

LIGHT AND WELLNESS

Applicazione del protocollo
WELL in ambito illuminotecnico

Francesa Angeleri

Tesi di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Clttà
Dipartimento di Architettura e Design
POLITECNICO DI TORINO



We were born of light. The seasons are felt through light. We only know the world as it is evoked by light, and from this comes the thought that material is spent light. To me, natural light is the only light because it has mood. It provides a ground of common agreement for man, it puts us in touch with the eternal. Natural light is the only light that makes architecture architecture...

Louis Khan

Tesi di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città

Dipartimento di Architettura e Design
POLITECNICO DI TORINO

Autrice: Francesca Angeleri

Relatrice: Anna Pellegrino

Correlatori: Gabriele Piccablotto, Elisa Sirombo

INDICE

Introduzione	4
Parte I	
1. Salute e benessere all'interno degli edifici: l'influenza dell'ambiente costruito	8
2. La nascita di nuovi protocolli di valutazione: il protocollo WELL	14
2.1 Introduzione a WELL	
2.2 Organizzazione e processo di certificazione	
2.3 Contenuti: i "Concepts"	
2.3.1 La verifica delle prestazioni: metodologie di misura in campo	
2.4 Il Concept LIGHT	
2.4.1 Metodologie di misura in campo	
2.5 Evoluzione del WELL Building Standard: da v1 a v2	
3. Esempi di progetti certificati	60
Parte II	
1. L'illuminazione del compito visivo	82
2. L'illuminazione e la percezione dell'ambiente	90
3. Luce, salute e benessere	94
3.1 Gli effetti non visivi della luce e i ritmi circadiani	
Parte III	
1. Caso studio: Toolbox Coworking	104
1.1 Il caso studio	
1.2 L'applicazione del protocollo WELL: verifica in esercizio e risultati di misura	
1.2.1 Feature 53 - Visual lighting design	
1.2.2 Feature 54 - Circadian lighting design	
1.2.3 Feature 55 - Electric light glare control	
1.2.4 Feature 56 - Solar glare control	
1.2.5 Feature 57 - Low-glare workstation design	
1.2.6 Feature 58 - Color quality	
1.2.7 Feature 59 - Surface design	

1.2.8 Feature 60 - Automated shading and dimming control	
1.2.9 Feature 61 - Right to light	
1.2.10 Feature 62 - Daylight modeling	
1.2.11 Feature 63 - Daylight fenestration	
1.2.12 Feature 64 - Interior fitness circulation (FITNESS)	
1.3 Conclusioni	
2. Analisi critica del protocollo	142
2.1 L'applicazione del protocollo WELL: progetto, esercizio, verifica	
2.2.1 Feature 53 - Visual lighting design	
2.2.2 Feature 54 - Circadian lighting design	
2.2.3 Feature 55 - Electric light glare control	
2.2.4 Feature 56 - Solar glare control	
2.2.5 Feature 57 - Low-glare workstation design	
2.2.6 Feature 58 - Color quality	
2.2.7 Feature 59 - Surface design	
2.2.8 Feature 60 - Automated shading and dimming control	
2.2.9 Feature 61 - Right to light	
2.2.10 Feature 62 - Daylight modeling	
2.2.11 Feature 63 - Daylight fenestration	
2.2.12 Feature 64 - Interior fitness circulation (FITNESS)	
2.2 Conclusioni	
Conclusioni generali	162
Bibliografia	164
Sitografia	166
Allegati	
Allegato A	172
Allegato B	238

Introduzione

Lo scopo di questa tesi è quello di provare ad applicare i requisiti illuminotecnici del WELL Building Standard ad un edificio esistente, in modo da riuscire ad analizzare in maniera critica il protocollo.

Questo nuovo protocollo di certificazione, nato nel 2014, è il primo standard per edifici, spazi interni e comunità che cerca di attuare, validare e misurare interventi che supportino e promuovano la salute e il benessere dell'uomo.

La prima versione del protocollo è formata da sette temi principali (concepts):

Air
Water
Nourishment
Light
Fitness
Comfort
Mind

Il concept che viene approfondito è quello che riguarda la luce: Light.

La tesi si divide in tre parti.

Nella prima parte viene spiegato nei dettagli il protocollo WELL e i suoi Concept, in particolare il concept Light, come questi devono essere applicati, le metodologie di misura in campo e, alla fine, viene fatto un confronto tra la prima e la seconda versione, uscita come versione pilota nel 2018.

La seconda parte riguarda la luce dal punto di vista normativo e degli strumenti di misura normalmente utilizzati, e affronta l'argomento della luce circadiana, tema completamente nuovo all'interno di un protocollo di certificazione. Esistono, infatti, effetti visivi e non visivi della luce, ovvero non formanti immagini, sugli esseri umani, i quali sono legati alla percezione delle caratteristiche qualitative della luce, e non alla percezione spaziale dell'ambiente. Questi effetti sono legati ad alcuni elementi fondamentali per il nostro organismo: il ciclo sonno-veglia, la variazione del battito cardiaco, della temperatura corporea, la pressione sanguigna, la secrezione della melatonina, del cortisolo e di altri ormoni. Tutti questi elementi vengono chiamati "ritmi circadiani": il tempo, l'intensità della luce, lo spettro luminoso, la durata dell'esposizione, il tipo di luce ricevuta dall'occhio e la sua storia precedente sono i principali fattori che determinano la sincronizzazione di questi ritmi. Essi sono particolarmente importanti per quanto riguarda la prestazione degli impiegati sul luogo di lavoro: una persona sarà più propensa a svolgere un buon lavoro se il suo sonno è regolare, se è più allegra e se è in salute.

La terza parte riguarda l'applicazione del concept Light del protocollo WELL ad un caso studio esistente: Toolbox Coworking, un ex edificio industriale di circa 4500 m² situato a Torino nei pressi della ferrovia, ristrutturato negli anni Settanta, al cui interno sono presenti diversi ambienti di lavoro come coworking, uffici tradizionali, spazi per convegni, salottini, ecc. Esso infatti è concepito come un incubatore pensato per una nuova generazione di professionisti e derivato da un'ibridazione tra i tradizionali spazi di lavoro europei e il modello americano di open space.

All'interno di questo edificio sono stati scelti otto ambienti per effettuare le misurazioni richieste dal protocollo, sono stati riportati tutti i risultati ottenuti e analizzata in maniera critica l'applicazione dei requisiti. L'analisi critica presente mette in luce tutti gli aspetti più "negativi" presenti all'interno del protocollo, i quali non emergono dal principio, ma solo dopo la sua applicazione in campo, la quale è risultata essere abbastanza difficoltosa, sia da un punto di vista dell'applicazione dei requisiti sia dal punto di vista della loro comprensione, per la quale, spesso, si è mostrata necessaria un'interpretazione personale.

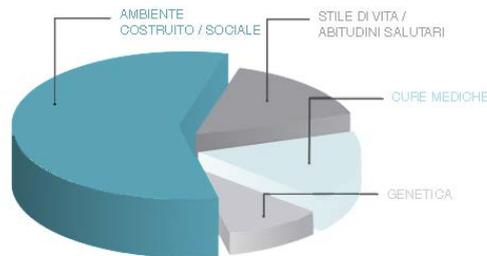
Parte I

Salute e benessere all'interno degli edifici:
il protocollo WELL

1. Salute e benessere all'interno degli edifici. L'influenza dell'ambiente costruito

Sono necessari approcci globali e interdisciplinari per affrontare i complessi problemi della salute e del benessere; i fattori ambientali che influenzano la salute e la produttività quotidiana sono molteplici e spesso sono proprio le interazioni tra più fattori che contano. Un numero crescente di ricerche supporta queste affermazioni, ma l'applicazione pratica delle stesse risulta ad oggi scarsa o parziale. Bisogna quindi attingere da più discipline diverse di carattere scientifico per poter fare qualcosa di concreto per gli ambienti in cui viviamo e lavoriamo ogni giorno.

Quali sono gli aspetti che influenzano maggiormente la nostra salute?



Già nel 1700 John Soan aveva capito come costruire un edificio per uffici (The Bank of England, 1732) che contenesse al suo interno specifici accorgimenti in grado di migliorare il benessere e la salute dei lavoratori. A tal fine, Soan introdusse nel progetto un allestimento ottimale: lucernari per un miglior illuminamento naturale degli ambienti, un'illuminazione a gas per permettere di lavorare agevolmente anche con il buio, nonché i primi sistemi di riscaldamento per migliorare le condizioni di comfort termico degli impiegati. Questa attenzione però non è stata trasmessa a coloro che questi edifici li gestiscono e non è andata crescendo negli anni, nonostante moltissime aziende nel mondo sostengano di occuparsi del benessere dei loro impiegati.

Mentre la maggior parte delle organizzazioni investe nel "well-ness", poche investono nel "well-being"; nella lingua italiana la traduzione di queste due parole ha lo stesso significato, ovvero "benessere", ma in quella inglese si sta iniziando ad osservare un'evoluzione in cui il "wellness" è fermamente associato alla salute e alla prevenzione, mentre il "wellbeing" diventa più associato alla felicità. Il benessere costituisce un prossimo settore di investimento piuttosto remunerativo: se si vuole aumentare la produttività della propria società è fondamentale investire sulle persone che la compongono.

Come le risorse del nostro pianeta, le risorse umane non sono infinite e nemmeno abbondanti; ad esempio, il talento è una qualità sempre più rara e difficile da trovare. Sulla scia della Grande Recessione, i lavoratori sono oggi sempre più stanchi e stressati. Chiedere ai propri dipendenti di aumentare costantemente la produttività dando loro sempre di meno potrebbe essere stata una buona strategia di sopravvivenza negli ultimi anni, ma oggi questo sistema non è né sostenibile né vantaggioso per l'interesse dell'organizzazione nel medio-lungo termine. Un dipendente che non è soddisfatto della propria condizione lavorativa sarà meno invogliato a svolgere i suoi compiti, a trattare con i clienti, con i colleghi e con le altre persone, e questo darà vita ad una serie di reazioni a catena che potrebbero generare l'insoddisfazione dei clienti stessi con conseguente riduzione del valore azionario.

Le persone costano molto più degli edifici, e sono molto più preziose: infatti, sono i dipendenti a creare valore, non le macchine, le scrivanie che occupano o la tecnologia che usano.

Purtroppo, gran parte di quella che è stata definita "strategia di lavoro" nell'ultimo periodo si è concentrata maggiormente sul taglio dei costi piuttosto che sul sostegno delle persone, con evidenti conseguenze negative per queste ultime. La ricerca dimostra che i dipendenti felici, in salute e impegnati producono di più e costano meno. I luoghi, i processi e le pratiche di lavoro di un'organizzazione comprendono un ecosistema che ha il potenziale per migliorare il benessere dei dipendenti e, quindi, le prestazioni degli

stessi.

Dal 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha definito la salute come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia o infermità".

Il costo diretto delle cattive condizioni di salute è stimato a circa il 15% delle buste paga, ma il costo del presenteismo, ovvero "essere fisicamente sul posto di lavoro" ma con una bassa produttività a causa di uno scarso benessere, costa in realtà alle organizzazioni ancor più dell'assenteismo. Diversi studi, condotti da organizzazioni tra cui Harvard Business Review, World Economic Forum e American Journal of Health Promotion, hanno mostrato un ritorno sull'investimento di programmi di benessere tra il 144% e il 3000%.

Il benessere dei lavoratori può essere valutato sia da un punto di vista fisico sia mentale. Infatti, come già detto in precedenza, l'ambiente costruito può influire sulla salute dei suoi occupanti, e provocare in certi casi disturbi più o meno gravi come mal di testa, mal di schiena, sforzi oculari, irritazioni cutanee, affaticamento, infezioni, disturbi respiratori e anche problemi cardiovascolari. Per quanto riguarda la salute mentale, invece, un luogo di lavoro non adatto può generare stress e depressione, tutti fattori che influiscono negativamente sulla produttività e sull'ambiente lavorativo, con inevitabili conseguenze di carattere economico, che vanno dall'assenteismo/presenzialismo, all'avvicendamento o mantenimento dello staff, al calo dei fatturati, alle maggiori spese mediche, fino alla perdita di efficienza ed al mancato rispetto delle scadenze.

Le prestazioni e i compiti da svolgere riescono sicuramente meglio in un ambiente sano; ciò rende le persone più consapevoli della loro salute e le ispira a vivere meglio anche a casa. Questo può essere raggiunto introducendo una serie di cambiamenti: un maggior numero di verde negli spazi, con più piante sul luogo di lavoro; progettando un'illuminazione corretta, come la luce circadiana, in grado di stimolare tutti quegli effetti non visivi che sono salutari per l'uomo; promuovendo un'alimentazione più sana, che preveda migliori alternative agli zuccheri e alla caffeina; garantendo l'equilibrio mentale dei propri dipendenti, attraverso la meditazione, lo yoga, power naps e massaggi sul luogo di lavoro; incentivando l'esercizio fisico. Tutti questi accorgimenti migliorano sensibilmente le prestazioni degli impiegati, l'energia, l'umore e soprattutto la salute.

Un metodo per visualizzare una gerarchia dei bisogni dei dipendenti è la piramide di Maslow¹, formata da cinque strati (a partire da quello più in basso):

- bisogno fisiologico (bisogni primari, salute fisica e comfort)
- sicurezza (protezione e stabilità)
- appartenenza (relazioni, bisogni sociali, lavoro in team)
- stima (autostima, rispetto, riconoscimento sociale)
- realizzazione (conquista della sicurezza di sé, l'"empowerment", scopo e significato)



¹ Tra il 1943 e il 1954 lo psicologo statunitense Abraham Maslow concepì il concetto di "Hierarchy of Needs" (gerarchia dei bisogni o necessità) e la divulgò nel libro *Motivation and Personality* del 1954.

Applicare questa gerarchia nei luoghi di lavoro può essere, senza dubbio, un metodo efficace per aumentare il "wellbeing" degli impiegati, avendo quindi un ritorno economico importante, grazie all'aumento della loro produttività.

I tradizionali sistemi di assistenza sanitaria si concentrano principalmente sulla cura della salute dopo che le persone sono già ammalate. Con l'aumento dei costi e l'aumento del carico di malattie croniche come il diabete, le malattie cardiovascolari e il cancro, le persone stanno iniziando ad avere approcci alla vita sempre più simili a quelli della cultura orientale (cercando di vivere in maniera più salutare), oltre ad adottare uno stile di vita più sano e a dare una maggiore importanza al ruolo della prevenzione. Le sfaccettature del nostro ambiente interagiscono con fattori personali, genetici e comportamentali per modellare la nostra salute e il benessere generale. Molti comportamenti sono dettati inconsciamente da spunti esterni, quindi le interazioni tra gli esseri umani e l'ambiente costruito determinano non solo la nostra salute fisica, ma anche il nostro comportamento.

Un modo per descrivere la salute ed il benessere consiste nello scomporre, semplificando, il corpo umano nei suoi differenti apparati, per poter comprendere quali specifici fattori influenzano un determinato sistema e quali accorgimenti si possono utilizzare per prevenire ed evitare malattie o disagi, soprattutto all'interno degli ambienti che abitiamo.

Sistema cardiovascolare

Il sistema cardiovascolare è costituito da cuore, vasi sanguigni e sangue. La sua funzione primaria è di fornire nutrienti e rimuovere i rifiuti dai tessuti del corpo. Tuttavia, lo stress, le diete malsane, le scelte di vita e l'esposizione agli inquinanti ambientali possono avere un impatto negativo su di esso e portare allo sviluppo di malattie croniche che riducono la qualità della vita.

Attraverso una dieta più sana e uno stile di vita attivo, è possibile controllare il peso corporeo e rafforzare i muscoli del cuore. Un altro esempio per garantire la salute cardiovascolare è l'eliminazione di inquinanti ambientali nell'aria, come fumo di sigarette e VOC (Composti Organici Volatili), che danneggiano direttamente il cuore e i vasi sanguigni.



Apparato digerente

L'apparato digerente è costituito da bocca, esofago, stomaco, intestino tenue, intestino crasso e dagli organi ausiliari (fegato e pancreas) che producono ormoni ed enzimi digestivi. Questo complesso sistema è responsabile della disgregazione, dell'assorbimento e dell'assimilazione dei nutrienti. Inoltre, l'intestino è il più grande serbatoio di batteri del corpo umano, i quali aiutano la digestione e svolgono un ruolo importante per le difese immunitarie. Queste funzioni possono essere compromesse da cattive abitudini alimentari e stress, nonché da microbi e inquinanti ambientali presenti negli alimenti che mangiamo e nelle superfici che tocchiamo.

Bisogna quindi supportare interventi in grado di ridurre i fattori che influiscono negativamente sulla salute di questo apparato. Pertanto, le caratteristiche di comfort all'interno degli ambienti, come un design ergonomico fisico e visivo, i sistemi che riducono il rumore esterno e interno e tutti gli accorgimenti volti a mitigare lo stress, devono essere opportunamente progettati, poiché sono in grado di influenzare la salute e la funzionalità del microbioma. Inoltre, diete adeguate aiutano a limitare il consumo di alimenti e sostanze che causano disagi per la digestione e reazioni allergiche, mentre il trattamento delle superfici assicura che i microbi e le tossine non entrino nel nostro sistema digerente attraverso i nostri alimenti.



Sistema endocrino

Il sistema endocrino è costituito da ghiandole che secernono ormoni, composti chimici che regolano molti processi importanti tra cui crescita, immunità, metabolismo, riproduzione, umore e digestione.

Purtroppo, lo stress, gli inquinanti ambientali e molti degli alimenti e dei prodotti che esistono al

giorno d'oggi contengono sostanze chimiche che disturbano le funzioni del sistema endocrino e possono causare problemi di salute.

Bisogna quindi mitigare o eliminare l'esposizione a perturbatori del sistema endocrino potenzialmente dannosi. Attraverso un'alimentazione più controllata, che preveda l'assunzione di cibi non raffinati ed una maggiore attenzione alla presenza di contaminanti e ingredienti artificiali, si riduce l'assunzione di composti che imitano gli ormoni e alterano la corretta regolazione endocrina. Inoltre, l'eliminazione degli inquinanti ambientali impedisce l'esposizione a tossine e composti che interferiscono con la regolazione endocrina di molte funzioni del corpo umano.

Sistema immunitario

Il sistema immunitario è un complesso sistema di cellule altamente specializzate, proteine, tessuti e organi che costituiscono la difesa del corpo contro agenti patogeni interni ed esterni. Questo sistema può essere influenzato negativamente dall'effetto cumulativo di tossine, insonnia, alimentazione e sforzi eccessivi. L'incapacità di mantenere il suo corretto funzionamento può aumentare l'incidenza di infezioni da agenti patogeni batterici e virali e contribuire allo sviluppo di patologie croniche come l'artrite, il diabete, malattie cardiovascolari o respiratorie e persino il cancro.

In questo senso, l'uso di materiali non tossici limita l'esposizione a sostanze chimiche che indeboliscono le funzioni immunitarie. Ad esempio, i sistemi di filtraggio dell'acqua e dell'aria riducono l'esposizione agli agenti patogeni e agli allergeni batterici e virali. Inoltre, anche in questo caso la riduzione dello stress, un'alimentazione corretta e l'attività fisica aiutano a rafforzare il sistema immunitario.

Apparato tegumentario

La pelle, i capelli e le unghie formano lo strato esterno del corpo, cioè il sistema tegumentario. Funziona per proteggere gli organi interni dagli impatti, previene la perdita d'acqua, regola la temperatura corporea e protegge il corpo da agenti patogeni esterni e tossine dannose. La pelle è anche l'ospite di una grande comunità di microrganismi simbiotici che producono uno strato idratante e aiutano le funzioni immunitarie.

Per garantire la salute, è indispensabile preservare questo sistema, poiché esso fornisce la prima linea di difesa contro lesioni e/o infezioni. Inoltre, è bene fare in modo che all'interno dei materiali da costruzione non siano presenti tossine che potrebbero essere dannose se assorbite attraverso gli strati più esterni del corpo.

Sistema muscolare

Il sistema muscolare umano è composto da muscolo scheletrico, muscolo liscio e muscolo cardiaco. Esso supporta la postura, il movimento, la circolazione sanguigna e la digestione ed è responsabile della generazione di calore attraverso le contrazioni muscolari. Una dieta equilibrata e una buona attività fisica influenzano notevolmente la salute di questo sistema, in quanto assicurano che i muscoli ricevano nutrienti adeguati per il loro corretto sviluppo e funzionalità.

Per ridurre la sedentarietà ed incoraggiare l'attività fisica ed uno stile di vita attivo per gli impiegati che lavorano all'interno di un luogo chiuso, occorre utilizzare alcuni accorgimenti nella progettazione che portino gli utenti a muoversi spesso. A tal fine possono essere proposti alcuni programmi che incoraggino l'attività fisica, adottando per esempio un design esterno adeguato a questo scopo, possibilmente provvisto di spazi dedicati al fitness e attrezzi ginnici. Un altro esempio per favorire la salute fisica dei propri dipendenti può essere l'utilizzo di un arredamento che sia ergonomico (scrivanie che si alzano e abbassano per permettere di lavorare sia in piedi sia seduti) per ridurre lo stress e le tensioni muscolari.



Sistema nervoso

Il sistema nervoso comprende il sistema nervoso centrale, costituito da cervello e midollo spinale, e il sistema nervoso periferico, composto dai nervi. Esso è direttamente e indirettamente responsabile del controllo di quasi tutti i processi corporei, inclusi il movimento, i processi cognitivi e il mantenimento delle funzioni degli organi vitali.

