Figura33: per il comando di impianti di riscaldamento/areazione è disponibile un relè a potenziale zero

Il ritardo di spegnimento per l'uscita di impianti di riscaldamento/areazione può essere per lo più impostato separatamente.

Per alcuni tipi di sensore è inoltre possibile eseguire un'attivazione ritardata. Il contatto viene attivato allo scadere di un ritardo ad es. di 10 minuti. Oppure il sensore, con l'aiuto di un algoritmo, analizza se lo spazio viene effettivamente utilizzato e quindi collega il carico dell'impianto di riscaldamento/areazione. L'attivazione non avviene, pertanto, se in un'area si getta semplicemente una rapida occhiata.



Figura 34: impostazione del ritardo di spegnimento di impianti di riscaldamento/areazione, da 30 minuti con ritardo di accensione

## 7.5 DIM 1-10V

L'utilizzo dell'interfaccia DIM o DIM 1 - 10V, semplice, precorritrice dell'interfaccia DALI, è molto in calo. Consente anche, rispetto al relè di commutazione, la graduale regolazione della luce, cosicché con essa si può optare per un controllo dell'illuminazione con regolazione costante della luce così come per una luminosità di fondo accesa. (Vedi anche il paragrafo 3.4.3.3.) L'impostazione dei valori di luminosità e ritardo di spegnimento saranno descritti, come per il relè di commutazione, nel capitolo 7.3.

La funzione luce d'atmosfera o di orientamento assicura, nel caso in cui la luminosità sia inferiore a quella regolata, un'illuminazione di fondo per il periodo impostato di ritardo di spegnimento. È dimmerata ad es. a circa il 10% della massima intensità della luce. Il sensore, in caso di presenza, si regola sul valore impostato di luminosità. Se non viene riconosciuto alcun movimento ulteriore, il sensore regola l'intensità fino al grado di illuminazione di fondo, una volta trascorso il periodo di ritardo di spegnimento. L'illuminazione di fondo sarà a sua volta spenta non appena trascorso il suo periodo di ritardo di spegnimento o se il valore di luminosità è superato dalla percentuale di luce diurna. Il sensore, a seconda dell'impostazione, accende o spegne la luminosità di fondo direttamente quando la luce è al di sotto del valore di illuminazione.

## 7.6 Uscite con comunicazione

### 7.6.1 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) offre molte possibilità e si è imposto come standard per il controllo della luce. Controllo della luce, sensori, reattori elettronici e lampade operano insieme in modo ottimale con interfaccia standard. Comunicano tra di loro e reagiscono a vicenda. Il controllo dell'illuminazione con interfaccia DALI digitale per mezzo del sensore di presenza DALI consente di gestire l'illuminazione tramite regolazione costante della

luce, così come di lasciare accesa un'illuminazione di fondo, ad es. in corridoi o scale.

Il valore di luminosità e il periodo di ritardo di spegnimento sono disponibili tramite l'uscita luce così come per il relè di commutazione (capitolo 7.3) e per l'interfaccia DIM e DIM 1-10V (capitolo 7.5), anche per DALI.

Lo standard DALI viene descritto da una normativa. In questo modo è garantita la compatibilità tra i prodotti a lungo termine offrendo sicurezza per il futuro. Dal 2017 è stato immesso progressivamente sul mercato lo standard DALI 2. In esso, contrariamente al DALI 1, sono standardizzati anche il lato interfaccia del controller e i sensori.

Lo standard DALI può essere utilizzato in tre differenti varianti di base che saranno successivamente descritte.

#### **7.6.1.1 Application Controller**

##### **Broadcast**

Il tipo di controllo più spesso utilizzato con i sensori DALI è la variante "Application Controller Broadcast". Il raggruppamento delle lampade viene determinato esclusivamente tramite cablaggio. L'alimentazione Bus per le lampade viene messa a disposizione tramite il sensore. Gli ordini sono inviati via broadcast a tutte le lampade nel bus DALI. Non è pertanto necessario alcun indirizzamento. A seconda di produttore e sensore

sono pertanto possibili una o più uscite di luci. Ogni canale deve essere pertanto cablato sulle rispettive lampade.

#### **7.6.1.2 Application Controller**

Le lampade, nella variante "Application Controller", sono cablate tutte allo stesso bus DALI. Fino a 64 partecipanti/lampade possono essere suddivisi/e a piacere in massimo 16 gruppi. Ci sono due sotto-varianti. Nella variante "Single-Master" un master DALI controlla tutti i raggruppamenti di luce. Questi, normalmente, ha anche l'alimentazione bus DALI. Nella variante "Multi-Master" possono invece essere assegnati più sensori ai differenti raggruppamenti di luce e, insieme, si assumono i compiti di controllo. L'alimentazione bus è normalmente separata.

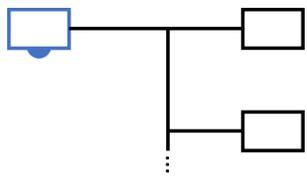
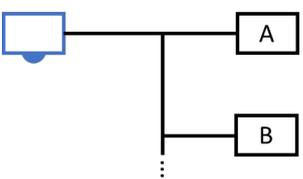
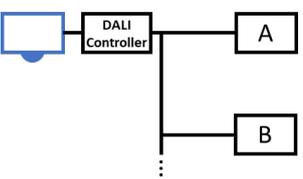
#### **7.6.1.3 Input Devices**

I sensori, nella variante "Input-Device" - come tutti gli altri partecipanti al bus - sono alimentati dal DALI e mettono a disposizione i dati rilevati su presenze ed eventualmente luminosità di un'unità di controllo centrale.