Le funzioni neurologiche e cognitive, soprattutto sul luogo di lavoro, hanno la massima importanza, ed è fondamentale sostenerle. Devono quindi essere impiegate misure per limitare l'esposizione alle tossine ambientali nell'aria e nell'acqua, incoraggiare diete bilanciate e livelli ottimali di attività fisica, migliorare la qualità del sonno e mitigare lo stress attraverso l'implementazione di varie misure di comfort.



Apparato riproduttivo

Il sistema riproduttivo è formato da ghiandole che secernono ormoni nel cervello e negli organi riproduttivi. Un mancato mantenimento della corretta salute dell'apparato riproduttivo può avere conseguenze negative non solo sulla salute di quest'ultimo, ma anche in senso generale su tutto il corpo umano.

Una corretta dieta ed esercizio fisico sono due fattori importanti per salvaguardare la salute di questo apparato; questi sono integrati da strategie ergonomiche e di prevenzione delle tossine.



Apparato respiratorio

L'apparato respiratorio comprende la bocca, il naso, il diaframma, la trachea e le vie respiratorie che raggiungono in profondità i polmoni. Esso lavora in coppia con il sistema circolatorio per fornire ossigeno e rimuovere l'anidride carbonica dai tessuti corporei.

Per garantire una funzione ottimale del sistema respiratorio occorre migliorare la qualità dell'aria che respiriamo, limitando l'esposizione a muffe e microbi e fornendo opportunità per una migliore forma fisica. L'eliminazione dei VOC (Composti Organici Volatili) e del particolato dall'aria nell'ambiente aiuta a prevenire un danno diretto ai polmoni; la mitigazione di muffe e microbi riduce l'incidenza di infezioni e reazioni allergiche. Accorgimenti che invitino all'attività fisica aiutano a migliorare la funzionalità polmonare e la forza complessiva dell'apparato respiratorio.



Sistema scheletrico

Il sistema scheletrico fornisce supporto e movimento, protegge gli organi interni dagli impatti, immagazzina minerali, produce globuli rossi e aiuta nella regolazione ormonale. Analogamente al sistema muscolare, cui è strettamente correlato, la salute scheletrica è fortemente influenzata da una corretta alimentazione e da adeguati livelli di attività fisica.

Per ottenere la salute e mantenere le funzionalità di questo sistema è utile ricorrere ad elementi di arredo che abbiano un design ergonomico in grado di migliorare la postura e l'allineamento e limitare lo stress fisico. Inoltre, anche in questo caso, l'attività fisica e un'alimentazione corretta sono fondamentali per rafforzare il sistema e permettere il suo corretto funzionamento.



Apparato urinario

L'apparato urinario è costituito da reni, ureteri, vescica e uretra. Esso svolge una serie di funzioni, tra cui la filtrazione delle tossine, l'equilibrio del pH del sangue e degli elettroliti, il mantenimento della pressione arteriosa e l'eliminazione dei rifiuti attraverso l'urina. I reni sono organi sensibili che possono essere danneggiati dall'esposizione a tossine, dall'ipertensione cronica e da quantità eccessive di alcol o farmaci.

Per sostenere la salute delle vie urinarie bisogna ridurre lo stress e l'esposizione a tossine e ad agenti patogeni responsabili delle infezioni e altri problemi potenzialmente gravi.



2.La nascita di nuovi protocolli di valutazione: il protocollo WELL

2.1 Introduzione a WELL

“Che cos'è WELL?” In molti potrebbero farsi questa domanda dal momento che, ad oggi, è un protocollo di valutazione ancora nuovo e molto poco conosciuto sia nell'ambito dell'architettura, sia da un punto di vista più generale.

“Come esseri umani siamo sempre stati fortemente dipendenti dall'ambiente che ci circonda, per nutrirci e sostenerci. Ci alziamo con il sole, mangiamo grazie alla terra, costruiamo luoghi in cui rifugiarci e abitare grazie alle pietre e agli alberi. Abbiamo bisogno di acqua, luce e aria per sopravvivere, ma ci serve acqua potabile, aria pura e buona luce per vivere bene.

Costruiamo strutture per proteggerci, dalla natura e dai fenomeni che la riguardano, e spendiamo la maggior parte del nostro tempo all'interno di esse (circa il 90%). Questi edifici sono progettati per tenerci al sicuro e proteggerci, ma molti dei luoghi in cui trascorriamo il nostro tempo interferiscono anche con la nostra salute, ponendo un grado di separazione tra noi e ciò che ci ha sempre tenuti in vita. La natura si è presa cura di noi per lungo tempo: con una giusta e mirata progettazione, i nostri edifici possono fare lo stesso”¹.

Fin dal principio lo sviluppo di sistemi di valutazione della sostenibilità è stato affiancato dallo sviluppo del processo di certificazione. La certificazione è una dichiarazione di qualità di un prodotto/servizio rilasciata da un soggetto terzo.

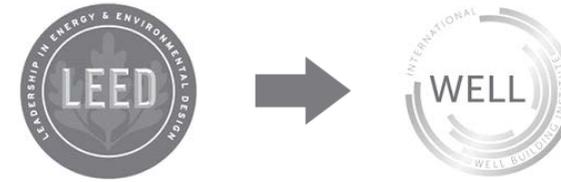
Uno dei protocolli di certificazione più utilizzati negli ultimi vent'anni è, senza dubbio, il protocollo LEED, che conta circa 1,85 milioni di m² certificati. I suoi obiettivi sono quelli di ridurre ciò che contribuisce ai cambiamenti climatici, migliorare la salute umana, proteggere e risanare le risorse d'acqua, proteggere e migliorare la biodiversità e i servizi dell'ecosistema, promuovere un riciclo dei materiali sostenibile e rigenerativo, costruire un'economia “green” e, infine, migliorare la qualità della vita della comunità.

Se fino a poco tempo fa l'interesse era incentrato quasi solamente sull'impatto che un edificio ha sull'ambiente, come dimostrano gli obiettivi di cui si parla sopra, oggi si sta dando sempre maggiore importanza all'uomo e a come esso viva all'interno degli edifici, spostando quindi l'attenzione dall'esterno all'interno, senza però trascurare quegli aspetti fondamentali per la sostenibilità ambientale.

Lanciato nell'ottobre 2014 dopo sei anni di ricerca e sviluppo, WELL è il primo standard per edifici, spazi interni e comunità che cerca di attuare, validare e misurare interventi che supportino e promuovano la salute e il benessere dell'uomo. È un sistema di rating sviluppato da DELOS LCC, gestito da IWBI (International Well Building Institute) ed è certificato da terze parti attraverso la collaborazione di IWBI con GBCI (Green Business Certification Inc.), l'ente di certificazione per il LEED Green Building Rating System.

WELL è stato sviluppato integrando la ricerca scientifica e medica e la letteratura sulla salute ambientale, i fattori comportamentali, gli esiti sanitari e fattori di rischio demografico che influenzano la salute umana con le principali pratiche di progettazione e gestione. Si riferisce anche a standard esistenti e linee guida sulle migliori pratiche stabilite da organizzazioni governative e professionali. Fornisce un percorso per integrare e misurare i temi della salute umana e del benessere nella progettazione, costruzione e gestione di edifici. Considera l'ambiente costruito come un “mezzo” per garantire condizioni di salute e benessere per gli utenti.

Il fatto di concentrarsi maggiormente su questi aspetti però, non significa dimenticare i temi legati alla sostenibilità dell'ambiente. La salute dell'uomo dipende indissolubilmente dalla salute ambientale e WELL è progettato per funzionare in armonia con i principali standard di bioedilizia. I progetti sono incoraggiati e incentivati a perseguire due certificazioni, secondo gli standard WELL e Green Building.



Il WELL Building Standard è caratterizzato da parametri prestazionali, strategie di progettazione e politiche che possono essere implementati da proprietari, progettisti, ingegneri, appaltatori, utenti e operatori di un edificio. Un fattore interessante è proprio la possibilità di interagire con il protocollo da parte degli utenti, i quali possono gestire quasi in maniera autonoma il loro spazio.

Gli spazi certificati WELL possono portare ad avere un ambiente costruito che aiuti a migliorare l'alimentazione, l'umore, l'esercizio fisico, il comfort, il sonno e le prestazioni dei suoi occupanti. Questi risultati possono essere raggiunti implementando strategie, programmi e tecnologie appositamente progettate per incoraggiare uno stile di vita salutare e riducendo l'esposizione degli utenti a prodotti chimici nocivi e inquinanti.

Dopo aver applicato questi accorgimenti, i risultati di studi pilota condotti dal CBRE dimostrano un netto incremento della produttività e della creatività sul lavoro, +32,2% per la prima e +21,36% per la seconda, passando da uffici definiti precedentemente come “ottimali” ad “eccellenti”.

Ad oggi, in Europa, si contano 15 progetti certificati WELL, mentre dal 2015 al 2018 i progetti registrati sono cresciuti da 7 a 241, e nel mondo se ne contano 1120 (135 certificati e 985 registrati), con un totale di circa 100 mila m² certificati.

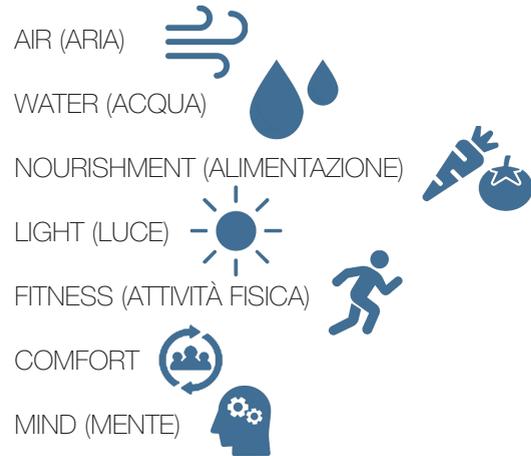
Questi dati dimostrano come, nonostante il suo sviluppo negli ultimi cinque anni, il tema del WELL e della salute e del benessere degli individui all'interno degli edifici non sia ancora sufficientemente conosciuto a livello mondiale, e tanto meno a livello europeo e in Italia, dove ad oggi è presente un solo edificio certificato.

¹ Traduzione dell'introduzione alla versione 2 del protocollo (WELL v2, *The next version of the WELL Building Standard*, International WELL Building Institute, 2018, pag. 1).

2.2 Organizzazione e processo di certificazione

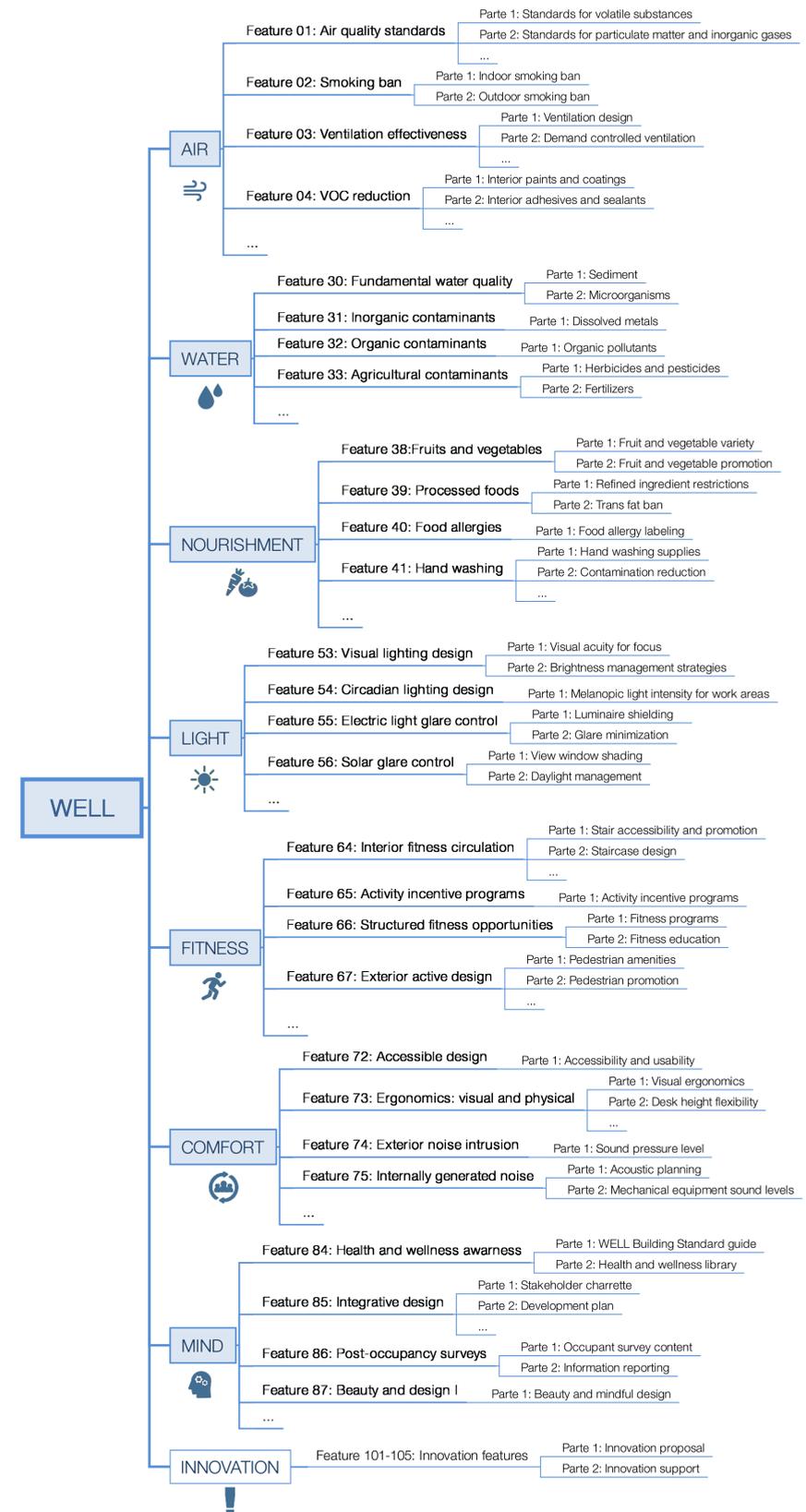
I CONCEPTS

Il WELL Building Standard è organizzato in sette categorie di “wellness” chiamate *Concepts*:



Il protocollo introduce un Concept a parte, che si distacca dagli altri, ovvero il concept INNOVATION (INNOVAZIONE); esso è rivolto a promuovere la continua evoluzione dello standard.

Questi sette Concept sono formati da 100 features, ognuna delle quali ha lo scopo di affrontare aspetti specifici della salute, del comfort e della conoscenza degli utenti ed è divisa a sua volta in varie parti, che sono spesso adattate ad un'area specifica dell'edificio. Questo significa che, a seconda della tipologia di edificio, possono essere applicabili solo alcune parti di una determinata feature. All'interno di ciascuna parte vi sono uno o più requisiti, che impongono parametri o metriche specifiche che devono essere soddisfatte. Quindi, affinché un progetto possa ricevere crediti per una feature, devono essere soddisfatte tutte le specifiche che sono applicabili alle parti che la compongono.



LE FEATURES

Il WELL Building Standard introduce metriche quantitative e qualitative nella valutazione della sostenibilità di un edificio, rispetto ai temi del benessere, lungo l'intero processo edilizio. Le features possono essere di diverse tipologie: alcune legate alla parte progettuale, altre alla costruzione, altre ancora alla gestione dell'edificio.

Nel momento in cui un progetto intraprende la strada per la certificazione, in base all'edificio che si vuole certificare, alcune features potranno essere raggiunte e altre no; se, ad esempio, si tratta di un edificio esistente, si potrà difficilmente intervenire per raggiungere quelle features che riguardano la struttura, ma si potrà fare in modo di arrivare ad ottenere quelle che riguardano la gestione dell'edificio e, se necessario, si potranno avanzare delle ipotesi progettuali. Infatti, per quanto riguarda il design, il protocollo attua una promozione di strategie progettuali per il sistema edificio-impianto; per quanto riguarda la costruzione, una promozione di processi di verifica della qualità della costruzione, quali il commissioning, ovvero un processo di gestione del progetto, e la verifica in opera di requisiti prestazionali; infine, per quanto concerne la gestione, una promozione di ispezioni periodiche, misure spot e monitoraggio in continuo, sondaggi di soddisfazione degli utenti, programmi di coinvolgimento, politiche gestionali e aziendali.

CONCEPTS	FEATURES	Progetto/ struttura	Costruzione	Esercizio
AIR	01 Air quality standards	●*		●
	02 Smoking ban			●
	03 Ventilation effectiveness	●		●
	04 VOC reduction	●*		●
	07 Construction pollution management		●	
WATER	30 Fundamental water quality	●*		
	31 Inorganic contaminants	●*		
	34 Public water additives	●*		
	36 Water treatment			●
	37 Drinkin water promotion			●
NOURISHMENT	38 Fruits and vegetables			●
	39 Processed foods			●
	40 Food allergies			●
	41 Hand washing			●
	42 Food contamination			●
LIGHT	53 Visual lighting design	●		
	54 Circadian lighting design	●		
	55 Electric light glare control	●		●
	56 Solar glare control	●		●
	62 Daylight modeling	●		

FITNESS	64 Interior fitness circulation	●*		
	65 Activity incentive programs			●
	66 Structured fitness opportunities			●
	67 Exterior active design	●*		●
	68 Phisycal activity spaces	●*		●
COMFORT	72 Accessible design	●		
	73 Ergonomics: visual and physical	●		●
	74 Exterior noise intrusion	●		
	81 Sound barriers	●*		
	82 Individual thermal comfort			●
MIND	84 Health and wellness awareness			●
	85 Integrative design	●		
	86 Post-occupancy surveys			●
	99 Beauty and design II	●*		
	100 Biophilia II - Quantitative	●		●

* Queste features, oltre a caratterizzare il progetto, caratterizzano la struttura dell'edificio.

Questa tabella mostra alcune features riguardanti i vari Concepts: si può notare come il Concepts NOURISHMENT contenga esclusivamente features legate alla gestione dell'edificio e solo il Concept AIR contenga features legate alla costruzione; questo perché l'alimentazione è legata solamente alla parte gestionale, dal momento che riguarda la qualità, i contaminanti presenti all'interno e la promozione del mangiare cibi sani, e nel concept AIR sono presenti features che riguardano l'inquinamento dato dai materiali di costruzione.

Nel complesso si può constatare che la maggior parte delle features presenti riguardano il progetto e la gestione e poche di quelle progettuali riguardano la struttura dell'edificio. In questo modo i progetti che ambiscono alla certificazione possono provare a raggiungere anche quelle features che non sono già presenti nell'edificio, andando, per esempio, a modificare l'arredamento per renderlo più confortevole o più stimolante per l'attività fisica, oppure iniziando a fornire cibo più sano ai dipendenti negli uffici o nelle mense. Le features che riguardano la struttura possono comunque essere raggiunte da un progetto, naturalmente con un impegno maggiore; bisogna fare un'ulteriore distinzione per queste features, poiché esse possono riguardare sia la struttura solida dell'edificio, come un vano scala, sia qualcosa come la qualità dell'aria, che non può essere modificata nell'immediato, ma richiede interventi profondi e complessi.

Quindi le features possono essere: standard basati sulle prestazioni che consentono flessibilità nel modo in cui un progetto soddisfa soglie quantificate accettabili; standard prescrittivi che richiedono che specifiche tecnologie, strategie di progettazione e protocolli vengano implementati.

Ogni feature è progettata per affrontare problemi che hanno un impatto sulla salute, il comfort o la conoscenza degli utenti. Alcune features che sono destinate a migliorare la salute, ad esempio la feature 04 VOC reduction (riduzione dei VOC), sono sostenute da standard governativi esistenti o altre organizzazioni di standardizzazione. Altre, come la feature 45 Food advertising (propaganda per l'alimentazione), sono destinate a cambiare il comportamento degli utenti attraverso l'educazione e la cultura aziendale fornendo, per esempio, informazioni e supporto in modo da prendere decisioni positive per quanto riguarda il loro stile di vita.

Ciascuna feature mostra lo stretto legame che è presente tra l'ambiente costruito ed i sistemi del cor-

po umano, e gli effetti che il primo ha su di essi.

Le features sono divise in *Preconditions* e *Optimizations*. Le prime rappresentano la base, il nucleo del WELL Building Standard e, pertanto, per ottenere la certificazione devono essere tutte soddisfatte; le seconde invece, includono tecnologie opzionali, strategie, protocolli e progetti e, se vengono raggiunte, permettono di ottenere un livello di certificazione più alto. Un progetto dovrebbe sempre cercare di raggiungere il maggior numero di *Optimizations* possibile.

LE TIPOLOGIE DI PROGETTO

Il WELL Building Standard può essere applicato ad ogni tipologia di progetto, pubblico o privato: scuole, edilizia residenziale, edifici per uffici, negozi, ospedali, ristoranti; ma viene principalmente richiesto dalle aziende, le quali hanno un maggior capitale da investire e un ritorno economico più vantaggioso rispetto agli altri progetti, dal momento che, in un'azienda, il 90% delle spese è rappresentato dal costo delle persone. Il costo, in genere, per una progettazione basata sugli standard di WELL, va dall'1% al 2% in più rispetto alle pratiche di costruzione convenzionali (WELL costa circa il doppio di LEED), variando con la dimensione dello spazio; ma le imprese possono aspettarsi un ritorno sull'investimento relativamente veloce in guadagni di produttività dei lavoratori.

WELL v1 è organizzata a seconda delle tipologie di progetto, per ciascuna delle quali devono essere fatte considerazioni specifiche al fine di individuare le caratteristiche peculiari che sono uniche per un particolare tipo di edificio. Per ogni tipologia di progetto si può quindi ottenere un determinato numero di *Preconditions* e *Optimizations*.

Le tipologie commerciali sono divise in:

- New and existing buildings (edifici esistenti e di nuova progettazione)
- New and existing interiors (ambienti interni esistenti e di nuova progettazione)
- Core and shell (nucleo e struttura)

TIPOLOGIE DI PROGETTO	Preconditions	Optimizations	Totale
New and existing buildings	41	59	100
New and existing interiors	36	62	98
Core and shell	26	28	54

Es.

	Core and Shell	New and Existing Interiors	New and Existing Buildings
30 FUNDAMENTAL WATER QUALITY			
1: Sediment	P	P	P
2: Microorganisms	P	P	P
31 INORGANIC CONTAMINANTS			
1: Dissolved Metals	P	P	P
32 ORGANIC CONTAMINANTS			
1: Organic Pollutants	P	P	P
33 AGRICULTURAL CONTAMINANTS			
1: Herbicides and Pesticides	P	P	P
2: Fertilizers	P	P	P
34 PUBLIC WATER ADDITIVES			
1: Disinfectants	P	P	P
2: Disinfectant Byproducts	P	P	P
3: Fluoride	P	P	P
35 PERIODIC WATER QUALITY TESTING			
1: Quarterly Testing	-	O	O
2: Water Data Record Keeping and Response	-	O	O
36 WATER TREATMENT			
1: Organic Chemical Removal	O	O	O
2: Sediment Filter	O	O	O
3: Microbial Elimination	O	O	O
4: Water Quality Maintenance	O	O	O
5: Legionella Control	O	O	O
37 DRINKING WATER PROMOTION			
1: Drinking Water Taste Properties	O	O	O
2: Drinking Water Access	-	O	O
3: Water Dispenser Maintenance	-	O	O

La prima tabella mostra il numero di *Preconditions* e *Optimizations* che possono essere raggiunte da un progetto e il numero totale di features a cui può ambire.

Il secondo è un esempio (preso da *The WELL Building Standard v1 with q2 2018 addenda*) che mostra quali features del Concept WATER sono caratterizzate come *Preconditions* e quali come *Optimizations*. Esistono anche delle versioni pilota dello standard per quanto riguarda cucine commerciali (Commercial kitchens), scuole (Education facilities), negozi (Retail), ristoranti (Restaurant) e settore residenziale (Multifamily residential).

New and existing buildings

Nel caso in cui la certificazione preveda l'analisi di interi edifici, si ha una grande opportunità per l'implementazione del maggior numero di features possibili. Questa tipologia di progetto prevede uno studio molto ampio, che va dalle fasi di progettazione fino alla costruzione dell'edificio stesso.

In questo caso se, ad esempio, un edificio per uffici al piano terra è affittato per attività commerciali o di ristorazione, queste aree, che non sono adibite a uffici non saranno soggette ai requisiti del protocollo e comprese nei calcoli dell'area.

New and existing interiors

Questa tipologia riguarda, ad esempio, i progetti di uffici che occupano solo una porzione di un edificio, oppure un intero edificio esistente non sottoposto a ristrutturazione.

Core and shell

La certificazione WELL è disponibile anche per quei progetti che cercano di implementare le funzionalità fondamentali nell'intero edificio di base a beneficio dei futuri utenti. Questa tipologia si rivolge alla struttura, alla posizione delle finestre e ai vetri, alle proporzioni dell'edificio, al riscaldamento, al raffrescamento e ai sistemi di ventilazione e alla qualità dell'acqua. Questo tipo di progetto incoraggia anche la considerazione del sito in relazione ai servizi e alle opportunità per il benessere.

La differenza sostanziale tra queste tipologie, e in particolare tra *New and existing buildings* e *Core and shell*, è che la seconda si ferma alla base dell'edificio, per cui non si può raggiungere un elevato numero di features; la prima, invece, include tutto il processo di realizzazione dell'edificio, fino al posizionamento delle postazioni di lavoro per esempio, quindi, in questo caso, aumentano i requisiti e possono essere raggiunte tutte le features del protocollo.

IL PROCESSO DI CERTIFICAZIONE

Un progetto ottiene la certificazione solo se viene raggiunto un sufficiente numero di features e almeno tutte le *Preconditions* necessarie. La certificazione WELL, a differenza della LEED e di altre certificazioni, va rinnovata nel corso degli anni. I progetti, per mantenerla, devono essere ricertificati almeno ogni tre anni, poiché le condizioni degli edifici possono peggiorare e deteriorarsi con il tempo, fino a influire negativamente sulla salute ed il benessere degli utenti.



1. Registrazione

La registrazione di un progetto avviene su WELL Online.

Al momento della registrazione è possibile scegliere se si vuole una certificazione a ciclo unico oppure se attivare una sottoscrizione per tre o cinque anni che prevede al suo interno la ricertificazione e le revisioni intermedie.

La registrazione richiede che vengano esplicitate informazioni sul progetto e lo scopo di esso. Nel momento in cui si registra il progetto bisogna pianificare il test delle prestazioni entro un certo periodo di tempo, che per la WELL v1 significa entro cinque anni dalla data di registrazione o mentre l'iscrizione è attiva. Se non viene rispettata questa scadenza i progetti sono soggetti al pagamento di una tassa supplementare e se non vengono eseguite le verifiche prestazionali l'iscrizione scade.

2. Documentazione richiesta

I documenti che vengono richiesti sono i seguenti:

1. "Documenti annotati": documenti di progetto utili per fornire informazioni aggiuntive su come sono state soddisfatte le features e le parti che le costituiscono.
2. "Lettere di garanzia" (LOAs): devono essere presentate dal professionista competente che supervisiona l'implementazione di una feature specifica e delle sue parti durante la progettazione o la costruzione.
3. Fotografie: forniscono una prova visiva che alcune features basate su disegni sono state soddisfatte.
4. Documenti generali: non sono collegati alla verifica di una specifica parte, ma sono richiesti come documenti generali per la certificazione o per la conformità.

3. Verifica delle prestazioni

I progetti devono superare con successo la verifica delle prestazioni per confermare l'aderenza ai requisiti di WELL e guadagnare la certificazione.

I test comprendono analisi eseguite da vari laboratori e, in alcuni casi, i risultati possono richiedere un po' di tempo.

Per la messa in pratica di questi test è necessario che, chi li svolge, ovvero il WELL Assessor, abbia completo accesso a tutte le aree dell'edificio, inclusi spazi meccanici e spazi degli utenti, terreni e tetto. Il WELL Assessor è una persona autorizzata che di solito trascorre da uno a tre giorni nell'edificio per

convalidare la documentazione del progetto e completare una serie di test delle prestazioni, controlli a campione e misurazioni per tutti i Concepts.

I test e le misurazioni vengono eseguiti in base ai protocolli di campionamento stabiliti da IWBI a seconda delle dimensioni e del tipo di progetto, e alcuni campioni raccolti vengono inviati a un laboratorio di terze parti per l'analisi.

I parametri di verifica delle prestazioni e le metodologie di misura in campo saranno spiegate in maniera più dettagliata nei *paragrafi 2.3.1 e 2.4.1*.

4. Certificazione

Per guadagnare la certificazione, i progetti devono superare con successo sia la revisione della documentazione sia la verifica delle prestazioni, le quali vengono svolte da parte di GBCI.

5. Ricertificazione

La certificazione è valida per tre anni, quindi occorre presentare una domanda di ricertificazione su WELL Online entro tre anni dalla data di emissione della certificazione iniziale. Fare domanda estende la validità del periodo di certificazione di sei mesi, durante i quali il progetto deve completare il processo di ricertificazione. Se non viene presentata la domanda prima della scadenza del periodo di certificazione originale o il progetto non riesce ad ottenere la ricertificazione entro 42 mesi dall'attribuzione della certificazione iniziale, la certificazione WELL scadrà e il progetto verrà rimosso dall'elenco di IWBI dei progetti certificati.

PUNTEGGIO

Nel valutare l'aderenza al WELL Building Standard, viene classificato ciascun Concept indipendentemente su una scala numerica. Mentre questa analisi Concept dopo Concept viene utilizzata inizialmente per garantire che tutte le Preconditions di un Concept siano soddisfatte, il punteggio finale viene calcolato sulla base delle Preconditions e Optimizations totali ottenute, non in funzione della media dei punteggi di ogni Concept.

Il mancato raggiungimento di una qualsiasi Precondition di un qualsiasi Concept preclude l'assegnazione della certificazione. Se tutte le Preconditions sono soddisfatte sarà possibile il raggiungimento di livelli più alti di certificazione.

I punteggi per Concept e i punteggi generali sono così calcolati:

Total Preconditions (Preconditions totali): TP

Preconditions Achieved (Preconditions raggiunte): PA

Total Optimizations (Optimizations totali): TO

Optimizations Achieved (Optimizations raggiunte): OA

Wellness Score (punteggio di wellness): WS

NON SUPERATO: se $(PA/TP) < 1$ allora $WS = (PA/TP) \times 5$

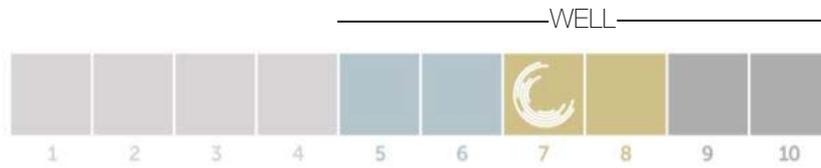
SUPERATO: se $(PA/TP) = 1$ allora $WS = 5 + (OA/TO) \times 5$

In questi calcoli non è incluso il Concept INNOVATION.

Di seguito si riporta un esempio di un ufficio che soddisfa i requisiti della tipologia di progetto "New and existing buildings". Sono soddisfatte tutte le Preconditions e 29 Optimizations.

CONCEPT	PRECONDITIONS		OPTIMIZATIONS		CONCEPT SCORES
	APPLICABLE	ACHIEVED	APPLICABLE	ACHIEVED	
Air	12	12	17	3	5
Water	5	5	3	0	5
Nourishment	8	8	7	7	10
Light	4	4	7	2	6
Fitness	2	2	6	3	7
Comfort	5	5	7	2	6
Mind	5	5	12	12	10
Total and WELL Score	41	41	59	29	7

Un punteggio basso (0-4) in una delle Preconditions significa che questa non è stata soddisfatta e pertanto non è possibile ottenere la certificazione. I punteggi per la certificazione Silver (5-6) stanno ad indicare che tutte le features delle Preconditions sono state soddisfatte. I punteggi per la certificazione Gold (7-8) e Platinum (9-10) comprendono le Optimizations non obbligatorie. (In questo esempio il progetto può ottenere una certificazione Gold).



LIVELLI DI CERTIFICAZIONE

Il punteggio ottenuto nelle varie categorie è riassunto nella "WELL Scorecard", grazie alla quale è possibile visualizzare in modo semplice quale livello di certificazione è stato raggiunto.



Figura 1 - [Fonte: International WELL Building Institute, 2018].

2.1 Contenuti: i "Concepts"

AIR (ARIA)

Una buona qualità dell'aria è una componente fondamentale per la nostra salute. L'inquinamento ambientale è la prima causa di mortalità prematura, che conta almeno 450.000 morti all'anno in Europa (circa 85.000 solo in Italia) e circa 7 milioni nel mondo.

A livello globale, la qualità dell'aria esterna si sta deteriorando per colpa dell'inquinamento causato da traffico, costruzioni, attività agricole, fonti di combustione e particolato atmosferico. Poiché l'aria si diffonde facilmente, anche le fonti di inquinamento a distanza hanno un enorme impatto sugli oltre 15.000 litri di aria che respiriamo ogni giorno. La qualità dell'aria interna può essere degradata da queste fonti esterne, così come dalla fuoriuscita di gas da materiali edili, fonti di combustione interne e perdite d'acqua. Cattive pratiche di ventilazione possono non riuscire ad affrontare queste fonti, esponendoci a composti organici volatili (VOC), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e patogeni microbici; un altro modo in cui la qualità dell'aria interna può diminuire è attraverso le superfici, le quali possono accumulare i germi dispersi nell'aria. Tutti questi contaminanti contribuiscono a una serie di conseguenze negative sulla salute, come l'asma, allergie e altre malattie delle vie respiratorie. Inoltre, i problemi di qualità dell'aria possono diminuire la produttività del lavoro e portare alla sindrome da edificio malato (SBS), per la quale non può essere identificata nessuna patologia specifica ma gli effetti sulla salute sono legati semplicemente al tempo trascorso in un edificio; i sintomi sono vari e non specifici, come irritazione agli occhi, alla pelle e alle vie respiratorie, nonché mal di testa e affaticamento.

L'eliminazione della fonte di inquinamento, la corretta ventilazione e la filtrazione dell'aria sono alcuni dei metodi più efficaci per ottenere un'elevata qualità dell'aria interna.

Negli Stati Uniti, l'Environmental Protection Agency (EPA) definisce gli standard nazionali di qualità dell'aria ambientale (NAAQS) in base alla ricerca e al monitoraggio continui. Grazie a questi standard ci sono stati notevoli miglioramenti nella qualità dell'aria esterna ed essi creano limiti di esposizione basati sia sulla durata di esposizione sia sulla concentrazione per i sei principali inquinanti atmosferici: monossido di carbonio, piombo, biossido di azoto, ozono, particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}) e anidride solforosa. Il WELL Building Standard espande questi requisiti integrando gli standard di altri enti, come l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Inoltre, il programma LEED del Green Building Council continua a stabilire nuovi standard sia per la filtrazione dell'aria sia per la scelta dei materiali da costruzione.

Il Concept Air mira a creare un'ottima qualità dell'aria interna durante l'intera vita dell'edificio attraverso diverse strategie, al fine di supportare la salute ed il benessere degli utenti dell'edificio.

Quali sono le principali cause di una scarsa qualità dell'aria che respiriamo negli edifici?

- Ventilazione inadeguata (52%)
- Contaminazione dall'interno dell'edificio (16%)
- Contaminazione dall'esterno dell'edificio (10%)
- Contaminazione microbiologica (8%)
- Contaminazione dall'involucro dell'edificio stesso (involucro e strutture) (4%)
- Sorgente sconosciuta (13%)

Alcuni studi dimostrano che migliorando la qualità dell'aria si può facilmente incrementare la produttività sul luogo di lavoro fino all'8-10% (World Green Building Council, 2015).

Le concentrazioni di alcuni indicatori contaminanti possono essere da 2 a 5 volte più elevati all'interno piuttosto che all'esterno (Environmental Protection Agency, 2012).

FEATURES	Progetto/ struttura	Costru- zione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
01 Air quality standards	●*		●	P	P	P
02 Smoking ban			●	P	P -	P
03 Ventilation effectiveness	●		●	P P -	P	P
04 VOC reduction	●*		●	P	P	P
05 Air filtration	●		●	P	P	P
06 Microbe and mold control			●	P	P	P
07 Construction pollution management		●		P	P	P
08 Healthy entrance	●		●	P	O	P
09 Cleaning protocol			●	-	P	P
10 Pesticide management			●	P	-	P
11 Fundamental material safety		●		P	P	P
12 Moisture management		●		P	-	P
13 Air flush	●		●	-	O	O
14 Air infiltration management			●	O	O	O
15 Increased ventilation			●	O	O	O
16 Humidity control			●	-	O	O
17 Direct source ventilation	●		●	O	O	O
18 Air quality monitoring and feedback			●	-	O	O
19 Operable windows	●			O	O	O
20 Outdoor air systems	●			O	O	O
21 Displacement ventilation	●			-	O	O
22 Pest control			●	-	O	O
23 Advanced air purification	●			O	O	O
24 Combustion minimization		●	●	O	O - - -	O
25 Toxic material reduction	●		●	-	O	O
26 Enhanced material safety	●*			-	O	O

27 Antimicrobial activity for surfaces		●		-	O	O
28 Cleanable environment	●*			-	O	O
29 Cleaning equipment			●	-	O	O

Questo Concept è uno dei pochi a contenere features di ogni tipologia: riguardanti progetto, struttura, costruzione e gestione dell'edificio. Questo perché l'aria è uno dei mezzi più importanti e principali per la nostra salute, infatti nel protocollo si dà una grande importanza al controllo della sua qualità, dei contaminanti, della ventilazione, al suo filtraggio, al controllo dell'umidità, all'apertura delle finestre, ecc.

WATER (ACQUA)

L'acqua potabile pulita è un prerequisito per una salute ottimale. Più di due terzi del corpo umano è costituito da acqua, una componente principale delle cellule ed il mezzo per il trasporto di sostanze nutritive e rifiuti in tutto il corpo. Inoltre, l'acqua aiuta a regolare la temperatura corporea interna e funge da ammortizzatore per il cervello e il midollo spinale. L'Institute of Medicine (IOM) raccomanda che le donne consumino circa 2,7 litri e gli uomini 3,7 litri di acqua al giorno (da tutte le fonti, compresa acqua potabile, altre bevande e cibo).

La contaminazione dell'acqua potabile è un importante problema di salute pubblica. Molte persone ricevono acqua che è stata esposta a livelli potenzialmente dannosi di contaminanti biologici, chimici e minerali. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) riferisce che quasi un miliardo di persone nel mondo non ha accesso all'acqua potabile e due milioni di morti all'anno sono attribuibili ad acqua non potabile e servizi igienico-sanitari non sicuri.

La fonte di contaminazione dell'acqua può, a volte, essere ricondotta all'industria e ai relativi processi. Contaminanti come piombo, arsenico, glifosato, atrazina e microbi presenti in natura o introdotti inavvertitamente nell'acqua possono essere una grave minaccia per la salute. Tuttavia, i sistemi di trattamento e distribuzione che servono a mantenere la nostra acqua potabile sicura sono anche potenziali fonti di contaminazione. Ad esempio, cloro e clorammina, che vengono comunemente aggiunti all'acqua per uccidere gli organismi patogeni, possono portare alla formazione di sottoprodotti disinfettanti come trialometani e acidi aloacetici, che possono portare al cancro e altri effetti nocivi sulla salute quando l'esposizione raggiunge livelli troppo alti. Infine, i prodotti farmaceutici, i prodotti per la cura personale e altri contaminanti emergenti si stanno espandendo sempre di più nelle riserve idriche, con effetti sulla salute sconosciuti.

Mentre il gusto e le preferenze estetiche portano molte persone a bere acqua in bottiglia, il suo consumo non è privo di inconvenienti, poiché essa è soggetta a degrado.

Il WELL Building Standard cerca di preservare questa risorsa, migliorando al contempo la sua qualità per la salute umana nel contesto di usi diversi. Pertanto, WELL richiede un'ampia valutazione iniziale per le fonti d'acqua di un edificio. Dopo di che possono essere installati meccanismi di filtraggio per soddisfare i requisiti per ogni utilizzo. Gli edifici possono continuare a eseguire test periodici per mantenere la qualità nel tempo.

L'impoverimento della qualità dell'acqua è diventato un problema globale, dato che le popolazioni umane crescono, le attività agricole e industriali si espandono, ed il cambiamento climatico minaccia di causare alterazioni del ciclo idrogeologico (Policy Brief, UN Water, 2011).

Essere disidratati del 2% può compromettere le prestazioni nelle attività che richiedono attenzione, abilità di memoria immediata e abilità psicomotorie, come pure può alterare la valutazione del proprio stato soggettivo (Cognitive Performance and Dehydration, Ana Adan, PhD. Journal of the American College of Nutrition, 2012).

È stato stimato che fino all'80% della popolazione adulta statunitense trascorre la sua normale giornata in un leggero stato di disidratazione (Avoid Dehydration in the Workplace, Mike Marcovsky. ISHN, 2009).

FEATURES	Progetto/ struttura	Costru- zione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
30 Fundamental water quality	●*	●		P	P	P
31 Inorganic contaminants	●*	●		P	P	P
32 Organic contaminants	●*			P P -	P	P
33 Agricultural contaminants	●*			P	P	P
34 Public water additives	●*			P	P	P
35 Periodic water quality testing			●	-	O	O
36 Water treatment			●	O	O	O
37 Drinking water promotion			●	O - -	O	O

Anche questo Concept, come il precedente, contiene varie tipologie di features, poiché l'acqua è un altro bene primario per la nostra salute e sopravvivenza. WELL si occupa di promuovere la qualità dell'acqua, l'eliminazione di contaminanti e additivi, test periodici per il controllo della qualità e l'idratazione quotidiana.

NOURISHMENT (ALIMENTAZIONE)

L'alimentazione svolge un ruolo chiave nel mantenimento della salute, nella gestione del peso e nella prevenzione delle malattie croniche. Tuttavia, l'aderenza alle raccomandazioni dietetiche è generalmente scarsa. È anche vero che i modelli alimentari globali non sono ottimali; in molti paesi, le persone consumano più di 500 calorie da zuccheri aggiunti al giorno. Il consumo di farina e cereali, grassi e oli aggiunti e zuccheri aggiunti e gli edulcoranti sono alcuni dei principali contribuenti all'aumento dell'apporto calorico.

Nel 2014 circa 1,9 miliardi di persone (39%) nel mondo erano in sovrappeso e oltre 600 milioni (13%) erano obese.

Modelli alimentari subottimali possono portare ad effetti dannosi sulla salute come diabete, sindrome metabolica, obesità, ipertensione, carie dentali e persino depressione. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) riferisce che 2,7 milioni di morti nel mondo sono attribuite all'assunzione insufficiente di frutta e verdura, rendendolo uno dei dieci principali fattori di rischio che contribuiscono alla mortalità globale.