#### **7.6.1.4 Confronto tra varianti DALI**

Nella seguente tabella (Tabella 10) sono nuovamente confrontate le qualità più importanti delle varianti.

Tabella 10: differenti varianti di controllo con DALI

|                         | Application Controller Broadcast                                                    | Application Controller                                                                                                     | Input Devices                                                                         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Struttura del bus       | Non è necessario alcun indirizzamento delle lampade<br>Ordini via broadcast         | Fino a 64 partecipanti (lampade/sensori) in massimo 16 gruppi.                                                             | Fino a 64 partecipanti (lampade/sensori) in massimo 16 gruppi.                        |
| Alimentazione bus       | Il sensore alimenta il bus DALI con la tensione del bus                             | Bus DALI con sensore del bus tramite sensore o alimentazione separata                                                      | Bus DALI con sensore del bus tramite alimentazione separata                           |
| Logica dei comandi      | Il sensore ha una propria logica dei comandi.                                       | Il sensore ha una propria logica dei comandi (single master) oppure più sensori controllano l'illuminazione (multi master) | Il sensore invia i dati all'unità di controllo centrale                               |
| Utilizzo tipico         | Stanza singola                                                                      | Stanza piccola con piccole costruzioni funzionali                                                                          | Costruzioni funzionali da medie a grandi                                              |
| Schema di funzionamento |  |                                        |  |

### 7.6.2 KNX

Il KNX è un sistema bus per l'automazione degli edifici. Il KNX non viene impiegato solamente per controllare l'illuminazione, ma anche di tutta l'automazione degli edifici. Un grande vantaggio dello standard KNX è quello che gli apparecchi KNX di tutti i produttori sono compatibili tra loro. In una rete KNX possono operare come partecipanti

fino a 65.000 apparecchi KNX.

Per le funzioni dei sensori KNX è determinante l'applicazione KNX specificata dal produttore. Ci sono applicazioni per funzioni ridotte ma anche per funzioni molto ampie.

I valori di emissione degli apparecchi possono essere richiamati singolarmente e analizzati. Le impostazioni sono eseguite

tramite software ETS (Engineering-Tool-Software) o anche tramite apposito telecomando.

Inoltre, oltre alla variante standard KNX con cablaggio twisted-pair (a due fili) esistono ancora le varianti via radio KNX-IP, KNX-Powerline e KNX-RF. La tensione di alimentazione standard è di 29V.

### 7.6.3 IP

IP significa "Internet Protocol" e rappresenta, in generale, il protocollo di rete fondamentale di internet. Applicato all'automazione degli edifici offre la possibilità di condurre dati, ad es. da un sensore, direttamente e senza deviazioni in un cloud o anche in un server locale. È possibile un collegamento diretto, senza che sia necessario l'utilizzo di gateway. L'alimentazione avviene tramite PoE (Power over Ethernet) tramite il medesimo cavo di rete ethernet.

Ogni dispositivo IP o gruppo di dispositivi possiede pertanto un indirizzo IP proprio, cosicché è possibile un indirizzamento univoco in rete. Noti protocolli di comunicazione IP sono ReST API, MQTT e BACnet.

Lo scopo principale è quello di poter analizzare i dati rilevati del sensore in tempi rapidi per lavorare direttamente sul potenziale di miglioramento tramite una valutazione. L'IP si presta in particolare per un impiego

negli immobili con uffici, poiché la necessaria infrastruttura con allacciamenti, normalmente, è già presente.

### 7.6.4 BACnet

BACnet significa "Building Automation and Control Network" e si è affermato come standard per un sistema di gestione superiore nell'automazione degli edifici. BACnet, inizialmente, fu sviluppato per consentire la gestione dell'energia di un immobile nel settore del controllo degli impianti di riscaldamento/raffrescamento.

Si tratta di un protocollo che rende possibile la compatibilità tra differenti dispositivi automatici di differenti produttori. BACnet, specialmente in grandi progetti, offre il vantaggio di rendere possibile monitoraggio e regolabilità unitari per protocolli differenti.

Tramite gateway è anche possibile integrare il controllo dell'illuminazione nel sistema, ad es. tramite DALI. Con BACnet possono essere integrati numerosi partecipanti in più rispetto al KNX.

### 7.6.5 Interfacce radio

Oltre alle interfacce analogiche e digitali con collegamento via cavo si sono affermati, nel settore dell'illuminazione, tre interfacce radio: **Bluetooth, ZigBee e Z-Wave**.

Il controllo delle lampade avviene o tramite un'interfaccia radio integrata o tramite gateway, che comunica ad es. tramite DALI alla lampada. Poiché i protocolli radio sono concepiti in modo bidirezionale, è possibile sia l'invio alle apparecchiature che la ricezione dei dati e la loro lettura.

La frequenza della Z-wave è di 868MHz e raggiunge tuttavia raggi d'azione inferiore rispetto agli altri due protocolli per radio. Il numero dei prodotti già disponibili con Z-Wave ha raggiunto circa le 2.000 varianti.

Bluetooth e ZigBee comunicano a 2,4GHz. Ci sono circa 2.000 prodotti certificati ZigBee, che a seconda delle geometrie presenti negli edifici, possono coprire tra dieci e 75 m.

Mentre il Bluetooth consente una comunicazione diretta di Smartphone o Tablet con il dispositivo, per gli altri due è necessaria una centrale in forma di ponte o controller, che consente di implementare la comunicazione. Tutte e tre le interfacce radio operano come reti Mesh, consentendo così la messa in rete di più dispositivi e la trasmissione del segnale radio tramite i dispositivi nella rete.