Un altro grande problema sono i cambiamenti nelle pratiche alimentari culturali: le vite occupate e i giorni lavorativi più lunghi incoraggiano comportamenti non salutari, tra cui mangiare in viaggio e davanti alla TV, spuntini tra un pasto e l'altro e il consumo di pasti abbondanti. Inoltre, gli snack ad alto contenuto di grassi e ad alto contenuto di zucchero di bassa qualità nutrizionale sono progettati per essere più gustosi, con qualità potenzialmente additive; questi sono spesso supportati da pubblicità colorate e allettanti che inondano i nostri ambienti, dai distributori automatici ai ristoranti e agli scaffali dei supermercati.

Fortunatamente, soprattutto al giorno d'oggi, una varietà di fattori sociali, economici, fisiologici e ambientali può influenzare positivamente i comportamenti dietetici individuali; l'ambiente costruito è uno di questi. La distanza e l'accesso a negozi di alimentari e ad altri luoghi che offrono frutta e verdura fresca, l'accesso ai mercati degli agricoltori, l'uso di un'economia comportamentale nelle mense, l'aumento della disponibilità di cibi sani e la riduzione della commercializzazione di cibi malsani, la fornitura di infor-

mazioni caloriche e molte altre strategie possono avere un effetto positivo sulle nostre scelte alimentari e sui modelli dietetici generali.

Il Concept Nourishment mira a richiedere la disponibilità di cibi freschi e salutari, limitando ingredienti dannosi alla salute, e ad incoraggiare migliori abitudini alimentari e la cultura del cibo, quindi un'alimentazione in cui la scelta più salutare è quella più semplice.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costru- zione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
38 Fruits and vegetables			●	-	P	P
39 Processed foods			●	P	P	P
40 Food allergies			●	P	P	P
41 Hand washing			●	-	P	P
42 Food contamination			●	-	P	P
43 Artificial ingredientstesting			●	O	P	P
44 Nutritional information			●	O	P	P
45 Food advertising			●	O	P	P
46 Safe food preparation materials			●	-	O	O
47 Serving sizes			●	-	O	O
48 Special diets			●	-	O	O
49 Responsible food production			●	-	O	O
50 Food storage			●	-	O	O
51 Food production			●	O	O	O
52 Mindful eating			●	O	O	O

Questo Concept, a differenza degli altri, contiene features esclusivamente legate alla gestione, dal momento che riguardano l'alimentazione e la promozione di cibi sani e salutari. Infatti, WELL si occupa di promuovere una maggiore assunzione di frutta e verdura, inserendo questi alimenti nei luoghi di lavoro o nei menù delle mense, una minore assunzione di cibi raffinati, è attenta alla presenza di allergeni, al corretto lavaggio delle mani, alla presenza di informazioni nutrizionali dei prodotti, alla grandezza delle porzioni servite nelle mense, e anche alla concessione di spazi tranquilli per consumare i propri pasti all'interno dell'edificio.

FITNESS (ATTIVITA' FISICA)

I Centers for Disease Control (CDC) definiscono l'idoneità come "la capacità di svolgere compiti quotidiani con vigore e prontezza, senza eccessivo affaticamento e con ampia energia per godersi le attività del tempo libero e rispondere alle emergenze". Un'attività fisica regolare è essenziale per raggiungere una salute ottimale e il mantenimento della forma fisica. Numerosi tipi di attività fisiche, tra cui camminare, correre, andare in bicicletta, nuotare e allenarsi con la resistenza hanno dimostrato benefici per la salute, con maggiori risultati se eseguiti con intensità più elevate o per periodi di tempo più lunghi.

Tuttavia, la maggior parte delle persone oggi è fisicamente inattiva. I moderni mezzi di trasporto e i posti di lavoro sedentari hanno creato un ambiente in cui milioni di persone non riescono a raggiungere il livello minimo di attività necessario per aiutare a prevenire malattie come il diabete di tipo 2, la sindrome metabolica, l'obesità, le malattie cardiache e altre malattie croniche. Nel mondo, oltre il 60% delle persone non esercita il minimo giornaliero raccomandato di 30 minuti di moderata attività fisica, e quindi è considerato inattivo.

Questo rappresenta una delle più grandi minacce moderne per la salute pubblica, è il quarto principale fattore di rischio per la mortalità, rappresentando il 6-9% delle morti in tutto il mondo ogni anno.

Uno dei fattori noti per influire sui livelli di attività fisica è l'ambiente costruito. La percorribilità dei quartieri, l'accesso e l'uso del trasporto di massa, la disponibilità di strutture di attività fisica vicino a luoghi di lavoro e abitazioni, l'accessibilità delle scale negli edifici, l'arredamento attivo e molti altri fattori possono influenzare il livello di attività fisica di un individuo. Considerando che il 90% del nostro tempo viene spesso all'interno dell'ambiente costruito, le strategie di progettazione urbana e di progettazione degli edifici, che sono consapevolmente articolate per incoraggiare più attività fisica o scoraggiare la sedentarietà, possono costituire potenti strategie di intervento per promuovere uno stile di vita più attivo.

Il Concept Fitness mira a permettere un'integrazione dell'esercizio fisico nella vita di tutti i giorni, fornendo caratteristiche degli spazi e arredi che supportino uno stile di vita attivo e salutare.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costruzione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
64 Interior fitness circulation	●*			P	O	P
65 Activity incentive programs			●	-	P	P
66 Structured fitness opportunities			●	-	O	O
67 Exterior active design	●		●	O	O	O
68 Physical activity spaces	●		●	O	O	O
69 Active transportation support	●		●	O	O	O
70 Fitness equipment			●	O	O	O
71 Active furnishings	●		●	-	O	O

Questo Concept contiene features che riguardano il progetto, la struttura e la gestione dell'edificio. L'attività fisica può essere promossa anche solo grazie alla presenza di elementi strutturali, come una scala, all'interno degli ambienti, per esempio degli atrii di ingresso, che invogli a salire ai piani superiori a piedi al posto di prendere l'ascensore; anche la presenza di un design esteriore apposito per dedicarsi al jogging o alle passeggiate dopo lavoro o durante le pause è un grande incentivo per il fitness. Questi accorgimenti, insieme a programmi che involino gli utenti a praticare sport e a un arredamento attivo, che permetta di lavorare sia in piedi sia seduti, fanno sì che le persone siano più felici di andare al lavoro e siano più invogliate a perseguire uno stile di vita sano.

COMFORT

L'ambiente interno dovrebbe essere un luogo confortevole. Nel perseguimento di tale visione, il WELL Building Standard si concentra sulla riduzione significativa delle più comuni fonti di disturbo fisiologico, distrazione e irritazione e sul miglioramento del comfort acustico, ergonomico, olfattivo e termico per

prevenire stress e malattie e facilitare comfort, produttività e benessere.

All'interno degli ambienti costruiti possono propagarsi suoni che disturbano il lavoro o il relax. Alcune indagini sui dipendenti mostrano che i problemi acustici sono una fonte importante di insoddisfazione all'interno di un ufficio. Poiché il comfort acustico è determinato in parte dalle proprietà fisiche e dai contenuti degli ambienti, il WELL Building Standard mira a modellare gli spazi per mitigare i livelli di rumore interno indesiderati e ridurre l'intrusione del rumore esterno al fine di migliorare l'interazione sociale, l'apprendimento, la soddisfazione e la produttività. Anche se il rumore è onnipresente, si possono adottare politiche, tecnologie e pratiche che assicurino ambienti più silenziosi e ridurre al minimo l'esposizione a suoni fastidiosi e non necessari.

Oltre al comfort acustico, l'ergonomia e il design svolgono un ruolo significativo nel mitigare lo stress fisico e mentale. La maggior parte degli effetti negativi sulla salute legati all'ergonomia sono presenti nei sistemi muscoloscheletrici e nervosi del corpo umano. I disturbi muscoloscheletrici (MSD), tra cui lombalgia, dolore al collo, artrosi, ecc. sono estremamente comuni in quasi tutte le popolazioni. Sono molto frequenti e numerosi i giorni di assenza da lavoro a causa di questi disturbi, e vanno ad influire negativamente sul profitto dell'azienda o dell'ente in questione. Nel 2010, quasi il 7% (più di 169 milioni) di tutti i "disability-adjusted life years" (DALYs) (una misura della gravità globale di una malattia, espressa come il numero di anni persi a causa della malattia, per disabilità o per morte prematura) sono risultati da disturbi muscoloscheletrici. Il protocollo promuove soluzioni ergonomiche complete che aiutino a prevenire stress e malattie e a facilitare il comfort e il benessere. Queste strategie di progettazione forniscono accesso alle persone con mobilità limitata, incoraggiando ad avere spazi fruibili da tutti.

Il comfort termico è un altro fattore che gioca un ruolo importante nel modo di vivere i luoghi in cui abitiamo e lavoriamo. Sei variabili primarie personali e ambientali contribuiscono al comfort termico di un occupante: velocità dell'aria, temperatura del bulbo secco, temperatura radiante, umidità, tasso metabolico e abbigliamento o altri tipi di isolamento, che interagiscono per creare una risposta soggettiva e individualizzata. Oltre alle metriche misurabili, ci sono anche parametri psicologici, come le aspettative individuali, che possono influire sul comfort termico. Ciò lo rende soggettivo, nel senso che non tutti saranno ugualmente a proprio agio nelle stesse condizioni. Il WELL Building Standard adotta un approccio olistico al comfort termico e offre una combinazione di strategie per affrontare i problemi degli utenti.

Il Concept Comfort stabilisce requisiti progettati per creare ambienti interni privi di distrazioni, produttivi e confortevoli.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costruzione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
72 Accessible design	●			P	P	P
73 Ergonomics: visual and physical	●		●	-	O	P
74 Exterior noise intrusion	●			P	P	P
75 Internally generated noise	●			- O	P	P
76 Thermal comfort	●			P	P	P
77 Olfactory comfort	●		●	-	O	O
78 Reverberation time	●			-	O	O

79 Sound masking	●			-	○	○
80 Sound reducing	●			-	○	○
81 Sound barriers	●*			-	○	○
82 Individual thermal comfort			●	-	○	○
83 Radiant thermal comfort	●		●	○ -	- ○	○

Questo Concept contiene features molto diverse tra loro: alcune che riguardano il design e l'ergonomia, altre i rumori e i suoni, altre gli odori e, infine, altre ancora la temperatura; tutte riguardanti, in generale, il comfort. Infatti, queste features sono legate per la maggior parte al lato progettuale (una anche alla struttura), una a quello gestionale e alcune ad entrambi; ad esempio la feature 73, che riguarda l'ergonomia fisica e visiva, è collegata sia al progetto sia alla gestione, poiché le parti che la compongono hanno caratteristiche date da progetto ma che possono essere anche implementate successivamente per andare incontro allo standard.

MIND (MENTE)

Mentre la salute mentale e fisica sono spesso concettualizzate come elementi separati, le nostre menti e i nostri corpi sono inestricabilmente connessi. Ad esempio, l'esercizio fisico aumenta il rilascio di serotonina, nota anche come "ormone del buonumore", che può elevare l'umore e regolare il ciclo del sonno. Il semplice atto di preoccuparsi, d'altra parte, può innescare risposte fisiologiche simili a quelle che possono fare lo stress e i danni fisici. Nonostante il corpo abbia una notevole capacità di recupero da un singolo forte stress, l'attivazione cronica e ripetuta della risposta allo stress può essere particolarmente dannosa sia fisiologicamente sia psicologicamente. Poiché gli esseri umani hanno la capacità di preoccuparsi di problemi astratti e spesso non immediatamente risolvibili come la perdita di qualcosa, la carriera, questioni finanziarie e autostima, la vita moderna può essere costituita da fattori di stress che portano ad avere un umore basso, alla depressione e una sensazione negativa di sé stessi.

Nel 2010, le malattie mentali e i disturbi da uso di sostanze hanno rappresentato circa 184 milioni di DALYs (Disability-adjusted life years), 8,6 milioni di YLL (Years of life lost: anni di vita persi) per mortalità prematura e oltre 175 milioni di YLD (Years of life disabled: il numero di anni in cui un individuo vive con un danno funzionale causato da una malattia) in tutto il mondo. Inoltre, si stima che l'aspettativa di vita tra le persone con malattie mentali sia più breve di 10 anni rispetto a quelle che non ne soffrono e che oltre 8 milioni di morti ogni anno siano attribuibili a disturbi mentali.

La depressione è uno dei più comuni tra tutti i disturbi dell'umore, essi sono inevitabilmente legati a malattie fisiche e associati a una serie di esiti dannosi per la salute. Ad esempio, la depressione è associata ad un più alto rischio di malattie cardiache e immunosoppressione. Lo stress cronico e l'ansia sono anche direttamente responsabili dell'aumento di rischio della sindrome metabolica, malattie cardiovascolari, disturbi gastrointestinali e problemi della pelle come l'acne e la psoriasi.

Un'atmosfera che supporta uno stato mentale sano può avere notevoli benefici psicologici e fisici. Gli interventi per mediare lo stress possono essere diretti o indiretti; ciò include l'accesso alle terapie che aiutino a promuovere il rilassamento e affrontare i traumi mentali o emotivi, istituire politiche che migliorino la qualità del sonno o incoraggiare l'altruismo e l'impegno della comunità e promuovere l'uso di tecnologie che aumentino la consapevolezza sui fattori fisiologici e ambientali per dare informazione sui cambiamenti comportamentali positivi.

Il Concept Mind mira a richiedere progettazione, tecnologia e strategie per fornire un ambiente costruito che ottimizzi la salute cognitiva ed emotiva.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costruzione	Esercizio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
84 Health and wellness awareness			●	P	P	P
85 Integrative design				P	P	P
86 Post-occupancy surveys	●		●	-	P	P
87 Beauty and design I	●			○	P P -	P
88 Biophilia I - Qualitative	●		●	-	○	○
89 Adaptable spaces	●		●	-	○	○
90 Healthy sleep policy		●		-	○	○
91 Business travel			●	-	○	○
92 Building health policy			●	-	○	○
93 Workplace family support			●	-	○	○
94 Self-monitoring		●		-	○	○
95 Stress and addiction treatment		●		-	○	○
96 Altruism			●	-	○	○
97 Material transparency			●	-	○	○
98 Organizational transparency			●	○	○	○
99 Beauty and design II	●*			-	○	○
100 Biophilia II - Quantitative	●		●	○	○	○

Anche questo Concept contiene una serie di features tra loro molto diverse, dal momento che la mente può essere influenzata da tutto ciò che fa parte dell'ambiente costruito; infatti queste features riguardano sia il lato progettuale sia quello gestionale. Esse vanno a toccare vari temi: dal design alla biofilia¹, dalle politiche aziendali per il trattamento dello stress all'altruismo, dalla trasparenza dei materiali alla trasparenza dell'organizzazione aziendale; tutti temi rivolti a favorire un ambiente accogliente, con ridotti livelli di stress, in modo da garantire una buona condizione mentale degli utenti.

INNOVATION (INNOVAZIONE)

Questo Concept a parte (che comprende le features dalla 101 alla 105) ha l'intento di promuovere la continua evoluzione dello standard permettendo ai progetti di proporre nuove features che si rivolgano alla salute e al benessere in modo innovativo; poiché oltre alla continua evoluzione della comprensione scientifica della salute, anche la capacità di affrontare problemi di promozione del benessere attraverso l'ambiente costruito lo fa. Recenti scoperte nel campo delle neuroscienze, ad esempio, hanno portato a nuove intuizioni sull'impatto della luce sul cervello umano, aprendo le possibilità per affrontare i disturbi

¹ L'ipotesi della biofilia è un'ipotesi scientifica proposta nel 1984 da Edward O. Wilson che rileva empiricamente nell'essere umano la "tendenza innata a concentrare il proprio interesse sulla vita e sui processi vitali".

del sonno attraverso miglioramenti nel progetto dell'illuminazione. È probabile che scoperte simili continueranno ad essere fatte, per cui il protocollo rimane aperto a una continua possibile evoluzione su come gli spazi in cui viviamo contribuiscano alla nostra salute e al nostro benessere.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costruzione	Esercizio
101-105 Innovation features			
Parte 1: Innovation proposals	○	○	○
Parte 2: Innovation support	○	○	○

2.3.1 La verifica delle prestazioni: metodologie di misura in campo

La verifica delle prestazioni prevede una visita in loco da parte di un agente che conduce i test, seguiti da un riesame delle prestazioni da parte di un revisore WELL. Il test delle prestazioni in loco è un requisito per la certificazione WELL e i risultati dei dati raccolti per ciascuna feature sono esaminati da GBCI per determinare se una feature è stata raggiunta.

Ai fini della certificazione, la verifica delle prestazioni deve aver luogo al completamento della costruzione e dopo che il progetto ha superato con successo la revisione della documentazione.

Prima di raggiungere il sito per svolgere i test bisogna selezionare i punti di campionamento; all'arrivo sul posto si svolgerà una panoramica delle aree soggette a verifica. Per facilitare il lavoro dell'agente e garantire l'accesso a tutte le aree egli dovrebbe essere guidato da un membro del team di gestione dell'edificio.

In seguito a queste operazioni, l'agente può decidere di spostare un punto di campionamento da uno spazio con una bassa occupazione ad uno con una più alta occupazione per fare in modo che i risultati siano i più corretti possibile.

AIR (ARIA)

Vengono svolti test per verificare la presenza e i livelli di:

Feature 01 Air quality standards	
Parte 1: Standards for volatile substances	-Formaldeide -VOCs (diversi dalla formaldeide)
Parte 2: Standards for particulate matter and inorganic gases	-PM2.5 e PM10 -Monossido di carbonio -Ozono
Parte 3: Radon	-Radon

WATER (ACQUA)

Vengono verificate le seguenti caratteristiche:

Feature 30 Fundamental water quality	
Parte 1: Sediment	-Torbidità -Contaminanti di laboratorio
Parte 2: Microorganisms	-Coliformi

Feature 31 Inorganic contaminants	
Parte 1: Dissolved metals	-Torbidità

Feature 32 Organic contaminants	
Parte 1: Organic pollutants	-Contaminanti di laboratorio

Feature 33 Agricultural contaminants	
Parte 1: Herbicides and pesticides	-Contaminanti di laboratorio
Parte 2: Fertilizers	-Contaminanti di laboratorio

Feature 34 Public water additives	
Parte 1: Disinfectants	-Disinfettanti
Parte 3: Fluoride	-Contaminanti di laboratorio

Feature 37 Drinking water promotion	
Parte 1: Drinking water taste properties	-Contaminanti di laboratorio

COMFORT
THERMAL COMFORT (Comfort termico)
Vengono verificati i seguenti parametri:

Feature 76 Thermal comfort	
Parte 1: Ventilated thermal environment	-Temperatura di bulbo umido -Temperatura media radiante -Umidità relativa
Parte 2: Natural thermal adaption	-Temperatura di bulbo umido -Temperatura media radiante -Umidità relativa

SOUND (RUMORE)
Vengono verificati i seguenti parametri:

Feature 74 Exterior noise intrusion	
Parte 1: Sound pressure level	-Intrusione del rumore esterno (dBA)

Feature 75 Internally generated noise	
Parte 2: Mechanical equipment sound levels	-Rumore generato internamente (NC o NR)

Feature 78 Reverberation time	
Parte 1: Drinking water taste properties	-Tempo di riverberazione (T60)

Feature 79 Sound masking	
Parte 2: Sound masking limits	-Mascheramento del suono

ALTRI CONCEPT
Le features degli altri concept (NOURISHMENT, FITNESS e MIND) non richiedono test di verifica specifici ma la verifica visiva o controlli a campione. In questo caso i requisiti saranno verificati dal WELL Assessor mentre è sul posto in tutti gli spazi/luoghi del progetto in cui sono applicabili.

2.4 Il Concept LIGHT

Questo Concept è, senza dubbio, uno dei più importanti all'interno del WELL Building Standard dal momento che la luce in generale, e quella naturale in particolare, è un elemento fondamentale per la sopravvivenza, la salute e il benessere dell'uomo.

All'interno del LEED Green Building Rating System sono pochi i requisiti che riguardano il tema della luce, esso è presente solo in qualità di sottoargomento di alcuni contenuti. Viene citato all'interno del tema "Sustainable sites" (Siti sostenibili) per quanto riguarda la riduzione dell'inquinamento luminoso, all'interno di "Energy and atmosphere" (Energia e atmosfera) per favorire l'utilizzo di apparecchi e sistemi di illuminazione efficienti volti al risparmio energetico, viene anche citato per quanto riguarda il commissioning sugli impianti di illuminazione e, infine, se ne parla all'interno di "Indoor environmental quality" (Qualità dell'ambiente interno) per quanto riguarda il comfort visivo e la luce naturale e qualità visiva.

All'interno del WELL Building Standard, invece, questo argomento è toccato in maniera molto più approfondita. Innanzitutto, c'è un intero Concept dedicato alla luce, diviso in 11 features, dedicate alla luce naturale, artificiale e all'integrazione tra le due e, soprattutto, tema molto innovativo all'interno di uno standard, alla luce circadiana.

Ma della luce si parla anche in altri Concept: nella feature 11 Fundamental material safety, parte 5: Mercury limitation, del Concept AIR si fa riferimento alla presenza di sostanze, all'interno dell'ambiente, che non siano nocive per l'uomo, utilizzando, ad esempio, lampade che non contengano mercurio; nella feature 64 Interior fitness circulation, parte 3: Facilitative aesthetics, viene specificato che nei progetti che hanno da 2 a 4 piani fuori terra le scale e i percorsi di frequente percorrenza devono avere elementi che incorporino almeno due requisiti elencati, come, ad esempio, livelli di illuminamento di almeno 215 lux. Gli attuali codici di illuminazione e linee guida forniscono raccomandazioni di illuminamento per diversi tipi di locali. Questi standard, creati da gruppi tecnici come l'Illuminating Engineering Society (IES), garantiscono una buona acuità visiva (o acutezza visiva) per una varietà di compiti per evitare l'affaticamento degli occhi e ridurre al minimo la perdita di produttività e il mal di testa.