Le interfacce radio si prestano in particolare nei casi di ristrutturazione, poiché è

possibile integrarle con poche spese negli edifici esistenti senza che debbano essere posati costosi cavi.

## 8 Progettazione con i sensori

### 8.1 Basi della progettazione

L'utilizzo di sensori nel campo dell'illuminazione offre un significativo valore aggiunto in fatto di efficienza, sicurezza, costi aziendali e comodità. Affinché questi vantaggi possano essere resi accessibili a utenti e gestori dell'edificio occorre fare attenzione ai punti seguenti, in fase di sviluppo di un progetto di costruzione:

- progettazione tecnica del controllo dell'illuminazione
- installazione secondo il progetto
- completa messa in funzione secondo il progetto
- funzionamento e manutenzione secondo le disposizioni del progetto

#### 8.1.1 progettazione del controllo dell'illuminazione

Per controllare utilmente l'illuminazione a fini di efficienza energetica, sicurezza e comodità, devono essere adattati numerosi aspetti in fase di pianificazione. È utile, a tal fine, muoversi in base al modello di progettazione «Luce nelle case» (Figura 35) con i tre pilastri luce diurna, lampade e controllo. Le esigenze che derivano da utilizzo e gestione ne costituiscono la base. Utenti e gestori saranno soddisfatti se i tre pilastri saranno progettati in modo coerente. Per riuscire a pianificare il controllo delle luci in base all'utilizzo desiderato si deve tenere in

considerazione quanto segue.

#### 8.1.1.1 Esigenze di utilizzo e gestione

Ad ogni progetto di illuminazione deve precedere la definizione di utilizzo degli spazi e delle esigenze di gestione. Per l'illuminazione dell'aula di una scuola sono pertanto centrali altri aspetti rispetto alla gestione di un magazzino a scaffalature. Da questi aspetti derivano le esigenze del controllo dell'illuminazione.



Figura 35: il modello di progettazione «Luce nelle case» soddisfa le esigenze di utilizzo e gestione con i tre pilastri luce diurna, lampade e controllo delle luci. Ciò conduce all'utilizzo desiderato relativamente ai fattori percezione, sicurezza, efficienza e costi.

Si è verificato, ad esempio, che nelle aule scolastiche, la soddisfazione degli utenti aumenta, se è possibile gestire manualmente la regolazione automatica della luce. Per le aule scolastiche, è consigliabile progettare sempre un pulsante per passare al

controllo manuale. Le conseguenze concrete per le applicazioni tipiche vengono elencate nel capitolo 9.

#### **8.1.1.2 Utilizzo luce diurna**

L'aspetto centrale di comodità e di efficienza è l'utilizzo possibilmente ottimizzato della luce diurna disponibile. Affinché i sensori del controllo dell'illuminazione possano utilizzare la luce diurna senza problemi, il luogo della misurazione della luce deve essere corretto e la logica dei controlli (graduazione/attivazione, valore di luminosità) adattata all'uso. Le conseguenze concrete per le applicazioni tipiche vengono elencate nel capitolo 9.

#### **8.1.1.3 Lampade e raggruppamenti di luce**

La corretta progettazione delle lampade e la suddivisione dei raggruppamenti di luce in base all'utilizzo rappresentano una premessa importante per specificare il controllo delle luci. Anche nella progettazione dell'illuminazione è ad esempio fondamentale che i raggruppamenti siano suddivisi in modo tale che sia possibile utilizzare la luce diurna in modo razionale. Le lampade vicino alle finestre possono essere raggruppate in gruppi da accendere o controllare quando la luce diurna disponibile non è sufficiente. Anche per questo caso vengono date altre spiegazioni nel capitolo 9 per casi tipici di utilizzo.

#### **8.1.1.4 Definizione dei parametri di controllo delle luci**

Dalle esigenze di utilità e gestione derivano, in base alla progettazione delle lampade e ai controlli, i parametri di controllo delle luci. L'effetto della regolazione costante della luce, pertanto, non può essere impostato se il valore soglia di luminosità è fissato in modo errato. I tipici parametri di regolazione sono descritti, per applicazione, nel capitolo 9.

#### **8.1.2 Determinazione della posizione corretta di montaggio o scelta delle caratteristiche**

La corretta posizione di montaggio, nell'installazione di sensori, ha un ruolo fondamentale per un funzionamento corretto. Si consiglia di effettuare, a tal proposito, la progettazione del sistema di sensori con l'aiuto di software. (Vedi il paragrafo 8.3).

A seconda delle necessità specifiche delle diverse applicazioni devono essere anche tenute in considerazione tipologie tipiche di movimento e/o particolari condizioni ambientali. Ne fanno parte ad es. la qualità delle pareti e i materiali della mobilia o di altri oggetti presenti nei vani da monitorare. Nella progettazione devono essere tenuti in considerazione anche specifici fattori di disturbo, quali le aperture per areazione o ventilatori.