Il Concept Light mira a fornire le linee guida per un'illuminazione adeguata sia dal punto di vista della luce naturale sia da quello della luce artificiale. Per quanto riguarda la prima punta a minimizzare il disturbo dei ritmi circadiani del corpo umano, a migliorare la produttività e a fornire un'adeguata acuità visiva. Il secondo obiettivo è quello di richiedere sistemi illuminotecnici specializzati progettati per migliorare la prontezza degli utenti dell'edificio e favorire una buona qualità del sonno.

I ritmi circadiani sono sincronizzati con il ciclo naturale giorno-notte attraverso diversi segnali dell'ambiente, il cui principale è la luce. La desincronizzazione o la rottura di questi ritmi è strettamente collegata a fenomeni di obesità, diabete, depressione e disordini del metabolismo. L'esposizione ad una forte luce artificiale durante la sera e la notte (inclusa anche quella proveniente da schermi luminosi) determina la desincronizzazione dei ritmi circadiani che, a sua volta, provoca effetti negativi sulla salute, come tumori e disturbi del sonno e del metabolismo.

Dal momento che le persone passano la maggior parte delle loro giornate negli spazi chiusi, un'illuminazione insufficiente o una progettazione illuminotecnica non corretta possono portare allo sfasamento dei ritmi, specialmente se accompagnate da un'inappropriata esposizione alla luce durante la notte/mattina presto. Questa può causare un avanzamento di fase, mentre un'esposizione nel tardo pomeriggio/sera può causare un ritardo di fase. Questi avanzamenti e ritardi possono impattare sul ciclo sonno-veglia e quindi desincronizzare i ritmi circadiani.

Alcuni studi hanno dimostrato che l'esposizione alla luce naturale può avere effetti positivi sull'umore e ridurre i sintomi della depressione. Stanze con finestre grandi e soleggiate riducono molto i tempi di guarigione dei pazienti affetti da forte depressione e di quelli colpiti da infarti, rispetto a stanze che si affacciano su altri edifici o altre ostruzioni. Una ridotta esposizione può anche portare ad una riduzione delle funzioni cognitive negli individui. Studi dimostrano forti legami tra una vista migliore, una luce migliore e migliori prestazioni negli ambienti di lavoro.

Solitamente l'illuminazione, nella maggior parte degli spazi, viene progettata per andare incontro al compito visivo, ma non tiene conto della salute mentale e circadiana degli utenti. Questo rappresenta un'opportunità per i progetti di fornire condizioni di illuminazione che vadano incontro ai bisogni di salute e

benessere degli esseri umani.

Integrare la luce naturale e la luce artificiale per creare strategie incentrate sulla salute umana, insieme ai requisiti tradizionali per il compito e il comfort visivo, può portare ad avere ambienti più sani e più produttivi. Capire i bisogni specifici e le preferenze degli utenti in uno spazio è parte integrante della creazione di ambienti di illuminazione efficaci, ed è la chiave per creare ambienti più salutaris, migliorando l'umore generale e incrementando la produttività degli impiegati.

FEATURES	Progetto/ struttura	Costru- zione	Eserci- zio	New and existing buildings	New and existing interiors	Core and shell
53 Visual lighting design						
Parte 1: Visual acuity for focus	●			-	P	P
Parte 2: Brightness management strategies	●			-	P	P
54 Circadian lighting design						
Parte 1: Melanopic light intensity for work areas	●			-	P	P
55 Electric light glare control						
Parte 1: Luminaire shielding	●		●	-	P	P
Parte 2: Glare minimization	●		●	P	P	P
56 Solar glare control						
Parte 1: View window shading	●		●	O	P	P
Parte 2: Daylight management	●		●	O	P	P
57 Low-glare workstation design						
Parte 1: Glare avoidance	●			-	O	O
58 Color quality						
Parte 1: Color rendering index	●			-	O	O
59 Surface design						
Parte 1: Working and learning area surface reflectivity	●			-	O	O
60 Automated shading and dimming controls						
Parte 1: Automated sunlight control	●		●	-	O	O
Parte 2: Responsive light control	●		●	-	O	O
61 Right to light						
Parte 1: Lease depth	●		●	O	O	O
Parte 2: Window access	●		●	-	O	O
62 Daylight modeling						
Parte 1: Healthy sunlight exposure	●			O	O	O
63 Daylighting fenestration						

Parte 1: Window sizes for working and learning spaces	●			O	O	O
Parte 2: Window transmittance in working and learning areas	●			O	O	O
Parte 3: Uniform color transmittance	●			O	O	O

+

11 Fundamental material safety						
Parte 5: Mercury limitation	●			P	P	P

64 Interior fitness circulation						
Parte 3: Facilitative aesthetics	●			P	O	P

Ogni feature verrà di seguito spiegata nel dettaglio.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
53 <u>Visual lighting design</u>	-Endocrino -Muscolare -Nervoso 	Supportare l'acutezza visiva impostando una soglia per livelli di luce adeguati e richiedendo una luminanza bilanciata negli spazi interni	
Parte 1: Visual acuity for focus (Acuità visiva per la concentrazione)			a. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve mantenere un'intensità luminosa media ≥ 215 lux, misurata sul piano di lavoro orizzontale. Le luci possono essere attenuate in presenza di luce naturale, ma devono raggiungere autonomamente questi livelli b. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve essere suddiviso in zone controllate in modo indipendente, non più grandi di 46,5 m ² o il 20% della superficie del pavimento (a seconda della grandezza del locale) c. Se la luce ambientale media è inferiore a 300 lux, su richiesta, devono essere disponibili luci da scrivania da 300 a 500 lux sul piano di lavoro

<p>Parte 2: Brightness management strategies (Strategie di gestione della luminosità)</p>			<p>Devono essere presi in considerazione almeno due dei seguenti requisiti:</p> <p>a. Contrasti di massima luminosità tra le stanze principali e gli spazi ausiliari, come i corridoi e le trombe delle scale, se presenti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una stanza principale non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di uno spazio ausiliario</p> <p>b. Contrasto massimo di luminosità tra le superfici di lavoro e le superfici immediatamente adiacenti, comprese le schermate dei terminali. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 3 volte maggiore o minore di una superficie adiacente</p> <p>c. Contrasti di luminosità tra superfici di lavoro e superfici lontane non adiacenti nella stessa stanza. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di un'altra superficie lontana nella stessa stanza</p> <p>d. Il modo in cui la luminosità è distribuita attraverso i soffitti in una determinata stanza che mantiene una varietà di illuminazione, ma evita sia zone scure sia punti eccessivamente luminosi e potenzialmente abbaglianti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una parte del soffitto non può essere 10 volte più o meno luminosa di un'altra parte nella stessa stanza</p>
---	--	--	--

Questa feature si rivolge alla progettazione dell'illuminazione per il compito visivo.

Se un soggetto si trova in un ambiente sfavorevole, molto probabilmente metterà in atto delle strategie per far fronte allo stress, modificando la sua prestazione e alterando la sua struttura corporea.

Le parti 1 e 2 caratterizzano il progetto dell'edificio, poiché i livelli di luce per l'acutezza visiva e i livelli di luminosità sono dati dalle lampade scelte in fase di progetto, che possono comunque essere adeguate ai requisiti successivamente.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
<p>54 <u>Circadian lighting design</u></p>	<p>-Cardiovascolare -Digestivo -Endocrino -Immunitario -Muscolare -Nervoso</p> 	<p>Supportare la salute delle persone agendo sui ritmi circadiani, impostando una soglia minima per l'intensità della luce naturale</p>	
<p>Parte 1: Melanopic light intensity for work areas (Intensità della luce melanopica per le aree di lavoro)</p>			<p>Deve essere soddisfatto almeno uno dei requisiti seguenti:</p> <p>a. Nel 75% o più delle postazioni di lavoro devono essere presenti almeno 200 lux melanopici, misurati sul piano verticale rivolto in avanti, a 1,2 m dal pavimento (per simulare la vista dell'utente). Questo livello di illuminamento può comprendere la luce naturale e deve essere presente almeno per un orario compreso tra le 9:00 e le 13:00, in tutti i giorni dell'anno</p> <p>b. Per tutte le postazioni di lavoro, le luci artificiali devono fornire un'illuminamento mantenuto sul piano verticale rivolto in avanti di almeno 150 lux melanopici</p>

Questa feature si rivolge alla progettazione dell'illuminazione circadiana, ovvero una progettazione che tenga conto di tutti quegli effetti non visivi che ha la luce sull'essere umano.

Poiché la luce ha un impatto importante sulla regolazione dei ritmi circadiani dell'uomo, in questa feature sono coinvolti tutti quei sistemi collegati a questi ritmi, al ciclo sonno-veglia, ecc., dati dal giusto apporto di luce naturale e artificiale per far sì che non subiscano cambiamenti di fase.

La parte 1 caratterizza il progetto dell'edificio, poiché si tratta, anche in questo caso, di intensità della luce data dalle sorgenti decise in fase di progetto.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
55 <u>Electric light glare control</u>	-Scheletrico -Muscolare -Nervoso 	Ridurre al minimo l'abbagliamento diretto e dall'alto impostando limiti d'intensità luminosa degli apparecchi	
Parte 1: Luminaire shielding (Schermatura dell'apparecchio)			Negli spazi regolarmente occupati devono essere soddisfatti i seguenti requisiti: a. Nessuna schermatura richiesta per meno di 20.000 cd/m ² (incluse le sorgenti riflesse) b. α : 15° da 20.000 a 50.000 cd/m ² c. α : 20° da 50.000 a 500.000 cd/m ² d. α : 30° da 500.000 in poi
Parte 2: Glare minimization (Riduzione al minimo dell'abbagliamento)			Su postazioni di lavoro, scrivanie e altri posti a sedere, deve essere soddisfatto uno dei seguenti requisiti: a. Gli apparecchi oltre 53° sopra il centro di visione (sopra l'orizzontale) devono avere una luminanza inferiore a 8.000 cd/m ² b. Le postazioni di lavoro devono ottenere un UGR \leq 19

Questa feature serve per controllare l'abbagliamento dato dalla luce artificiale.

Uno dei problemi di essere abbagliati dalla luce è quello di cercare di cambiare la propria posizione, per esempio mentre si lavora, in funzione di essa, azione che può portare a dolori articolari o muscolari a lungo andare ed apportare livelli elevati di stress.

La parte 1 e la parte 2 caratterizzano il progetto e la gestione dell'edificio, poiché sono entrambe caratteristiche che possono essere implementate anche una volta che le sorgenti sono già state installate.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
56 <u>Solar glare control</u>	-Scheletrico -Muscolare -Nervoso 	Evitare l'abbagliamento dato dal sole, bloccando o riflettendo la luce diretta lontano dagli utenti	
Parte 1: View window shading (Oscuranti per le finestre)			Almeno uno dei seguenti requisiti deve essere soddisfatto per tutte le parti vetrate a meno di 2,1 m dal pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atrii): a. Schermature o tapparelle interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento c. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmittanza del 90% o più
Parte 2: Daylight management (Gestione della luce naturale)			È richiesto almeno uno dei seguenti requisiti per tutte le parti vetrate superiori a 2,1 m sopra il pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atrii): a. Schermature o tapparelle interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento c. Ripiani interni per riflettere la luce del sole verso il soffitto d. Una pellicola di micro-specchi sulla finestra che rifletta la luce del sole verso il soffitto e. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmittanza del 90% o più

Questa feature serve per il controllo dell'abbagliamento dato dalla luce del sole.

Le parti 1 e 2 caratterizzano il progetto e la gestione dell'edificio, poiché gli oscuranti e la gestione della

luce naturale vengono definite da progetto, ma possono essere adeguate anche successivamente in base alle richieste degli utenti o a cambiamenti nella disposizione dell'arredamento per esempio.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
57 <u>Low-glare workstation design</u>	-Scheletrico -Muscolare -Nervoso 	Minimizzare il discomfort visivo posizionando i monitor dei computer in modo da evitare abbagliamento e contrasti di luminanza	
Parte 1: Glare avoidance (Evitare l'abbagliamento)			a. Per ridurre al minimo l'abbagliamento causato dalla luce solare incidente, tutti gli schermi dei computer sulle scrivanie situati entro 4,5 m dalle finestre possono essere orientati con un angolo di 20° perpendicolare al piano della finestra più vicina b. Gli apparecchi a soffitto non devono essere rivolti direttamente sugli schermi dei computer

Questa feature, come le due precedenti, riguarda l'abbagliamento e, in particolare, la progettazione di postazioni di lavoro che abbiano un basso livello di abbagliamento in corrispondenza dei terminali.

La parte 1 caratterizza il progetto e la gestione dell'edificio, poiché, come per la feature precedente, si può intervenire successivamente per cambiare la disposizione dei terminali per andare in contro ai bisogni degli utenti.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
58 <u>Color quality</u>	-Nervoso 	Migliorare l'estetica spaziale e la differenziazione dei colori attraverso l'uso di lampade con una resa cromatica alta e di qualità	
Parte 1: Color rendering index (Indice di resa cromatica (CRI))			Per rendere con precisione i colori nello spazio e migliorare il comfort degli utenti, tutti gli apparecchi (ad eccezione di apparecchi decorativi, luci di

			emergenza e altre luci speciali) devono soddisfare le seguenti condizioni: a. CRI Ra (in un range tra R1 e R8) ≥ 80 b. CRI R9 ≥ 50
--	--	--	--

Questa feature riguarda la resa di colore delle sorgenti.

Il fatto di non riuscire a distinguere al meglio i colori sul piano di lavoro mentre si sta svolgendo un compito è, senza dubbio, una fonte di stress non trascurabile.

La parte 1 riguarda il progetto, poiché l'indice di resa cromatica è determinato dal tipo di sorgente luminosa che si decide di installare ed è definito dalla casa produttrice.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
59 <u>Surface design</u>	-Endocrino -Muscolare -Nervoso 	Aumentare la luminosità generale dei locali attraverso la luce riflessa dalle superfici ed evitare l'abbagliamento	
Parte 1: Working and learning area surface reflectivity (Riflessione delle superfici delle aree di lavoro e di studio)			Devono essere soddisfatti i seguenti valori di riflessione luminosa (LRV): a. I soffitti devono avere un LRV medio $\geq 0,8$ (80%) per almeno l'80% della superficie in spazi regolarmente occupati b. Le superfici verticali devono avere un LRV medio $\geq 0,7$ (70%) per almeno il 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati c. Gli arredi devono avere un LRV medio $\geq 0,5$ (50%) per il 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati

Questa feature si occupa del progetto delle superfici dell'ambiente.

Anche le superfici possono apportare una discreta quantità di luce, che viene riflessa grazie ad esse e, per questo, la loro colorazione e finitura superficiale ha una grande importanza.

La parte 1 riguarda il progetto, poiché la lavorazione delle superfici viene decisa in fase progettuale, ma può anche essere implementata in seguito per andare in contro ai requisiti del protocollo.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
60 <u>Automated shading and dimming control</u>	-Endocrino -Muscolare -Nervoso 	Aumentare la luminosità generale dei locali attraverso la luce riflessa dalle superfici ed evitare l'abbagliamento	
Parte 1: Automated sunlight control (Controllo automatico della luce solare)			Tutte le finestre di dimensioni superiori a 0,55 m ² devono avere le seguenti caratteristiche: a. Dispositivi di ombreggiatura che si attivano automaticamente quando i sensori della luce indicano che la luce solare potrebbe contribuire ad abbagliare le postazioni di lavoro e altre aree con posti a sedere
Parte 2: Responsive light control (Controllo della luce intelligente)			Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti nelle aree di lavoro principali: a. Tutte le luci, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmate utilizzando sensori di presenza per ridursi automaticamente al 20% o meno (o spegnersi) quando la zona non è occupata b. Tutte le luci, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmate per attenuarsi continuamente in risposta alla luce naturale

Questa feature riguarda il controllo automatico degli oscuranti e dell'ombreggiamento.

La parte 1 e la parte 2 caratterizzano il progetto e la gestione dell'edificio, poiché questi dispositivi per il controllo della luce possono essere pensati in fase di progetto ma anche inclusi successivamente.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
61 <u>Right to light</u>	-Cardiovascolare -Digestivo -Endocrino -Immunitario -Muscolare -Nervoso -Riproduttivo 	Promuovere l'esposizione alla luce naturale e la vista verso l'esterno a distanze variabili limitando la distanza, le postazioni di lavoro possono essere posizionate vicino a una finestra o un atrio	
Parte 1: Lease depth			a. Il 75% dell'area di tutti gli spazi regolarmente occupati deve trovarsi entro 7,5 m da finestre con vista
Parte 2: Window access (Accesso alle finestre)			a. Il 75% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 7,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno b. Il 95% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 12,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno

Questa feature riguarda la giusta esposizione degli utenti alla luce naturale e alla vista verso l'esterno.

Le parti 1 e 2 di questa feature riguardano il progetto e la gestione, poiché il posizionamento delle postazioni di lavoro dipende dalla disposizione dell'arredamento interno, ed esso può subire delle modifiche successivamente per andare in contro ai requisiti.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
62 <u>Daylight modeling</u>	-Cardiovascolare -Digestivo -Endocrino -Immunitario -Muscolare -Nervoso -Riproduttivo 	Supportare il buon funzionamento dei ritmi circadiani e la salute psicologica impostando dei valori soglia per l'esposizione interna alla luce del sole	
Parte 1: Healthy sunlight exposure (Esposizione salutare alla luce del sole)			Simulazioni di luce devono dimostrare le seguenti condizioni: a. L'autonomia spaziale della luce naturale (sDA300,50%) deve essere raggiunta per almeno il 55% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, almeno il 55% dello spazio deve ricevere almeno 300 lux di luce solare per almeno il 50% delle ore di funzionamento ogni anno b. L'esposizione annuale alla luce solare (ASE1000,250) deve essere raggiunta per non più del 10% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, non più del 10% dell'area può ricevere più di 1.000 lux per 250 ore all'anno

Questa feature riguarda la modulazione della luce naturale per andare incontro ai bisogni degli utenti.

La parte 1 caratterizza il progetto, poiché l'esposizione alla luce del sole e il giusto apporto di luce naturale negli ambienti, come viene intesa per questa feature, dipende dalla disposizione delle superfici vetrate nell'edificio.

FEATURE	Sistemi e apparati coinvolti	Scopo	Requisiti
63 <u>Daylighting fenestration</u>	-Cardiovascolare -Digestivo -Endocrino -Immunitario -Muscolare -Nervoso -Riproduttivo 	Ottimizzare l'esposizione degli utenti alla luce naturale e limitare l'abbagliamento attraverso parametri migliorati di disposizione delle finestre	
Parte 1: Windows sizing for working and learning spaces (Dimensionamento delle finestre per spazi di lavoro e studio)			Le seguenti condizioni devono essere soddisfatte lungo le facciate degli spazi regolarmente occupati: a. Il rapporto tra finestre e pareti, misurato sui prospetti esterni, deve essere compreso tra il 20% e il 60%. Percentuali superiori al 40% richiedono ombreggiature esterne o vetri opacizzanti regolabili per controllare l'apporto di calore indesiderato e l'abbagliamento b. Tra il 40% e il 60% dell'area della finestra deve essere almeno 2,1 m sopra il pavimento
Parte 2: Windows transmittance in working and learning areas (Trasmittanza delle finestre nelle aree di lavoro e studio)			Le seguenti condizioni di trasmissione luminosa (VT) devono essere soddisfatte per tutte le parti vetrate non decorative: a. Tutte le vetrate (esclusi i lucernari) situate a più di 2,1 m dal pavimento devono avere una $VT \geq 60\%$ b. Tutti le vetrate situate a 2,1 m o meno dal pavimento devono avere una $VT \geq 50\%$
Parte 3: Uniform color transmittance (Trasmittanza di colore uniforme)			Tutte le finestre utilizzate per l'illuminazione naturale devono soddisfare i seguenti requisiti: a. La trasmissione luminosa (VT) delle lunghezze d'onda comprese tra 400 e 650 nm non deve variare di più di un fattore di 2

Questa feature tratta della disposizione delle finestre in merito alla luce naturale.

Le parti 1, 2 e 3 di questa feature riguardano esclusivamente l'aspetto progettuale, poiché, come già accennato per la parte 1 della feature precedente, il dimensionamento e la trasmittanza delle finestre dipendono dal progetto dell'edificio.

FEATURE	Scopo	Requisiti
11 <u>Fundamental material safety</u>	Evitare la presenza di mercurio	
Parte 5: Mercury limitation (limitazione del mercurio)		<p>Le apparecchiature e i dispositivi contenenti mercurio devono essere soggetti a restrizioni in conformità con le seguenti linee guida:</p> <p>b. Non si possono installare lampade non conformi ai limiti di mercurio specificati nell'appendice C, tabella A5 del protocollo. Il progetto deve sviluppare un piano per aggiornare qualsiasi lampada non conforme esistente, per trasformarla in una a basso contenuto o senza la presenza di mercurio</p> <p>c. Per la segnaletica delle uscite di emergenza devono essere usate solo lampade LED o LEC</p> <p>d. Non devono essere utilizzate lampade a vapori di mercurio o ad alogenuri metallici ad alta intensità</p>

FEATURE	Scopo	Requisiti
64 <u>Interior fitness circulation</u>	Incoraggiare l'attività fisica e limitare la sedentarietà attraverso scale, ingressi e corridoi ben visibili, accessibili e sicuri	
Parte 3: Facilitative aesthetics		<p>In progetti che hanno da 2 a 4 piani fuori terra, sia le scale sia i percorsi molto frequentati devono disporre di elementi che incorporino almeno due delle seguenti caratteristiche:</p> <p>a. Opere d'arte</p> <p>b. Musica</p> <p>c. Luce naturale attraverso finestre o lucernari di almeno 1 m²</p> <p>d. Finestre con vista</p> <p>e. Livelli di illuminamento di almeno 215 lux quando sono in uso</p> <p>f. Elementi biofilici</p>

Questa feature mostra quanto sia importante dare una certa rilevanza ad elementi che spesso non vengono messi abbastanza in risalto all'interno del progetto, come le scale, le quali sono un importante elemento relazionale all'interno di un edificio e, se vengono evidenziate con un'illuminazione adeguata, e non solo caratterizzate dalle segnaletiche di emergenza, come avviene spesso, possono portare un grande valore aggiunto.