Per le seguenti tecnologie, in fase di progettazione, devono essere tenuti in considera-

zione, in particolare, le seguenti circostanze:

**Tabella 11: punti importanti per la progettazione**

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Infrarossi passivi (PIR)</p> | <p>I movimenti da rilevare dovrebbero procedere tangenzialmente verso il sensore</p> <p>Prima del montaggio dovrebbe essere fatta attenzione agli oggetti che si muovono al vento</p> <p>Le fonti di calore, quali ad es. riscaldamento, impianti di condizionamento dell'aria e lampade dovrebbero essere evitati</p> |
| <p>Alta frequenza (HF)</p>      | <p>Dovrebbero essere applicati nella posizione più vicina possibile al centro delle pareti</p> <p>Le pareti o la mobilia metalliche possono riflettere con forza i raggi HF</p> <p>Vetro e pareti sottili sono penetrate</p>                                                                                           |
| <p>Ultrasuoni (US)</p>          | <p>Non devono per forza essere posizionati al centro dell'area</p> <p>Devono essere montati a distanza sufficiente da punti di areazione o da finestre aperte</p>                                                                                                                                                      |

Inoltre, un ruolo importante viene giocato dal tipo di montaggio desiderato ed, eventualmente, dall'altezza di montaggio fissata. Per le tecnologie a sensori è fondamentale che le altezze di montaggio consigliate dal produttore siano rispettate per poter coprire il raggio d'azione indicato. Anche i sensori concepiti per un montaggio a soffitto dovrebbero essere montati solamente all'altezza consigliata.

### 8.1.3 Installazione secondo il progetto

Durante la realizzazione del progetto di costruzione ci sono sempre modifiche rispetto alla progettazione. È importante, in questo

caso, che i parametri definiti nel progetto siano rispettati anche durante l'installazione. È pertanto di grande importanza che la qualità e le specificazioni tecniche dei sensori selezionati rispettino completamente le necessità del progetto. Ad esempio, una progettazione con sensori di presenza non serve a nulla se, successivamente, per motivi di costo saranno utilizzati sensori di movimento. Oppure se saranno scelti sensori in un'area di rilevazione non corrispondente ai requisiti del progetto. Per ulteriori informazioni sul tema sicurezza della progettazione vedi il paragrafo 8.2.

#### 8.1.4 Messa in funzione secondo il progetto

Solo una completa messa in funzione secondo le caratteristiche del progetto assicura il rispetto dei suoi requisiti. Occorre fare attenzione, in questi casi, che i tre pilastri, luce diurna, lampade e controllo, funzionino in modo conforme.

#### 8.1.5 Gestione secondo gli obiettivi

Un impianto di illuminazione, nella quotidianità, è efficace se viene utilizzato secondo gli scopi progettati. È di aiuto, in questi casi, che l'utente capisca, ad esempio, la logica del controllo delle luci. Ciò determina un maggior gradimento proprio laddove viene risparmiata energia. Un insegnante, in aula, presta maggiore attenzione al momento in cui spegnere le luci e le riaccenderà manualmente solo quando l'aula necessita effettivamente più luce.

Se un determinato spazio viene utilizzato in modo differente da come originariamente progettato, sarà appropriato verificare le nuove necessità che insorgono dalla conversione ed, eventualmente, effettuare la modifica dei parametri di controllo della luce oppure una nuova suddivisione dei raggruppamenti di luci.

### 8.2 Sicurezza della pianificazione con sensNORM

SensNORM è un raggruppamento di tutti i produttori rinomati di sensori di movimento

e di presenza. Lo scopo di questa organizzazione è quello di sviluppare e istituzionalizzare procedure di normazione e standardizzazione di sensori per la tecnologia degli edifici. Sono state stabilite procedure comuni sul modo in cui i sensori debbano essere misurati in modo verificabile. I sensori, dopo essere stati esaminati tutti alle medesime condizioni ambientali e con gli stessi procedimenti di misurazione, possono essere confrontati tra loro con certezza dai progettisti e il loro utilizzo negli edifici può essere pianificato in modo certo.



Figura 36: logo sensNORM

Attualmente sono stati registrati sensori PIR. In un futuro remoto la misurazione sarà resa possibile anche per i sensori a ultrasuoni e ad alta frequenza. Sono standardizzate tutte le condizioni ambientali, dalla temperatura del luogo all'umidità dell'aria, dall'altezza di montaggio fino alla qualità generale dello spazio monitorato. Sono standardizzati anche gli oggetti per la sperimentazione, che simulano le persone e, pertanto, devono essere rilevati.

Grazie a un modello unitario di un braccio umano e a un manichino simile all'essere umano come dimensioni, temperature e velocità medie, si assicurano risultati standardizzati anche dal lato del monitoraggio in movimento.

Come si procede, comunque, nello spazio di monitoraggio specificato da sensNORM? Per la misurazione delle rilevazioni tangenziali e radiali viene utilizzato un dummy installato su rotaie (Figura 37). Questi simula il corpo umano con una temperatura della testa di 35 °C e di 28 °C su corpo e gambe. Il dummy si muove in direzione del sensore a velocità definita. Il sensore viene ruotato leggermente per ogni nuova misurazione. Ne risulterà una curva polare (Figura 38).

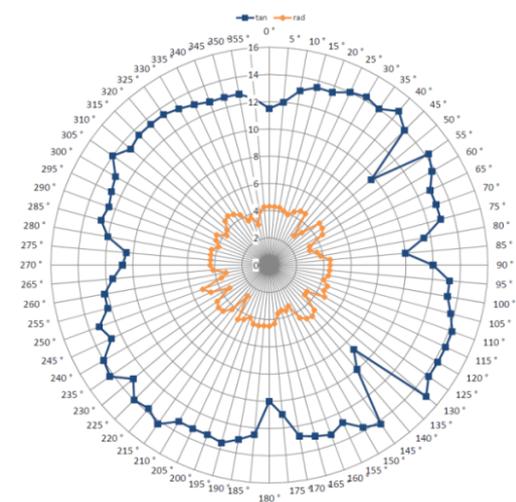


Figura 38: la curva polare riproduce i risultati delle misurazioni della rilevazione tangenziale (blu) e radiale (arancione) di un sensore a soffitto

Il sensore di presenza si dirige verso il braccio mobile di un dummy. Questi, con una temperatura di 35 °C, rappresenta l'avambraccio di una persona presente. Anche in questo caso i sensori, passando da misurazione a misurazione, ruotano leggermente ogni volta. Il modello del braccio viene mosso in ogni posizione di 90° verso l'alto e quindi verso il basso. Ne risulta una rappresentazione raster che riproduce esattamente l'area di rilevazione (Figura 40). I campi verdi con la cifra "1" visualizzano la rilevazione della presenza, quelli rossi con uno "0" le posizioni di non-rilevazione o non è stata in modo univoco.

La standardizzazione dei test consente di aumentare la sicurezza della pianificazione

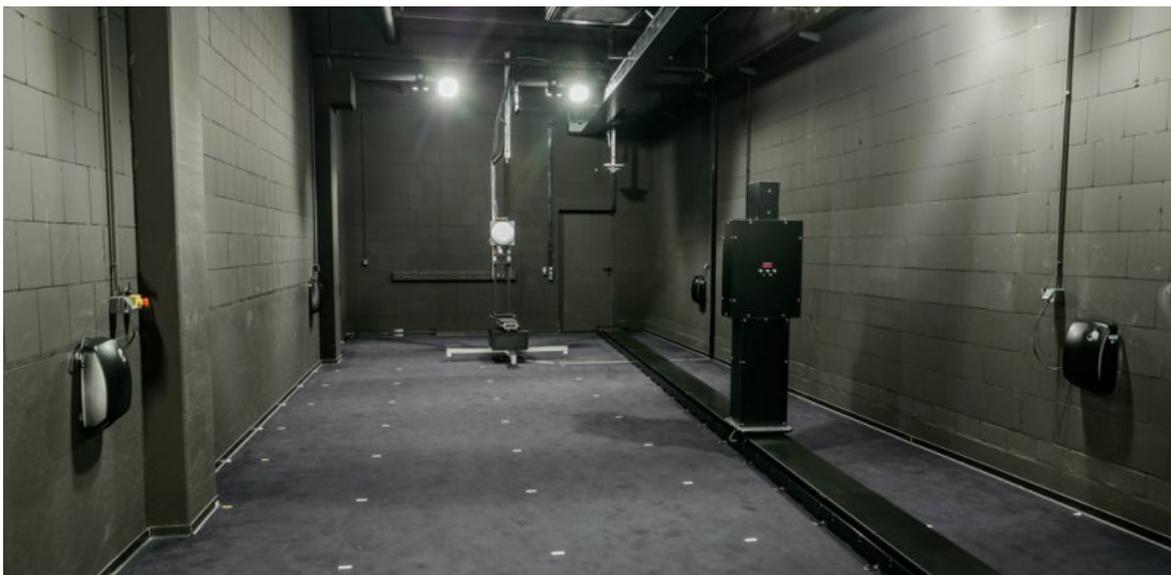


Figura 37: nello spazio misurabile viene misurato con un dummy standardizzato l'area di rilevazione di un sensore.

nell'utilizzo di sensori. I dati misurati tramite sensNORM offrono pertanto una base ideale per un utilizzo con un software di progettazione.

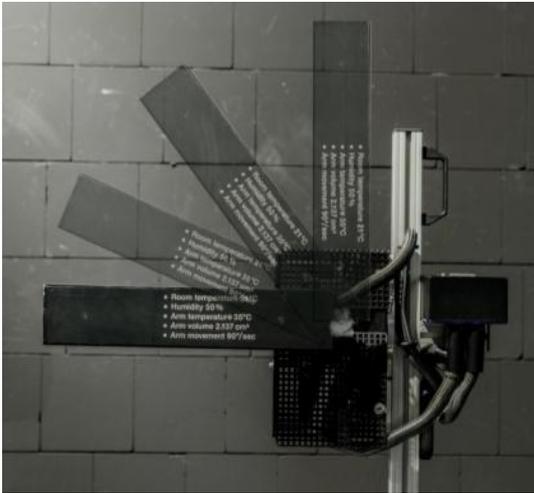


Figura 39: modello di braccio per la misurazione dell'area di presenza

|      | 8 | 7.5 | 7 | 6.5 | 6 | 5.5 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 | 7.5 | 8 |   |   |   |
|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|---|---|---|
| 8    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 |   |   |   |
| 7.5  | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 |   |   |
| 7    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 |   |
| 6.5  | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 |   |
| 6    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 |   |
| 5.5  | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5    | 1 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.5  | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.5  | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.5  | 0 | 1   | 1 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2    | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.5  | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1   | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1    | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5  | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0    | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -0.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1   | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2   | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -3   | 0 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -3.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -4   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 1   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -4.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -5   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -5.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -7   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -7.5 | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -8   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 40: valutazione, con rappresentazione raster, della misurazione della presenza di un sensore a soffitto. Le superfici verdi rappresentano le rilevazioni di presenza, mentre le superfici rosse segnalano l'assenza di riconoscimento di presenza.

### 8.3 Dati per il software di progettazione RELUX

Sul mercato esistono diversi software per la progettazione delle lampade. Alla progettazione di sensori si presta in modo particolare il software RELUX. RELUX, rispetto al software di progettazione DIALux, offre la possibilità di progettare oltre ai corpi illuminanti anche i sensori. Formati di file comuni sono rlx (Relux), rfa (Revit), dwg (AutoCAD), ldt (Eulum) e ies (IES).<sup>1</sup>

Molti produttori offrono sulla piattaforma online ReluxNet® un'ampia scelta di dati sui prodotti e sulla loro misurazione i quali possono essere scaricati ed impiegati per il calcolo. I plug-in specifici per il software del produttore supporteranno ulteriormente la scelta del sensore. Sono anche riconoscibili i dati identificati secondo le regole sensNORM perfettamente adatti per la progettazione.