2.4.1 Metodologie di misura in campo

Feature 53 Visual lighting design	Parametri misurati	Strumenti impiegati	Punti di campionamento	Durata della misura
<p>Parte 1: Visual acuity for focus</p> <p>Parte 3: Commercial kitchen lighting*</p> <p>Parte 5: Visual acuity for learning*</p> <p>Parte 6: Visual acuity for dining*</p> <p>*Queste parti si trovano in versioni pilota del protocollo, le quali si riferiscono a tipologie progettuali diverse da quella commerciale.</p>	-Illuminamento	-Luxmetro	<p>-Le misure devono essere prese sul piano di lavoro</p> <p>-Il numero di punti di campionamento deve garantire il 90% di certezza che la media dei valori di illuminazione misurati rientri in un intervallo di confidenza di $\pm 10\%$. Bisogna assumere una distribuzione ipergeometrica delle misure</p> <p>-Deve essere misurato un numero proporzionato di ogni tipo di postazione di lavoro</p>	-Istantanea in ogni punto di campionamento

Il luxmetro deve essere usato entro i limiti delle specifiche di prestazione elencati in tabella:

Parametro	Range di misura	Precisione	Risoluzione
Illuminamento	5-50.000 lux	$\pm 5\%$	1 lux

La formula per definire i punti di misura è la seguente:
$$n = \frac{Nz^2pq}{E^2(N-1)+z^2pq} = \frac{68N}{N+67}$$

Dove:

E = intervallo di confidenza (margine di errore) = + 10% livello di confidenza = 90%

z = punteggio Z corrispondente al livello di confidenza del 90% = 1,65

p = proporzione di eventi nella popolazione = assumere 0,5

q = proporzione di non eventi nella popolazione = assumere 0,5

N = quantità totale della popolazione

Ulteriori requisiti:

-Le misure vanno effettuate sul piano orizzontale dell'area della postazione di lavoro dove l'utente lavora o è situato solitamente.

-Il luxmetro deve essere posizionato al centro della superficie del piano di lavoro.

-Le misure di illuminamento devono essere prese solo in presenza di luce artificiale.

-Le misure vanno effettuate su un piano dell'edificio, se l'edificio va da 1 a 4 piani; su due piani se l'edificio ha più di 5 piani.

-Se, per esempio, un edificio è costituito da 4 piani, di cui 1 dedicato alla lobby e gli altri 3 agli uffici, le misure vanno effettuate in un piano dedicato ad uffici.

-Il livello di illuminamento più basso misurato deve corrispondere almeno alla metà del target.

Feature 54 Circadian lighting design	Parametri misurati	Strumenti impiegati	Punti di campionamento	Durata della misura
<p>Parte 1a: Melanopic Light Intensity for Work Areas</p> <p>Parte 4a: Melanopic Light Intensity in Learning Areas*</p>	-Lux melanopici equivalenti (potenza spettrale)	-Spettrofotometro	<p>-Le misure vanno effettuate nelle postazioni di lavoro e scrivanie</p> <p>-I punti di campionamento devono essere un campione statistico casuale calcolato conformemente a quanto descritto per la Feature 53 (vedi Feature 53, Punti di campionamento)</p> <p>-Deve essere misurato un numero proporzionato di ogni tipo di postazione di lavoro</p>	-Istantanea in ogni punto di campionamento
<p>Parte 1a: Melanopic Light Intensity for Work Areas</p> <p>Parte 4a: Melanopic Light Intensity in Learning Areas*</p> <p>Parte 1b: Melanopic Light Intensity for Work Areas (solo luce artificiale)</p> <p>Parte 3: Melanopic Light Intensity in Breakrooms*</p> <p>Parte 4b: Melanopic Light Intensity in Learning Areas*</p> <p>*Queste parti si trovano in versioni pilota del protocollo, le quali si riferiscono a tipologie progettuali diverse da quella commerciale.</p>			<p>-Le misure vanno effettuate nei posti solitamente occupati (scrivanie, posti a sedere, postazioni di lavoro)</p> <p>-I punti di campionamento devono essere un campione statistico casuale calcolato conformemente a quanto descritto per la Feature 53 (vedi Feature 53, Punti di campionamento)</p> <p>-Deve essere misurato un numero proporzionato di ogni tipo di postazione di lavoro</p>	-Istantanea in ogni punto di campionamento

Lo spettrofotometro deve essere usato entro i limiti delle specifiche di prestazione mostrati in tabella:

Parametro	Range di misura	Precisione	Risoluzione
Potenza spettrale	380-780 nm	± 5%	10 nm o meno

Ulteriori requisiti (Parte 1a):

- Le misure vanno effettuate in presenza sia di luce naturale sia artificiale.
- Le misure devono essere effettuate su ciascuna postazione di lavoro ad almeno 1,2 m dal pavimento su un piano verticale (perpendicolare al pavimento) rivolto nella direzione della postazione di lavoro.
- Lo strumento deve essere montato su un treppiede e posizionato su una superficie stabile.
- Il WELL Assessor registra la potenza spettrale a ciascuna delle lunghezze d'onda stabilite nella tabella riportata sotto.

Per calcolare il rapporto melanopico della luce bisogna iniziare ottenendo l'emissione luminosa della lampada ad ogni incremento di 5 nm, che può essere data dal produttore o utilizzando uno spettrometro; quindi bisogna moltiplicare il risultato per le curve melanopiche e visive fornite per ottenere le risposte melanopiche e visive; infine bisogna dividere la risposta melanopica totale per la risposta visiva totale e moltiplicare il quoziente per 1,218.

$EML = L \text{ (photopic lux)} \times R \text{ (melanopic ratio)}$

Sebbene gli ipRGC abbiano un picco di sensibilità a circa 480 nm, la risposta melanopica in questa tabella raggiunge i 490 nm perché tiene conto dell'occhio adulto, che di solito trasmette luce a una lunghezza d'onda maggiore.

Wavelength	Light Output	Melanopic Curve	Melanopic Response	Visual Curve	Visual Response
380		0.00092		0.00004	
385		0.00167		0.00006	
390		0.00309		0.00012	
395		0.00588		0.00022	
400		0.01143		0.00040	
405		0.02281		0.00064	
410		0.04615		0.00121	
415		0.07948		0.00218	
420		0.13724		0.00400	
425		0.18710		0.00730	
430		0.25387		0.01160	
435		0.32068		0.01684	
440		0.40159		0.02300	
445		0.47400		0.02980	
450		0.55372		0.03800	
455		0.62965		0.04800	
460		0.70805		0.06000	
465		0.78522		0.07390	
470		0.86029		0.09098	
475		0.91773		0.11260	
480		0.96560		0.13902	
485		0.99062		0.16930	
490		1.00000		0.20802	
495		0.99202		0.25860	
500		0.96595		0.32300	
505		0.92230		0.40730	
510		0.86289		0.50300	
515		0.78523		0.60820	
520		0.69963		0.71000	
525		0.60942		0.79320	
530		0.51931		0.86200	
535		0.43253		0.91485	
540		0.35171		0.95400	
545		0.27914		0.98030	

550	0.21572	0.99495
555	0.16206	1.00000
560	0.11853	0.99500
565	0.08435	0.97860
570	0.05870	0.95200
575	0.04001	0.91540
580	0.02687	0.87000
585	0.01786	0.81630
590	0.01179	0.75700
595	0.00773	0.69490
600	0.00507	0.63100
605	0.00332	0.56680
610	0.00218	0.50300
615	0.00143	0.44120
620	0.00095	0.38100
625	0.00063	0.32100
630	0.00042	0.26500
635	0.00028	0.21700
640	0.00019	0.17500
645	0.00013	0.13820
650	0.00009	0.10700
655	0.00006	0.08160
660	0.00004	0.06100
665	0.00003	0.04458
670	0.00002	0.03200
675	0.00001	0.02320
680	0.00001	0.01700
685	0.00001	0.01192
690	0.00000	0.00821
695	0.00000	0.00572
700	0.00000	0.00410
705	0.00000	0.00293
710	0.00000	0.00209
715	0.00000	0.00148
720	0.00000	0.00105
725	0.00000	0.00074
730	0.00000	0.00052
735	0.00000	0.00036
740	0.00000	0.00025
745	0.00000	0.00017
750	0.00000	0.00012
755	0.00000	0.00008
760	0.00000	0.00006
765	0.00000	0.00004
770	0.00000	0.00003
775	0.00000	0.00002
780	0.00000	0.00001

-La metodologia descritta nella tabella viene utilizzata per calcolare i lux melanopici equivalenti usando i valori di potenza spettrale registrati.

Viene eseguita un'analisi statistica sulle misurazioni totali registrate per determinare se con il 75% di postazioni di lavoro/scrivanie si ottiene un livello di lux melanopici equivalenti superiore alla quantità richiesta.

Ulteriori requisiti (parte 1b):

- Le misure devono essere prese solo in presenza di luce artificiale. Questo può essere fatto a) prendendo misure di notte con le luci elettriche accese o b) prendendo due misure, una in presenza sia di luce

naturale sia di luce artificiale e una sola con luce naturale. La luce naturale può quindi essere sottratta dalle misure di luce totale per ottenere le misure con la sola luce artificiale.

-Le misure devono essere effettuate su ciascuna postazione di lavoro ad almeno 1,2 m dal pavimento su un piano verticale (perpendicolare al pavimento) rivolto nella direzione della postazione di lavoro.

-Lo strumento deve essere montato su un treppiede e posizionato su una superficie stabile.

-Il WELL Assessor deve prendere nota del tipo di lavoro svolto in ogni spazio solitamente occupato.

-Il WELL Assessor registra la potenza spettrale a ciascuna delle lunghezze d'onda stabilite nella tabella riportata sopra (Ulteriori requisiti (parte 1a)).

-La metodologia descritta nella tabella verrà utilizzata per calcolare i lux melanopici equivalenti usando i valori di potenza spettrale registrati.

2.5 Evoluzione del WELL Building Standard: da v1 a v2

Una caratteristica molto importante del WELL Building Standard è che esso è un programma in continua evoluzione, che viene aggiornato man mano che prove e tecnologie migliorate diventano disponibili. Infatti, sono stati sviluppati programmi pilota per testare e perfezionare il modo in cui WELL può essere applicato ai diversi tipi di spazio.

A partire dal 2014, anno in cui è nato il WELL Building Standard, e passando dal 2017, anno in cui IWBI ha ampliato il suo campo d'azione per stabilire un nuovo punto di riferimento globale per comunità sane a livello distrettuale, ovvero il WELL Building Community Standard, si è arrivati ad avere la versione 2 pilota dello standard: WELL v2.

Il WELL v2 è caratterizzato da obiettivi importanti, il cui fondamentale è quello che sostiene che sia fatto per tutti. Quest'ultima versione è volta a offrire una scelta più ampia, coinvolgendo i bisogni di ogni tipo di edificio, in qualsiasi parte del mondo ed essendo "equo". Il protocollo WELL viene utilizzato in più di trenta Paesi: per rendere il WELL v2 adatto a tutti viene approcciato il principio della globalizzazione attraverso una strategia di localizzazione, prendendo in considerazione problemi di salute regionali, norme culturali e realtà di mercato. Quello che rende possibile tutto ciò è che WELL v2 è dinamico, è un sistema che può imparare, evolversi e migliorare continuamente. Allontanandosi da una scala di punteggio prefissata, dà la possibilità di concentrarsi sui punteggi che più interessano il proprio progetto, e questo permette di introdurre regolarmente nuove parti e percorsi per rendere WELL più adattabile ad ogni edificio in qualsiasi luogo.

I principi del WELL v2:

-Equo: offre il massimo beneficio al maggior numero di persone, includendo tutti i gruppi demografici ed economici e con una considerazione speciale per le popolazioni meno avvantaggiate o vulnerabili;

-Globale: propone interventi fattibili, realizzabili e pertinenti per molte applicazioni in tutto il mondo;

-Basato sull'evidenza: sostenuto da una ricerca forte e convalidata che porta a conclusioni che possono essere accettate dalla comunità scientifica;

-Tecnicamente forte: attinge dalle "best practices" del settore e da strategie comprovate, offrendo coerenza nelle scoperte in tutti i campi o discipline pertinenti;

-Incentrato sui clienti: definisce i requisiti del programma attraverso un processo dinamico, con molteplici opportunità per il coinvolgimento degli stakeholders e sfruttando le competenze di leader affermati nel campo della scienza, della medicina, del business, del design e delle costruzioni;

-Resiliente: risponde ai progressi della conoscenza e della tecnologia scientifica, adattando e integrando continuamente nuove scoperte sul campo.

Rispetto alla versione precedente sono stati apportati alcuni cambiamenti: la versione 1 era caratterizzata da numeri consecutivi delle varie features attraverso i vari Concept (dalla 1 alla 105), nella v2, invece, ogni Concept è caratterizzato dal proprio numero di features; sono state ridotte le preconditions; le optimizations risultano più flessibili; è presente una scorecard dinamica; un sistema di rating unificato; è stato inserito un supporto ai progetti tramite un WELL Coach; è stata in parte modificata la terminologia; infine, il numero dei Concepts è passato da 7 a 10.

I 10 Concept:

AIR

WATER

NOURISHMENT

LIGHT

MOVEMENT (FITNESS in v1)

THERMAL COMFORT (COMFORT in v1, racchiudeva anche "SOUND")

SOUND (non presente in v1)

MATERIALS (non presente in WELL v1)

MIND

COMMUNITY (non presente in v1)

LIGHT

V1	V2
F53 Visual lighting design P	L01 Light exposure and education P (New)
F54 Circadian lighting design P	L02 Visual lighting design P
F55 Electric light glare control P	L03 Circadian lighting design P
F56 Solar glare control O P P	L04 Glare control O
F57 Low glare workstation design O (Old)	L05 Enhanced daylight access O (New)
F58 Color quality O	L06 Visual balance O (New)
F59 Surface design O (Old)	L07 Electric light quality O
F60 Automated shading and dimming control O (Old)	L08 Occupant control of lighting environment O (New)
F61 Right to light O (Old)	
F62 Daylight modeling O (Old)	
F63 Daylighting fenestration O (Old)	

Questa tabella mostra le differenze presenti tra le features riguardanti il Concept LIGHT delle due versioni del protocollo. È possibile osservare come esse siano state ridotte di numero in V2, essendo solo più 3 Preconditions e 5 Optimizations; inoltre le features 55 e 56, dedicate all'evitamento dell'abbagliamento da luce solare e artificiale, sono state condensate in una sola feature. Oltre ad essere state ridotte sono anche cambiate, infatti ne sono presenti 4 nuove su 8.

Con questa versione (V2) si va, quindi, verso una semplificazione del protocollo, ritornando ad avere una struttura più simile a quella del protocollo LEED, ma con un'attenzione maggiore a quelli che sono i temi della luce circadiana e, in generale, al benessere degli occupanti.

Il WELL v2 opera su un sistema a punti, con un totale di 110 punti disponibili per ogni progetto. Tutte le Optimizations hanno un punteggio massimo. Il punteggio di una feature è determinato dal suo potenziale di impatto, ovvero la misura in cui una feature si rivolge a uno specifico problema di salute e benessere o opportunità per la promozione della salute. Tutte le Optimizations devono mantenere punteggi uguali o inferiori al punteggio massimo. Se un'Optimization contiene più parti e punti rispetto al massimo, queste parti serviranno a fornire più opzioni, ma i progetti non possono ricevere crediti per un valore superiore al massimo stabilito. Per alcune Optimizations, il guadagno di punti di una parte dipende dal guadagno di punti di un'altra parte.

La versione 1 del protocollo rimane comunque in vigore e continua ad essere aggiornata costantemente, poiché la versione 2 è ancora nella fase pilota.

3. Esempi di progetti certificati

Come descritto nel *Capitolo 2, paragrafo 2.2* esistono tre tipi di certificazione WELL: Silver, Gold e Platinum; e tre differenti tipologie di progetto: New and Existing Buildings (edifici esistenti e di nuova progettazione), New and Existing Interiors (ambienti interni esistenti e di nuova progettazione), Core and Shell (nucleo e struttura).

Ad oggi, nel mondo si contano 135 progetti certificati, 15 in Europa e solo 1 in Italia.

I progetti certificati Silver in tutto il mondo sono 52, quelli certificati Gold 69 e quelli che hanno ottenuto la certificazione Platinum sono soltanto 12.

Vengono riportati tre esempi di progetti certificati WELL: la sede nazionale di ASID a Washington DC (USA), The Porter Building a Slough (UK) e la sede di Symantec a Mountain View, nella Silicon Valley (USA).

L'unico progetto presente in Italia è quello degli Uffici Jacobs a Milano, che ha ottenuto la certificazione Silver a novembre 2018.

3.1 Sede nazionale di ASID, Washington DC, USA



PROGETTO: Sede di ASID (American Society of Interior Designers)

PROGETTISTA: Perkins + Will

LUOGO: Washington DC, USA

AREA: 790 m²

TIPOLOGIA PROGETTO: New and existing interiors

CERTIFICAZIONE: Platinum

AIR



P ✓

- Filtri a carbone nelle UTA
- Controllo livelli CO2
- Unità di pulizia e stoccaggio separate dagli spazi adiacenti
- Riduzione dei VOC tramite materiali specifici¹



O

- Feature 16 -Controllo dell'umidità
- Feature 18 -Monitor per visualizzare livelli di temperatura e umidità interne
- Feature 19 -Controllo della temperatura

LIGHT



P ✓

- Accesso diretto alla luce naturale¹
- Sensori per il controllo dell'abbagliamento dato dal sole
- Sensori che regolano la luce artificiale in base alla luce naturale²



O

- Feature 60 -Sensori per il controllo degli oscuranti
- Feature 62 -Corretta esposizione alla luce solare

WATER



P ✓

- Feature 36 -Filtri a carbone nei sistemi di purificazione dell'acqua
- Feature 37 -Acqua filtrata per incoraggiare assunzione di bevande senza zuccheri

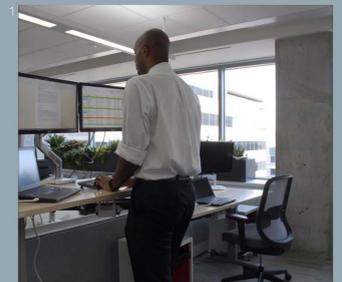
O

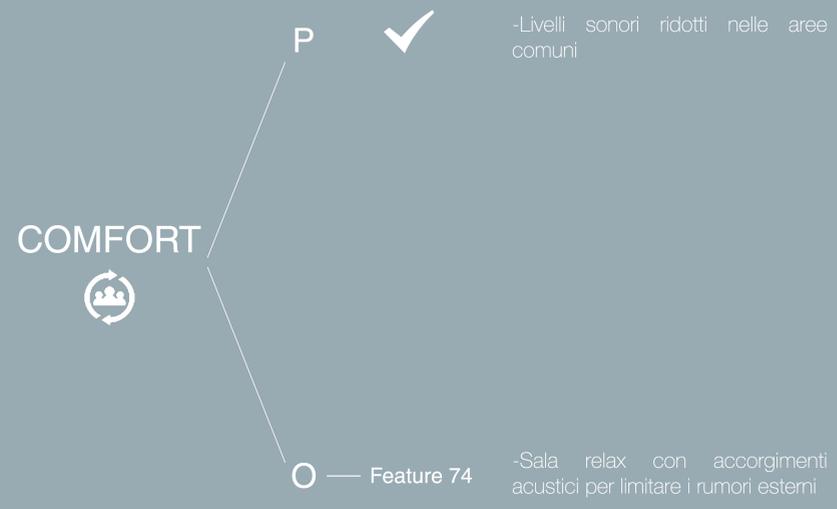
FITNESS



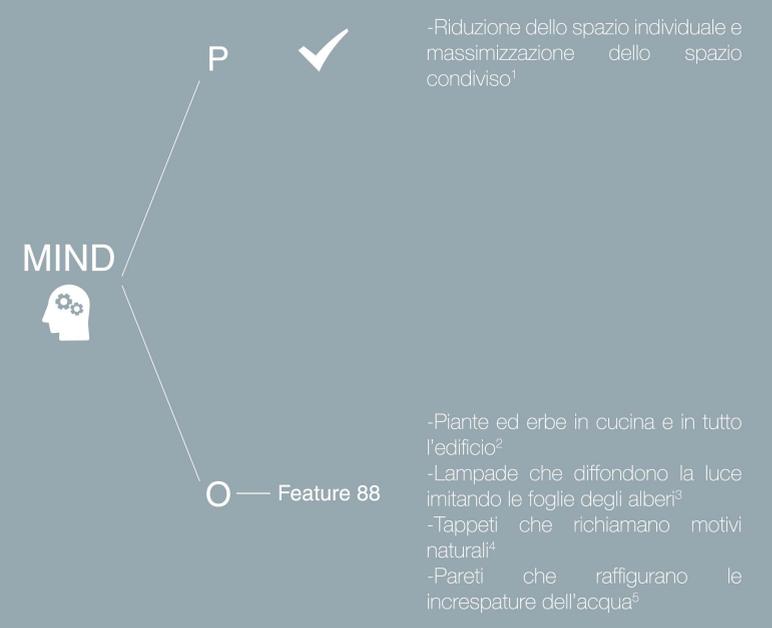
P ✓

- Feature 68 -Postazioni di lavoro non assegnate
- Feature 70 -Scrivanie che si alzano e abbassano¹
- Feature 71 -Palestra
- Cestini per la spazzatura lontani dalle postazioni di lavoro