I cosiddetti file Revit Family (rfa) consentono di collegarsi ai sistemi di Building-Information-Modeling (BIM). Oltre a una progettazione unitaria dell'edificio è così anche possibile amministrarne l'infrastruttura a lungo e interamente.

L'utilizzo dei dati ufficiali dei sensori nella progettazione di luci controllate da sensori offre un'elevata sicurezza di progettazione e semplifica la scelta di quello giusto.

<sup>1</sup> <https://relux.com/de/>

Nella Figura 42 viene posizionato un sensore PIR al centro di una stanza sul soffitto. La superficie gialla rappresenta l'area di rilevazione tangenziale, quella verde l'area radiale mentre quella più piccola, blu scura, visualizza l'area del sensore di presenza per la rilevazione di attività che sono svolte da seduti.

modo tale che lo stesso, dalla propria posizione, non possa compiere rilevazioni dietro al pilastro.

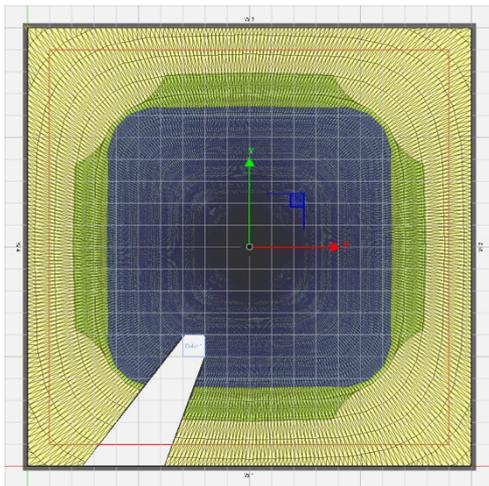


Figura 42: esempio di progettazione in RELUX con l'IR Quattro HD di STEINEL (vista dall'alto)

La Figura 41 evidenzia come il campo visivo del sensore sia schermato dal pilastro in

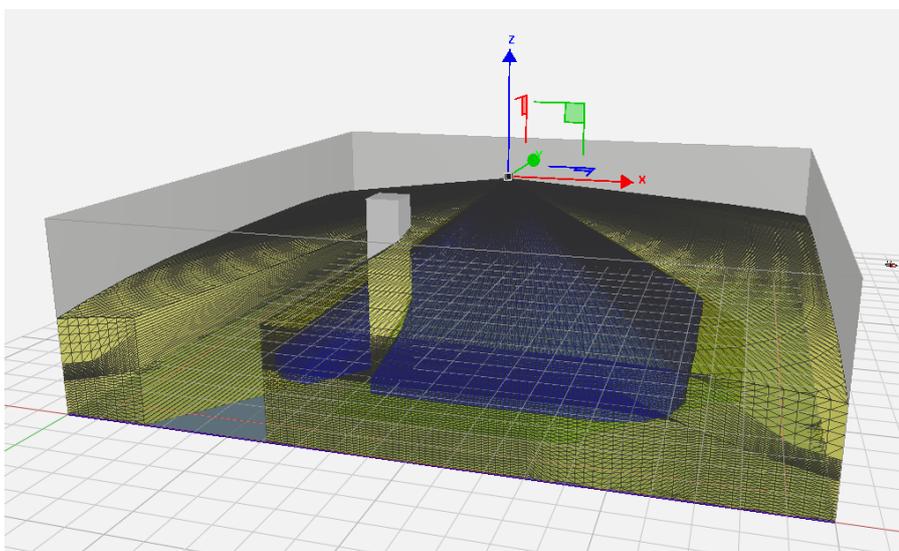


Figura 41: esempio di progettazione in RELUX con l'IR Quattro HD di STEINEL (vista laterale)

## 8.4 Suggerimenti per il controllo dell'illuminazione con sensori

Oltre a procedere secondo gli obiettivi nella progettazione, installazione e messa in fun-

zione, come sotto 8.1 descritto, alcuni suggerimenti e trucchi impediranno nella pratica esborsi maggiori e ridurranno effetti indesiderati.

### 8.4.1 Fonti di errore causati dalla rilevazione

| <b>Il sensore rileva troppo in ritardo</b>                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Limitazione dell'area di rilevazione determinata da finestre, pareti di vetro, mobilia, lampadari che pendono, installazioni su soffitto, tubi ad uso sanitario | Cambiare la posizione di sensori e mobilia o installare sensori in aggiunta                                                                                                                                                           |
| Non sono state tenute in considerazione le caratteristiche dei sensori                                                                                          | Il sensore scelto non copre l'area desiderata<br>Sensori PIR: i movimenti da rilevare dovrebbero procedere tangenzialmente verso il sensore                                                                                           |
| <b>Attivazioni non desiderate</b>                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nelle aree esterne sono causate da piante, auto ecc.                                                                                                            | Gli oggetti mossi dal vento e le aree che non devono essere rilevate possono essere oscurate in base alla posizione del sensore ovvero orientandone o coprendone la testa.                                                            |
| Sensore PIR in area interna                                                                                                                                     | Le fonti di calore, quali ad es. i termosifoni o gli impianti di condizionamento dell'aria e le lampade non dovrebbero trovarsi nell'area di rilevazione del sensore.                                                                 |
| Il sensore PIR è troppo vicino alla lampada                                                                                                                     | Modificando la radiazione termica delle lampade si possono determinare errori di attivazione (riaccensione dopo uno spegnimento). Limitando l'area di rilevazione o riposizionando lampade/sensore è possibile eliminare il problema. |
| Sensore HF in area interna                                                                                                                                      | Rileva in modo indesiderato movimenti ad es. in una stanza vicina. Il problema può essere superato limitando la rilevazione o riducendo la sensibilità.                                                                               |

### 8.4.2 Errori causati dalla misurazione della luce

**Il sensore si attiva / regola in modo non corretto**

Il sensore non si accende/spegne in presenza della luminosità richiesta

Per prima cosa deve essere esaminato il valore impostato di luminosità. In questo caso bisogna tenere in considerazione che il sensore esegue la misurazione della luce nel luogo di montaggio e che qui, pertanto, l'apporto di luce non sarà uguale a quello sulla superficie di lavoro o sul pavimento. (Vedi 4.2)

Ha nelle vicinanze raggruppamenti di luce controllati indipendentemente dal sensore

La luce accesa indipendentemente dal sensore influenza la misurazione della luce del sensore. Più essa è vicina e maggiore influenzerà la misurazione della luce del sensore. Il sensore, per poter misurare correttamente la luce, deve essere posizionato nello spazio in modo tale da poter ben rilevare la luce diurna disponibile e determinare con uguale esattezza la luce auto-controllata. (Vedi 4.3) Una distanza compresa di 0,5 - 1 si è rivelata buona nella maggior parte delle occasioni.

La distanza della lampada controllata rispetto al sensore è molto piccola

Se la luce propria influisce in modo eccessivo sul sensore, la misurazione della luce viene distorta. Il sensore, per questo motivo, non è in grado di misurare la luce in modo adeguato. Modificando la posizione del sensore il problema può essere risolto.

Più sensori di presenza sono collegati in parallelo

Come descritto successivamente 3.2.2, in caso di sensori di presenza, la misurazione della luce viene eseguita dai dispositivi master. Se sono collegati in parallelo due master, questi non possono misurare la luce in modo corretto. Può essere utilizzato solamente un master per raggruppamento di luci. Per ampliare l'area di rilevazione devono essere collegati slave al master.

### 8.4.3 Errori di installazione

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>In caso di installazione di un sensore con pulsante aggiuntivo, la luce rimane sempre accesa</p>            | <p>I pulsanti illuminati senza collegamento con conduttore neutro potrebbero "azionare" l'accesso al pulsante del sensore di movimento. Se si utilizzano, i pulsanti illuminati dovrebbero essere a collegamento con conduttore neutro.</p>                                                                                                                                                                                |
| <p>In caso di installazione di un sensore con pulsante aggiuntivo, la luce non si accende automaticamente.</p> | <p>I sensori di presenza possono operare sia in modalità completamente automatica che semiautomatica. La luce, in modalità semiautomatica, deve essere accesa manualmente e quindi si spegne automaticamente. Tuttavia, se si desidera che il movimento determini un'attivazione automatica, il sensore dovrà essere gestito in modalità completamente automatica. Il pulsante serve per passare al controllo manuale.</p> |
| <p>In caso di installazione master-slave la luce è accesa di continuo</p>                                      | <p>Questi apparecchi slave trasmettono, in caso di movimento riconosciuto, un segnale al master. Un segnale di errore tra master e slave (causato ad esempio da un sensore slave difettoso) può far tenere la luce sempre accesa. Qui deve essere identificata l'origine del segnale di errore.</p>                                                                                                                        |

## 9 Esempi di progettazione

È in corso di progettazione un nuovo capitolo con approfonditi esempi di progettazione in differenti settori di utilizzo che sarà aggiunto alla nuova versione della guida.

## 10 Indice delle tabelle

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Tabella 1: panoramica delle tecnologie a sensori.....              | 20 |
| Tabella 2: vantaggi e svantaggi delle tecnologie a sensori .....   | 29 |
| Tabella 3: campi di applicazione delle differenti tecnologie ..... | 32 |
| Tabella 4: forma dei sensori a soffitto .....                      | 36 |
| Tabella 5: forme dei sensori a parete .....                        | 37 |
| Tabella 6: forme dei sensori a incasso .....                       | 38 |
| Tabella 7: definizione 1° numero d'identificazione .....           | 39 |
| Tabella 8: definizione 2° numero d'identificazione .....           | 40 |
| Tabella 9: definizione tipo di protezione IK .....                 | 43 |
| Tabella 10: differenti varianti di controllo con DALI .....        | 48 |
| Tabella 11: punti importanti per la progettazione .....            | 53 |