3.2 The Porter Building, Slough, UK



ROGETTO: The Porter Building (sede di Landid e Brockton Capital)

PROGETTISTA: tp Bennett

LUOGO: Slough, UK

AREA: 11.100 m²

TIPOLOGIA DI PROGETTO: Core and shell

CERTIFICAZIONE: Gold

AIR



P



- Servito al 100% da aria fresca
- Sistemi di ventilazione e filtraggio¹
- Gestione dell'inquinamento da costruzione



O

Feature 25
Feature 26

- Materiali selezionati per ridurre al minimo l'inquinamento interno²



NOURISHMENT



P



- Varietà di cibi e bevande salutari in tutti i ristoranti e caffetterie dell'edificio

O

Feature 44
Feature 45

- Riviste e libri di cucina per incoraggiare scelte alimentari più salutari

WATER



P



- Acqua potabile filtrata con sistema a triplo filtro

O

Feature 36
Feature 37

LIGHT



P



- Controllo abbagliamento da luce artificiale
- Comfort visivo

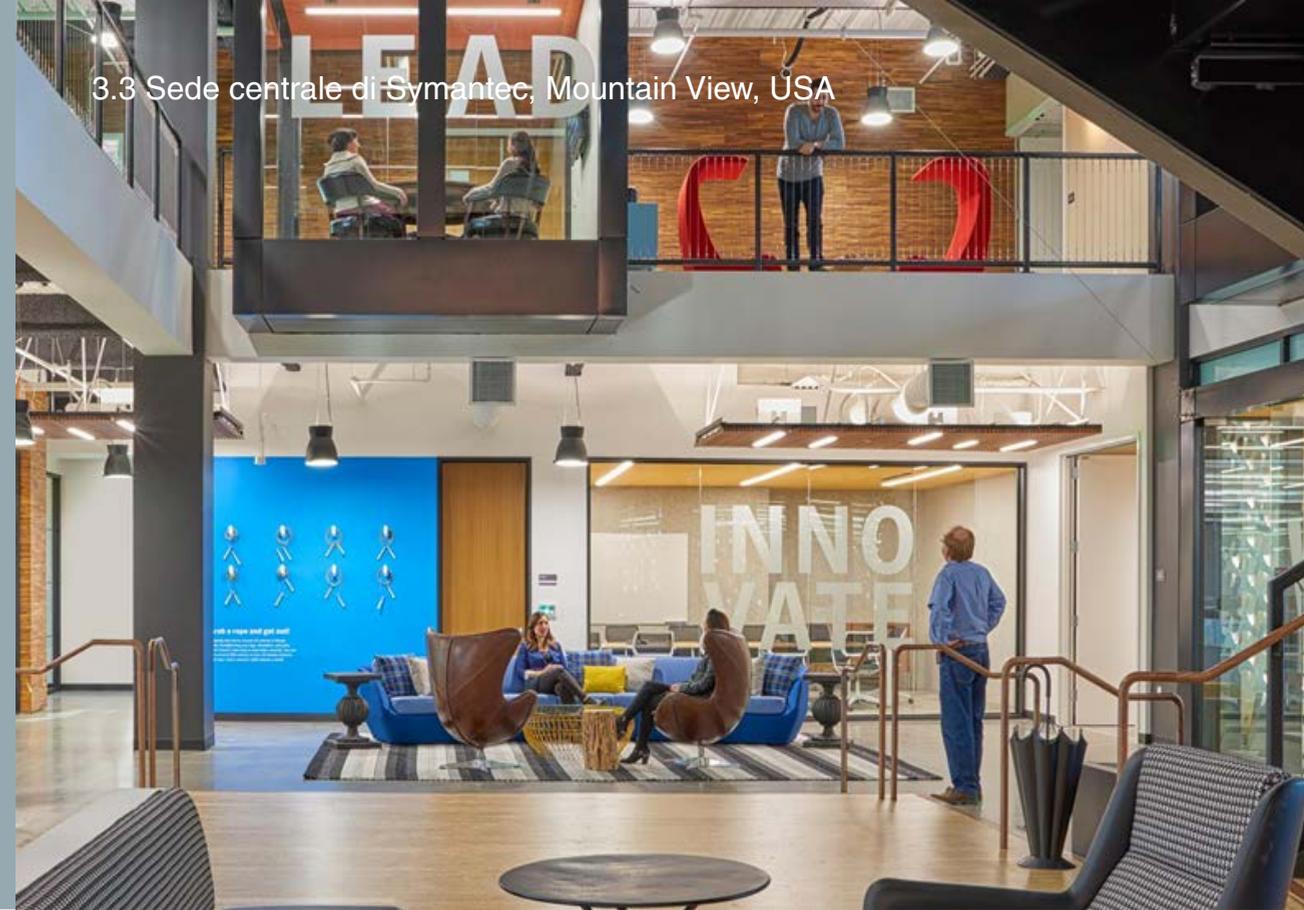
O

Feature 61
Feature 63

- Distanza degli utenti da finestre ridotta
- Luce naturale massimizzata: atrio di 1600 m² con vetrate a tutta altezza¹



3.3 Sede centrale di Symantec, Mountain View, USA



-Scale ampie e accoglienti¹

P ✓

O — Feature 69

-100 porta bici
-docce e spogliatoi per dipendenti e visitatori

FITNESS



PROGETTO: Sede di Symantec

PROGETTISTA: Little, AP + I Design

LUOGO: Mountain View, CA, USA

TIPOLOGIA DI PROGETTO: New and existing interiors

CERTIFICAZIONE: Silver



-Ampie vetrate con vista sull'esterno¹
-Varietà di piante nelle sale relax e sulla terrazza²
-Terrazza favorisce contatto con la natura circostante
-Numerosi alberi e piante all'esterno

Feature 88

Feature 100

P ✓

O

MIND





- O — Feature 24 — -Minimizzazione della combustione
- Feature 25 — -Riduzione di materiali tossici
- Feature 29 — -Presenza di attrezzature per la pulizia



-Cucina aperta e accogliente



-Attenzione alla qualità dell'acqua

- O — Feature 36 — -Trattamenti dell'acqua



-Luce naturale abbondante combinata con luce artificiale per favorire ritmi circadiani regolari¹
 -Illuminazione artificiale regolabile



- O — Feature 57 — -Postazioni di lavoro con ridotti livelli di abbagliamento
- Feature 59 — -Attenzione all riflessione della luce sulle superfici

FITNESS



P ✓

-Scritte per spronare a percorrere il sentiero intorno all'edificio¹

O

- Feature 64
- Feature 66
- Feature 68
- Feature 70

-Pareti con hula-hoop e corde con scritte che indicano le calorie bruciate per gli esercizi²
 -Sentiero esterno per camminare o correre
 -Grande scala nell'atrio centrale che incoraggia il movimento
 -Sentiero interno coperto



MIND



P ✓

-Ampie vetrate con vista sull'esterno
 -Progettazione biofilica

O

- Feature 95
- Feature 97

-Programmi per la gestione dello stress
 -Trasparenza dei materiali

COMFORT



P ✓

-Attenzione al comfort termico
 -Gestione del rumore interno
 -Design accessibile

O

Feature 74

-Gestione del rumore esterno

Il feedback dei dipendenti conferma il successo dell'adozione del protocollo: il 77% di loro ritiene che lo spazio favorisca una maggiore collaborazione e socializzazione, con un aumento del 28% rispetto a prima; il 30% in più dei dipendenti si sente più innovativo; nella parte centrale si riscontra una forte attività di collaborazione e socializzazione che porta un senso di entusiasmo e vitalità. Questa certificazione ha avuto, dunque, un impatto molto positivo sui dipendenti, i quali hanno acquisito un maggior senso di consapevolezza sulla salute e il benessere personale. Grazie a questo successo, Symantec sta cercando di adottare le metodologie WELL come base per i futuri progetti in tutto il mondo.

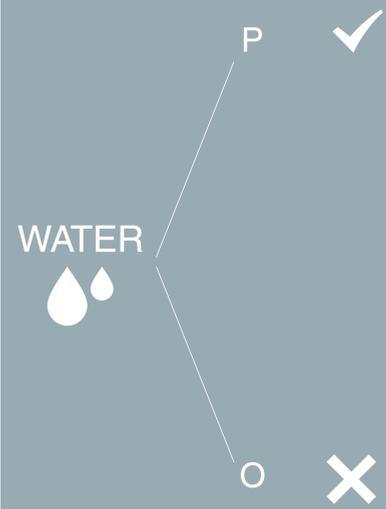
3.3 Sede centrale di Symantec, Mountain View, USA



- Detersivi salubri per la pulizia
- Selezione dei materiali
- Riduzione VOC
- Sistemi di ventilazione e filtraggio



PROGETTO: Uffici Jacobs
PROGETTISTA: Paolo Mantero Architetto
LUOGO: Milano, Italia
AREA: 4.000 m²
TIPOLOGIA DI PROGETTO: New and existing interiors
CERTIFICAZIONE: Silver



- Attenzione alla qualità dell'acqua
- Colonnine con acqua filtrata

NOURISHMENT



P



- Varietà di cibi e bevande salutari nelle vending machine
- Limitazione di prodotti con allergeni

O



FITNESS



P



- Iniziativa sportive
- Scrivanie che si alzano e abbassano
- Possibilità di acquistare abbonamenti ai mezzi pubblici a cifre ridotte

O



LIGHT



P



- Accesso diretto alla luce naturale
- Attenzione al comfort visivo
- Luce naturale abbondante combinata con luce artificiale per favorire i ritmi circadiani

O



COMFORT



P



- Livelli sonori ridotti nelle aree comuni
- Attenzione al comfort termico

O



MIND



P



- Arredi colorati¹
- Riduzione spazio individuale e massimizzazione spazio condiviso²
- Sale relax grandi e accoglienti¹
- Ample vetrate con vista sull'esterno
- Presenza di piante
- Promozione dell'altruismo



2



O



Parte II

Il ruolo dell'illuminazione: esigenze e
requisiti

1. L'illuminazione del compito visivo

“L'illuminazione artificiale risponde allo scopo di rendere visibile quanto circonda il soggetto osservatore, in una data situazione ambientale, in condizioni di luce naturale carente o nulla” (Forcolini, 1988). Questa frase risulta essere molto generica, dal momento che sono molteplici le esigenze visive dell'osservatore, poiché sono diversi gli impieghi, o meglio i “compiti visivi” che deve adempiere. Con “compito visivo” si intende *“l'oggetto della visione che, percepito ed inequivocabilmente riconosciuto, rende possibile una determinata attività” (Forcolini, 1988).*

All'interno di un ambiente di lavoro sarà sempre utile e necessario poter vedere al meglio il compito che si sta svolgendo, elevando il grado di prestazione visiva si può contribuire all'incremento del tasso di rendimento produttivo degli impiegati; e quindi occorre che, sulla postazione di lavoro, sia presente un'illuminazione adeguata alla mansione che si compie abitualmente, cercando di evitare abbagliamento, effetti di sfarfallamento ed effetti stroboscopici e tutto ciò che può influire negativamente su una visione corretta e adeguata.

La luce può avere effetti visivi ed effetti non visivi sull'uomo. In questi primi due capitoli si parlerà di quelli che sono gli effetti visivi e, in particolare, dell'illuminazione del compito visivo e la percezione dell'ambiente circostante.

Per quanto riguarda l'illuminazione del compito visivo bisogna fare riferimento principalmente alla norma europea UNI EN 12464-1: 2011 “Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni”, la quale *“specifica i requisiti di illuminazione per persone, in posti di lavoro interni, che corrispondono alle esigenze di comfort visivo e di prestazione visiva di persone aventi normale capacità oftalmica (visiva). Sono considerati tutti i compiti visivi abituali, inclusi quelli che comportano l'utilizzo di attrezzature munite di videoterminali”.*

La parte della norma che interessa maggiormente questo argomento sono le clausole 4 e 5, dove sono definiti i criteri della progettazione illuminotecnica, indicati i fattori che influiscono sul compito visivo ed elencate le tabelle dei requisiti.

I principali parametri che determinano l'ambiente luminoso sono:

- la distribuzione delle luminanze (L)
- l'illuminamento (E)
- la direzionalità della luce e l'illuminazione dello spazio interno
- la variabilità della luce (livelli e colore)
- la temperatura di colore e l'indice di resa cromatica (T_{cc} e CRI)
- l'abbagliamento
- il flicker (sfarfallamento)

LUMINANZA

Capita spesso che i compiti visivi abbiano una precisa collocazione nell'ambiente, quindi bisogna fornire un'illuminazione più intensa solo in alcune zone ed avere un livello più basso nell'intorno. Vengono così a crearsi delle aree adiacenti con differenti livelli di illuminamento; per gli ambienti di lavoro è consigliabile che tali differenze non siano troppo marcate.

La clausola 4.2 è dedicata alla distribuzione di luminanza: *“la distribuzione della luminanza nel campo visivo controlla il livello di adattamento degli occhi, che influenza la visibilità del compito”.* Un adattamento bilanciato è necessario per aumentare:

- l'acuità visiva (cioè la nitidezza della visione)
- la sensibilità al contrasto
- l'efficienza della funzione oculare (come la convergenza, la contrazione delle pupille, il movimento degli occhi, ecc.).

Se intorno all'oggetto osservato vi sono zone abbastanza grandi in penombra, ovvero zone con bassi livelli di illuminamento, l'apparato visivo è soggetto ad affaticamento, tanto più quanto più grandi sono le differenze. Appena l'occhio si discosta dall'oggetto del compito visivo, inizia il processo di adattamento dell'iride alla luminanza del nuovo campo visivo osservato. Per alleviare lo sforzo oculare bisogna limitare

il divario esistente tra le luminanze medie del compito visivo e del suo intorno. In termini di illuminamento è opportuno mantenere il rapporto tra il livello minimo e massimo maggiore o uguale a 0,7 e inferiore a 1. Tuttavia, è più appropriato riferirsi alla luminanza piuttosto che all'illuminamento, infatti quello che interessa è *“l'intensità luminosa per unità di superficie apparente che colpisce l'apparato visivo e non la quantità di lumen per unità di superficie che investe gli oggetti osservati” (Forcolini, 1988).* È quindi consigliato mantenere il rapporto tra la luminanza media dell'area relativa al compito visivo principale e la luminanza media delle aree circostanti tra 3/1 e 1/3.

ILLUMINAMENTO

Nella clausola 4.3 viene spiegato l'illuminamento: *“l'illuminamento e la sua distribuzione sul piano di lavoro e nella zona circostante ha un grande impatto su come una persona percepisce e svolge velocemente, in maniera sicura e confortevole il compito visivo”.*

Gli step di illuminamento consigliati (in lux), per dare una differenza percettiva, sono quelli concordi con la EN 12665: 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 - 3000 - 5000. I valori di illuminamento sono indicati nella **tabella 1**. Questi rappresentano l'illuminamento mantenuto sopra il piano di lavoro sulla superficie di riferimento, che può essere orizzontale, verticale o inclinata; l'illuminamento medio non deve essere inferiore a questi valori. I valori sono validi per normali condizioni visive e prendono in considerazione i seguenti fattori: aspetti psico-fisiologici come il comfort visivo e il benessere, requisiti per il compito visivo, ergonomia visiva, esperienza pratica, contributo alla sicurezza funzionale, economia.

I valori di illuminamento possono essere adattati per almeno uno step nella scala degli illuminamenti se le condizioni visive sono diverse da quelle normalmente assunte. L'illuminamento richiesto può essere aumentato quando: il lavoro visivo è fondamentale, gli errori sono costosi da correggere, l'accuratezza e una grande produttività o una grande concentrazione sono molto importanti, i dettagli del compito sono insolitamente di piccole dimensioni o hanno un basso contrasto, il compito viene intrapreso per un tempo insolitamente lungo, la capacità visiva dell'utente è inferiore alla norma. L'illuminamento richiesto può essere diminuito quando: i dettagli del compito sono insolitamente di grandi dimensioni o hanno un alto contrasto, il compito viene intrapreso per un tempo insolitamente breve.

Per le postazioni di lavoro dove la grandezza o la posizione del piano di lavoro non sono conosciute l'intera area deve essere trattata come un piano di lavoro oppure uniformemente illuminata ($U_0 \geq 0,40$) con un illuminamento specificato dal progettista.

Se non si conosce il tipo di compito il progettista deve fare un'ipotesi di esso e dei suoi requisiti.

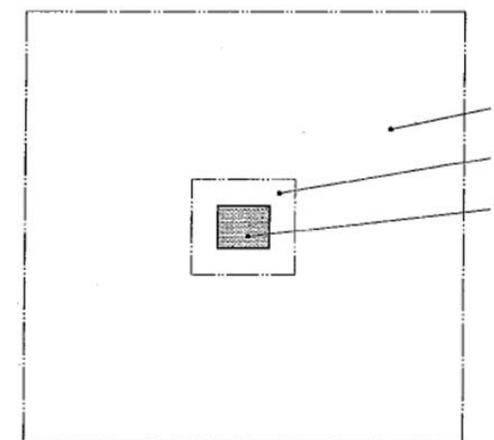


Figura 1 - Dimensioni minime dell'immediato intorno e dell'area circostante del piano di lavoro [Fonte: Norma UNI EN 12464-1, Parte 1, 2011].

1. Piano di lavoro
2. Immediato intorno (perimetro distante almeno 0,5 m dal piano di lavoro all'interno del campo visivo)
3. Area di sfondo (almeno 3 m di larghezza attorno all'area adiacente entro i limiti dello spazio)

Un'ampia variazione degli illuminamenti nell'immediato intorno del piano di lavoro può portare stress visivo e disagi.

L'illuminamento dell'immediato intorno dovrebbe essere in relazione a quello del piano di lavoro e bisognerebbe avere una distribuzione di luminanze ben bilanciata all'interno del campo visivo. L'illuminamento dell'immediato intorno può essere inferiore a quello del piano di lavoro, ma non inferiore ai valori dati in **tabella 1**. Inoltre, deve esserci una giusta luminanza di adattamento, come specificato nella clausola 4.2 della norma.

Illuminamento sul compito visivo E_{task} (lx)	Illuminamento sull'immediato intorno (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
≤ 50	E_{task}

Tabella 1 – Valori di illuminamento sul compito visivo e nell'immediato intorno.

Sul piano di lavoro, l'uniformità di illuminamento (U_o) non deve essere inferiore ai valori di uniformità indicati nella **tabella 4** al fondo del capitolo.

Per l'illuminazione data da luce artificiale o lucernari l'uniformità di illuminamento:

-nell'immediato intorno deve essere $U_o \geq 0,40$

-nell'area circostante $U_o \geq 0,10$.

Per la luce proveniente dalle finestre:

-nelle aree più grandi, nelle aree di attività e nelle aree circostanti la disponibilità di luce naturale decresce rapidamente con la distanza dalle finestre; i benefici aggiuntivi della luce naturale possono compensare la mancanza di uniformità.

ABBAGLIAMENTO

"L'abbagliamento è la sensazione prodotta da quelle aree molto luminose all'interno del campo visivo, come superfici illuminate, parti di sorgenti luminose, finestre e/o lucernari" (UNI EN 12464-1: 2011). L'abbagliamento deve essere limitato per evitare errori, affaticamento e incidenti, in particolare sul posto di lavoro.

Si distinguono diversi tipi di abbagliamento:

-diretto: "prodotto da uno o più oggetti luminosi situati nella stessa direzione di osservazione";

-indiretto: "dovuto ad uno o più oggetti luminosi la cui direzione non coincide con quella di osservazione";

-riflesso: "prodotto dalle riflessioni speculari di uno o più oggetti che ricevono luce da fonti interne o esterne all'ambiente" (Forcolini, 1988).

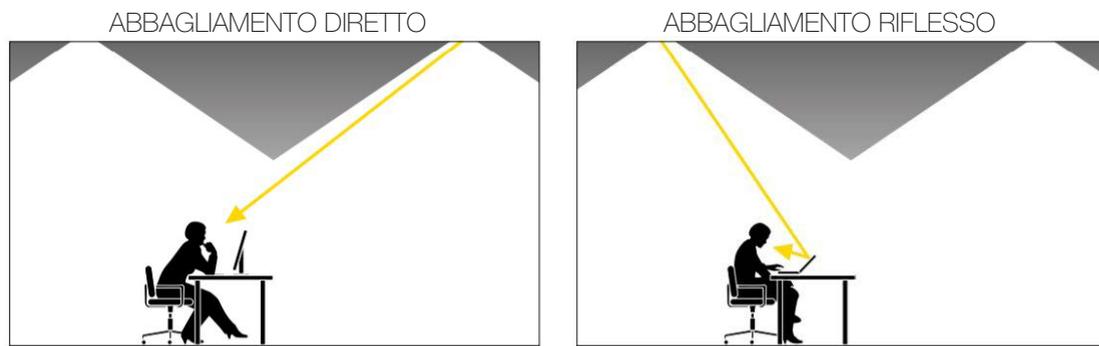


Figura 2 – Schemi per l'abbagliamento [Fonte: Zumtobel, 2017].