## 11 Indice delle illustrazioni

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: il consumo di energia elettrica in Svizzera. Percentuale del consumo per l'illuminazione rispetto al consumo complessivo di energia di 58 TWh (2017). I costi dell'energia per produrre luce sono pari a 10 mrd. di Fr. .... | 7  |
| Figura 2: esistono sensori di movimento e di presenza con aree di rilevazione quadrate e circolari.....                                                                                                                                | 10 |
| Figura3: le lampade in rete controllano la luce in base ai bisogni e consentono, nel modo più semplice possibile, l'utilizzo di soluzioni per illuminare che ottimizzano energia e applicazioni .....                                  | 13 |
| Figura 4: il moderno controllo delle luci ne consente la riduzione .....                                                                                                                                                               | 13 |
| Figura 5: nel confronto è possibile verificare vantaggi e svantaggi dei differenti tipi di controllo delle luci ..                                                                                                                     | 14 |
| Figura 6: visualizzazione della rilevazione tangenziale e radiale di un sensore PIR .....                                                                                                                                              | 14 |
| Figura 7: la misurazione della luce nel sensore avviene sul soffitto. I rapporti di luce nel sensore, grazie alla riflessione della luce del giorno e artificiale, non sono i medesimi di un pavimento o di un tavolo. ....            | 17 |
| Figura 8: il fattore di correzione dello spazio riflette il rapporto tra la luce sul soffitto e la luce sulla superficie di lavoro. ....                                                                                               | 17 |
| Figura 9: misurazione della luce mista: il sensore di presenza misura la somma di luce artificiale e diurna e di conseguenza "ACCENDE" o "SPEGNE" la luce artificiale.....                                                             | 19 |
| Figura 10: regolazione luce costante: viene accesa solo la quantità di luce artificiale necessaria adattandola gradualmente .....                                                                                                      | 19 |
| Figura 11: rilevazione sensore a infrarossi passivi (PIR) .....                                                                                                                                                                        | 20 |
| Figura 12: rappresentazione schematica delle rilevazioni di un sensore a infrarossi .....                                                                                                                                              | 21 |
| Figura 13: l'aumento dell'altezza conduce ad un aumento dell'area di rilevazione e a una riduzione della sensibilità ....                                                                                                              | 21 |
| Figura 14: interno di un sensore PIR: sono visibili quattro sensori Pyro e la tipica struttura della lente .....                                                                                                                       | 23 |
| Figura 15: impostazione del campo di rilevazione con viti e clip di copertura. ....                                                                                                                                                    | 23 |
| Figura 16: un sensore HF ottimizzato per le rilevazioni nei corridoi .....                                                                                                                                                             | 24 |
| Figura 17: l'alta frequenza è in grado di fare rilevazioni anche attraverso pareti sottili .....                                                                                                                                       | 24 |
| Figura 18: il vero sensore di presenza - True Presence® di Steinel.....                                                                                                                                                                | 25 |
| Figura 19: gli ultrasuoni riempiono l'intero                                                                                                                                                                                           |    |

|                                                                                                                                                                                               |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| spazio e fanno rilevazioni anche intorno agli oggetti.....                                                                                                                                    | 26 | possono essere nascoste fonti di disturbo quali alberi o arbusti.....                                                                                                                                                                                                            | 35 |
| Figura 20: sensore con aperture per l'uscita di segnali a ultrasuoni.....                                                                                                                     | 26 | Figura 30: l'impostazione del valore di illuminazione ha luogo ad es. tramite potenziometro .....                                                                                                                                                                                | 45 |
| Figura 21: un sensore per immagini rileva l'immagine a infrarossi dell'area e l'analizza.....                                                                                                 | 27 | Figura 31: potenziometro per l'impostazione del ritardo di spegnimento.....                                                                                                                                                                                                      | 45 |
| Figura 22: i sensori a immagine consentono di contare le persone. ....                                                                                                                        | 27 | Figura 32: schema elettrico di un sensore di movimento con uscita relè .....                                                                                                                                                                                                     | 45 |
| Figura 23: il sensore PIR non rileva attraverso le pareti di vetro. Per questo motivo è particolarmente adatto per uffici con vetrate.....                                                    | 30 | Figura33: per il comando di impianti di riscaldamento/areazione è disponibile un relè a potenziale zero.....                                                                                                                                                                     | 45 |
| Figura 24: esempio di sensore per altezze di montaggio fino a 16 m con sistema di sensori per luci per la misurazione ottimale della luminosità. ....                                         | 31 | Figura 34: impostazione del ritardo di spegnimento di impianti di riscaldamento/areazione, da 30 minuti con ritardo di accensione .....                                                                                                                                          | 46 |
| Figura 25: impostazione del raggio d'azione dei sensori Pyro con il potenziometro .....                                                                                                       | 33 | Figura 35: il modello di progettazione «Luce nelle case» soddisfa le esigenze di utilizzo e gestione con i tre pilastri luce diurna, lampade e controllo delle luci. Ciò conduce all'utilizzo desiderato relativamente ai fattori percezione, sicurezza, efficienza e costi..... | 51 |
| Figura 26: esempio di aree di rilevazione della tecnologia HF in caso di montaggio su parete/soffitto .....                                                                                   | 33 | Figura 36: logo sensNORM .....                                                                                                                                                                                                                                                   | 54 |
| Figura 27: diagramma di rilevazione di un sensore di presenza a 360°.....                                                                                                                     | 34 | Figura 37: nello spazio misurabile viene misurato con un dummy standardizzato l'area di rilevazione di un sensore.....                                                                                                                                                           | 55 |
| Figura 28: le clip di copertura consentono di ridurre l'area di rilevazione di un sensore PIR. ....                                                                                           | 34 | Figura 38: la curva polare riproduce i risultati delle misurazioni della rilevazione tangenziale (blu) e radiale (arancione) di un sensore a soffitto ..                                                                                                                         | 55 |
| Figura 29: sensori di movimento quali il B.E.G. I Luxomat RC-plus 280 hanno più settori, il cui raggio d'azione può essere regolato autonomamente. Con l'aiuto di clip di copertura, inoltre, |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |

- Figura 39: modello di braccio per la  
misurazione dell'area di presenza ... 56
- Figura 40: valutazione, con  
rappresentazione raster, della  
misurazione della presenza di un  
sensore a soffitto. Le superfici verdi  
rappresentano le rilevazioni di  
presenza, mentre le superfici rosse  
segnalano l'assenza di riconoscimento  
di presenze..... 56
- Figura 41: esempio di progettazione in  
RELUX con l'IR Quattro HD di STEINEL  
(vista laterale) ..... 57
- Figura 42: esempio di progettazione in  
RELUX con l'IR Quattro HD di STEINEL  
(vista dall'alto)..... 57