Per quanto riguarda le conseguenze sulla prestazione visiva si può essere in presenza di abbagliamento:

- molesto (discomfort glare): "produce una sensazione di sgradevolezza, disturbo e disagio, senza necessariamente compromettere, turbare o impedire la visione";
- perturbatore (disability glare): "compromette, turba e al limite impedisce la visione, senza necessariamente ingenerare una sensazione sgradevole" (Forcolini, 1988).

Nei luoghi di lavoro interni l'abbagliamento perturbatore non è solitamente un grosso problema se sono soddisfatti i limiti dell'abbagliamento molesto.

La clausola 4.5 della norma esplica queste tipologie di abbagliamento.

Per la valutazione dell'abbagliamento molesto la norma dice che non ci sono metodologie standard per il momento.

Questa valutazione dell'abbagliamento causato in maniera diretta dalle sorgenti luminose interne si determina usando il metodo tabellare CIE Unified Glare Rating (UGR). Il valore di UGR non deve superare quelli dati nella **tabella 4** al fondo del capitolo. I valori limite raccomandati di UGR formano una serie: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28.

Sorgenti di luce troppo luminose possono causare abbagliamento e rendere difficile la visione degli oggetti; questo può essere evitato con un'adeguata schermatura di lampade e lucernari o un'adeguata schermatura della luce naturale proveniente dalle finestre. Per le sorgenti, gli angoli minimi di schermatura nel campo visivo devono essere applicati per le luminanze specifiche della lampada (**tabella 2**).

Luminanza lampada (cd/m ²)	Angolo di schermatura minimo α
da 20.000 a < 50.000	15°
da 50.000 a < 500.000	20°
≥ 500.000	30°

Tabella 2

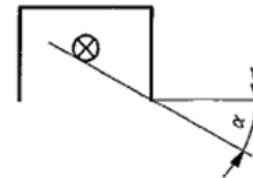


Figura 3 - [Fonte: Norma UNI EN 12464-1, Parte 1, 2011].

Riflessioni molto luminose nel compito visivo possono alterare la visibilità del compito. Le riflessioni velate e l'abbagliamento riflesso possono essere prevenute o minimizzate attraverso:

-la disposizione delle postazioni di lavoro rispetto a sorgenti, finestre e lucernari

-la finitura superficiale (superfici opache)

-la diminuzione della luminanza delle sorgenti, finestre e lucernari

-soffitti e pareti luminosi.

ASPETTI DEL COLORE

La qualità del colore di una sorgente dipende da due attributi differenti:

-come appare il colore della luce (quindi la temperatura di colore correlata (T_{cc}))

-la resa cromatica, la quale influisce su come viene percepito il colore degli oggetti e delle persone (quindi l'indice di resa cromatica (CRI o Ra)).

Riguardo al primo punto è possibile dire che il colore apparente di una sorgente si riferisce al colore apparente della luce emessa, il quale è possibile quantificare attraverso la temperatura di colore correlata (T_{cc}).

Il colore apparente della luce naturale varia notevolmente durante il giorno, ma in pieno giorno si può dire che la luce abbia una T_{cc} di circa 5500 K, la quale viene percepita dall'apparato visivo umano come luce bianca; al di sopra e al di sotto di questo valore la tonalità è giudicata fredda o calda.

Secondo la classificazione CIE (Commissione internazionale per l'illuminazione) le tonalità della luce sono divise in tre gruppi, come descritto dalla norma nella clausola 4.7.2:

Tonalità	Temperatura di colore correlata T_{cc}
Calda	< 3.300 K
Neutra	da 3.300 a 5.300 K
Fredda	> 5.300 K

I tre gruppi contengono tonalità adatte a diversi ambienti:

I -> ambienti residenziali

II -> ambienti lavorativi

III -> ambienti dove si richiedono impegni visivi molto elevati

La scelta degli aspetti del colore dipende da fattori psicologici, estetici e "naturali". Essa può infatti dipendere dal regime della zona geografica dell'ambiente da illuminare: nelle regioni con climi più freddi e rigidi è preferibile adottare tonalità calde; mentre nelle zone con climi più caldi e torridi sono preferibili tonalità fredde.

Inoltre, si può dire che a basse T_{cc} conviene associare bassi livelli di illuminamento e viceversa, poiché, secondo Kruithof¹, esistono determinate correlazioni tra T_{cc} e livelli di illuminamento che possono soddisfare i fruitori.

Questa soddisfazione è data dal fatto che l'occhio umano è strutturato per la visione diurna, per cui l'uomo è naturalmente spinto a ricercare condizioni di visione simili a quelle che si hanno con la luce del sole e del cielo.

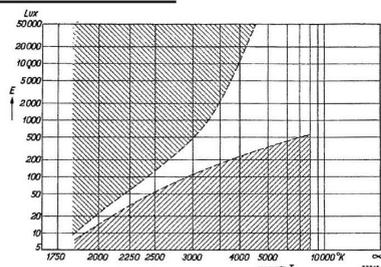
Anche se negli ambienti interni sono presenti livelli di illuminamento senza dubbio inferiori, il campo di variazione della T_{cc} non cambia.

Per quanto riguarda, invece, la resa del colore, è molto importante che i colori siano resi al meglio e in maniera più naturale possibile per migliorare le prestazioni delle persone e il loro senso di benessere e comfort all'interno degli ambienti.

Per determinare la resa cromatica di una sorgente si utilizza l'indice di resa cromatica (CRI o Ra), il cui massimo valore corrisponde a 100, mentre i valori minimi cambiano in base agli ambienti e ai compiti che si devono svolgere all'interno di essi (es: **tabella 4**). Questo indice "rappresenta il grado di fedeltà nella restituzione dei colori delle superfici illuminate" (Forcolini, 1988).

FLICKER ED EFFETTI STROBOSCOPICI

Di questo argomento tratta la clausola 4.8 della norma. Il flicker è lo sfarfallamento visibile dall'occhio umano che produce una sorgente luminosa ed è causato da rapide variazioni nella tensione di alimen-



La curva di Kruithof, teorizzata nel 1941, è divisa in tre regioni: quella più in basso rappresenta i colori più freddi, quella centrale i colori considerati gradevoli, quella più in alto i colori più caldi.

tazione; esso può essere causa di distrazione e può dare origine a effetti fisiologici come il mal di testa. Gli effetti stroboscopici, provocati dal flusso luminoso che pulsa ad una frequenza doppia di quella della rete, possono portare a situazioni pericolose, modificando il movimento percepito delle macchine rotanti per esempio.

Per questi motivi l'illuminazione deve essere progettata per evitare assolutamente questi effetti.

ILLUMINAZIONE DELLE POSTAZIONI DI LAVORO CON ATTREZZATURE MUNITE DI VIDEOTERMINALI (Display Screen Equipment (DSE))

La clausola 4.9 tratta di questo tema. "L'illuminazione per le postazioni di lavoro con DSE deve essere appropriata per ogni tipo di compito svolto nella postazione, ad esempio leggere sullo schermo, leggere testi stampati, scrivere o digitare sulla tastiera". La riflessione sui display e, in alcuni casi, la riflessione data dalla tastiera possono causare disagi e abbagliamento fastidioso. È dunque necessario selezionare, posizionare e sistemare gli apparecchi illuminanti in modo da evitare riflessi con un'alta luminosità. Il progettista deve determinare la zona di montaggio e scegliere l'attrezzatura e la posizione giusta che non possa causare disturbo.

La luce può ridurre il contrasto della schermata di un DSE attraverso:

-una riflessione velata causata dall'illuminazione sullo schermo del display

-la luminanza degli apparecchi e le superfici luminose che si riflettono sul display.

La norma EN ISO 9241-307 contiene i requisiti per le qualità visive dei display che riguardano le riflessioni non desiderate (**tabella 3**).

Screen high state luminance	High luminance screen $L > 200 \text{ cd-m}^{-2}$	Medium luminance screen $L \leq 200 \text{ cd-m}^{-2}$
Case A (positive polarity and normal requirements concerning colour and details of the shown information, as used in office, education, etc.)	$\leq 3\,000 \text{ cd-m}^{-2}$	$\leq 1\,500 \text{ cd-m}^{-2}$
Case B (negative polarity and/or higher requirements concerning colour and details of the shown information, as used for CAD colour inspection, etc.)	$\leq 1\,500 \text{ cd-m}^{-2}$	$\leq 1\,000 \text{ cd-m}^{-2}$
NOTE Screen high state luminance (see EN ISO 9241-302) describes the maximum luminance of the white part of the screen and this value is available from the manufacturer of the screen.		

Tabella 3 - [Fonte: Norma UNI EN 12464-1, Parte 1, 2011].

Nella clausola 5 della norma sono presenti tutte le tabelle dei requisiti per le aree interne, i compiti e le attività. Esse sono 53 ma, poiché questa tesi si occuperà principalmente di quelli che sono gli edifici per uffici, viene riportata la tabella 5.26, che riguarda appunto gli uffici.

Rif. no.	Tipo di area, compito o attività	E_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisiti specifici
5.26.1	Compilazione, copiatura, ecc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Scrittura, digitazione, lettura, elaborazione dati	500	19	0,60	80	Lavoro con DSE, vedi 4.9.
5.26.3	Disegno tecnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Postazioni di lavoro CAD	500	19	0,60	80	Lavoro con DSE, vedi 4.9.
5.26.5	Sale riunioni e conferenze	500	19	0,60	80	L'illuminazione può essere controllabile.
5.26.6	Bancone reception	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivi	200	25	0,40	80	

Tabella 4

E_m = Illuminamento medio mantenuto

UGR_L (Unified Glare Rating limit) = limite massimo di controllo dell'abbagliamento

U_o = minima uniformità di illuminamento

R_a = minimo indice di resa cromatica

2.L'illuminazione e la percezione dell'ambiente

La luce, come detto in precedenza, non è solo utile per poter vedere il compito che si sta svolgendo, ma essa permette di percepire l'ambiente che ci circonda.

All'interno di un ambiente lavorativo, infatti, non è importante solo poter avere la piena visione del lavoro che si deve compiere, ma lo è anche la percezione di ciò che sta intorno e non solo; è importante e utile la comunicazione visiva all'interno degli uffici, la sicurezza, e anche la percezione degli elementi di arredo, le quali sono possibili solo con un'adeguata illuminazione.

Un soggetto percepisce gran parte della radiazione luminosa per via indiretta; il suo apparato visivo è sollecitato dalla luce che proviene, per trasmissione e riflessione, dalle varie componenti fisiche all'interno dell'ambiente (pareti, pavimentazione, arredi, oggetti) e, in misura nettamente inferiore, dalle sorgenti luminose e dagli apparecchi, per via diretta. Quindi, l'ambiente svolge un ruolo di intermediazione fisica fondamentale, che non bisogna ignorare o sottovalutare, sebbene non sia facile registrare in modo esatto il comportamento alla luce dello spazio costruito in termini di misure, come è invece possibile fare per l'emissione luminosa delle sorgenti e degli apparecchi. Un aspetto che può sfuggire quando ci si attiene in maniera troppo restrittiva al significato di comfort, riguarda la pluralità degli usi a cui è destinato un ambiente interno; se l'attenzione del progettista è assorbita interamente dal problema dell'ottimizzazione di un certo compito visivo, egli non si accorge delle varie dimensioni di fruizione di quell'ambiente, ciascuna delle quali può comportare compiti visivi e modalità di visione diverse; per lo stesso spazio, alla destinazione d'uso principale se ne accostano altre che devono essere collocate in maniera adeguata in una scala di priorità. Se consideriamo, per esempio, un ambiente ufficio in cui è previsto che ci sia una clientela di persone esterne che possono vedere gli impiegati svolgere il loro lavoro e che, naturalmente, sono portatori di esigenze visive diverse da quelle dei lavoratori che stanno seduti nelle loro postazioni, è necessario che l'ambiente si presenti in modo coerente con l'immagine che l'azienda si è costruita e che intende proporre in ogni circostanza alla clientela. Dunque, nel medesimo ambiente coesistono modalità di fruizione visiva ben differenziate.

In questo ambito la luce naturale svolge un ruolo fondamentale, poiché variano i suoi livelli di illuminamento, la sua direzione e la sua composizione spettrale, portando ad avere modelli e motivi di luce molto differenti tra loro al variare delle ore del giorno e dei mesi dell'anno, ottenendo importanti benefici per le persone che si trovano all'interno degli ambienti di lavoro. Sono, infatti, di grande importanza le finestre, per via dell'apporto di luce naturale e del contatto visivo che favoriscono con l'ambiente esterno, se progettate con criterio, evitando di causare discomfort visivo o termico e una perdita di privacy.

Anche per quanto riguarda l'illuminazione correlata alla percezione dell'ambiente si possono trovare alcune indicazioni utili all'interno della norma UNI EN 12464-1, in cui sono presenti i fattori che possono influire sulla percezione dell'ambiente che circonda la postazione di lavoro e il compito visivo.

LUMINANZA

Come già spiegato nel *Capitolo 1*, le zone in cui viene svolto il compito visivo hanno una precisa collocazione nell'ambiente e avranno, dunque, un'illuminazione diversa rispetto ad altre aree limitrofe; questo fa sì che si vengano a creare zone con differenti livelli di illuminamento. Per facilitare il compito bisogna dare agli occhi la possibilità di un adattamento bilanciato alle diverse quantità di luce, il quale è necessario per aumentare l'acuità visiva (cioè la nitidezza della visione), la sensibilità al contrasto e l'efficienza della funzione oculare (come la convergenza, la contrazione delle pupille, il movimento degli occhi, ecc.). Per quanto riguarda l'acuità visiva, essa varia in funzione della luminanza del fondo (nel caso in cui gli oggetti osservati appaiano scuri), oppure in funzione della luminanza degli oggetti (quando il fondo corrisponde alla polarità scura del contrasto). Nel caso frequente in cui gli oggetti siano dei perfetti assorbitori di luce (quindi neri opachi) e abbiano un fondo con luminanza variabile, i valori dell'acuità visiva variano secondo la curva presente in **figura 1**. Per avere un'acuità uguale a 2 è necessario un fondo di luminanza di circa 95 cd/m².

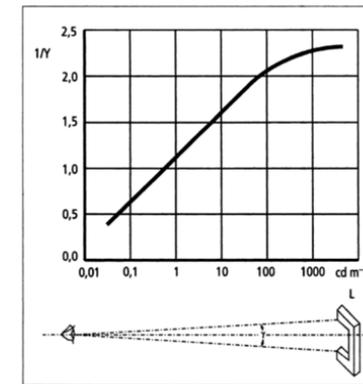


Figura 1 - Curva di variazione dell'acuità visiva in funzione della luminanza dello sfondo [Fonte: Forcolini, 1988].

Gli elementi che giocano un ruolo fondamentale per l'adattamento sono le superfici e gli oggetti. Per quanto riguarda le riflessioni sulle superfici (clausola 4.2.2 della norma), quelle raccomandate per le superfici principali che riflettono in maniera diffusa sono:

- per i soffitti: da 0,7 a 0,9
- per i muri: da 0,5 a 0,8
- per i pavimenti: da 0,2 a 0,4
- per gli oggetti principali (come arredi, macchinari, ecc.): da 0,2 a 0,7.

ILLUMINAMENTO

Nel capitolo precedente viene spiegato come sia importante l'illuminamento sul compito visivo e nell'immediato intorno. Nel disegno riportato in **Figura 1** nel *Capitolo 1* si vede una distinzione di tre aree: area del compito visivo, immediato intorno e area di sfondo. La clausola 4.3.5 della norma spiega che, negli ambienti di lavoro interni, in particolare quelli in cui non vi è presenza di luce naturale, deve essere illuminata una gran parte della zona che circonda un'area di lavoro attiva e occupata. Questa "area di sfondo" deve stare ad almeno 3 m dall'area dell'immediato intorno e deve essere illuminata con un illuminamento mantenuto di 1/3 del valore dell'area dell'immediato intorno.

Per quanto riguarda l'illuminamento sulle superfici (clausola 4.2.3 della norma), in tutti gli spazi chiusi l'illuminamento mantenuto sulle superfici principali deve avere i seguenti valori:

- $E_m > 50$ lx con $U_o \geq 0,10$ sui muri
- $E_m > 30$ lx con $U_o \geq 0,10$ sui soffitti.

Bisogna notare che alcuni spazi chiusi come uffici, scuole, ospedali e aree di ingresso, corridoi, scale, ecc. muri e soffitti devono essere più luminosi; in questi luoghi l'illuminamento mantenuto sulle superfici principali deve avere questi valori: $E_m > 75$ lx con $U_o \geq 0,10$ sui muri e $E_m > 50$ lx con $U_o \geq 0,10$ sui soffitti.

ASPETTI DEL COLORE

Per quanto riguarda gli aspetti del colore in relazione alla percezione dell'ambiente si possono definire le stesse caratteristiche viste nel capitolo precedente (*Capitolo 1*) per la temperatura di colore correlata (T_{cc}) e l'indice di resa cromatica (CRI o Ra).

È utile però ricordare che essi giocano un ruolo fondamentale anche nella percezione dell'ambiente, oltre che per quanto riguarda il compito visivo.

Infatti, la resa cromatica di un'ambiente è molto importante per il comfort dei fruitori: se in due ambienti attigui l'indice di resa cromatica cambia si percepirà un senso di confusione e disorientamento, poiché l'occhio umano riesce comunque ad individuare i colori, anche se la loro resa non è ottimale ed è diversa da quella precedente, grazie ad un processo di adattamento cromatico. È dunque preferibile che la composizione cromatica della luce rimanga costante in ambienti vicini.

È possibile anche modificare la percezione dell'ambiente interno attraverso i colori: utilizzando dei colori chiari e non saturi un ambiente apparirà di maggiori dimensioni; se in un locale sono presenti due pareti

esse appariranno più ravvicinate; oppure, se una parete molto chiara viene posta al termine di un corridoio, esso sembrerà più lungo.

In molti luoghi che vengono frequentati abitualmente i colori sono impiegati come mezzo per la comunicazione visiva; infatti, la maggior parte delle informazioni che riceviamo dal mondo che ci circonda sono di natura visiva e cromatica. I colori, quindi, hanno un ruolo molto importante nella vita di tutti i giorni ed usare sapientemente la luce e l'illuminazione per renderli al meglio è fondamentale per la comunicazione tra gli uomini.

Il progetto dell'illuminazione deve tenere in giusto conto la presenza di segnali cromatici, poiché altrimenti il loro effetto sarebbe affievolito o annullato dalla scarsità di luce.

COMUNICAZIONE VISIVA E SICUREZZA

L'illuminazione è fondamentale anche per la sicurezza sia all'interno sia all'esterno dei luoghi che si frequentano.

"Riformire correttamente di luce un ambiente significa permetterne la migliore percezione visiva e quindi la pronta individuazione dei numerosi e sovente non prevedibili pericoli che insorgono soprattutto quando le persone compiono degli spostamenti, nel frangente così usuale della deambulazione" (Forcolini, 1988).

Spesso la scadente illuminazione dell'ambiente agisce come concausa di incidenti come la caduta dalle scale o, peggio, dalle finestre, la quale, causata spesso da un ostacolo, può essere evitata con una giusta e buona illuminazione. In altri casi, invece, sono il basso illuminamento generale e la luce maldistribuita gli unici fattori a causare una caduta, poiché essi rendono difficoltosa la distinzione del pericolo. Un altro motivo che può causare incidenti nel quotidiano è un eccessivo affaticamento dell'apparato visivo, il quale altera le capacità di percezione dell'individuo.

Sicuramente, negli ambienti interni, le zone in cui ci si può trovare più a rischio di incidenti sono le zone di transito (come ingressi, scale, disimpegni, corridoi), poiché sono quelle dove si verifica la massima mobilità degli utenti. Spesso la loro illuminazione viene trascurata e messa in secondo piano.

Inoltre, spesso la fruizione dell'ambiente in cui viviamo avviene in una condizione di distrazione, soprattutto per quanto riguarda queste zone. A volte gli interruttori sono posti in posizioni non favorevoli all'accensione della luce, e questo scoraggia l'utilizzo dell'illuminazione artificiale, dal momento che sono luoghi da attraversare per pochi istanti, anche in quei momenti in cui ci si ritrova completamente al buio, rischiando di porre poca attenzione ad ostacoli non evidenziati.

La troppa luce sparsa nello spazio costruito può produrre l'effetto opposto, andando a costituire essa stessa un ostacolo e un fattore di rischio, elevando il consumo di energia elettrica e, per questo motivo, inducendo l'utente a non attivare l'impianto per paura di uno spreco.

3.Luce, salute e benessere

3.1 Gli effetti non visivi della luce e i ritmi circadiani

In epoca preindustriale, gli uomini trascorrevano una notevole quantità di tempo all'aperto, esposti alla luce naturale durante le ore lavorative, dal momento che i mestieri svolti principalmente erano legati all'agricoltura, alla costruzione e all'artigianato e limitati dal sorgere e dal calar del sole.

Nel diciannovesimo e ventesimo secolo, un aumento della densificazione urbana dovuta all'industrializzazione, ai progressi nell'illuminazione elettrica, nelle tecniche di costruzione e nelle tecnologie di controllo del clima interno ha portato l'individuo a passare sempre più tempo in luoghi chiusi.

La preoccupazione principale per fornire luce naturale all'interno degli edifici è stata quasi sempre quella di fornire l'illuminazione necessaria per svolgere le attività, ad esempio garantire la presenza di 500 lux sul piano di lavoro; inoltre linee guida e standard di costruzione in tutto il mondo sono ancora basati su un modello di cielo ideale, statico come il cielo nuvoloso standard della CIE, usato per calcolare il fattore medio di luce diurna.

Come accennato nel *Capitolo 1*, esistono effetti visivi e non visivi della luce, ovvero non formanti immagini, cioè che non sono legati alla percezione spaziale dell'ambiente, ma alla percezione delle caratteristiche qualitative della luce. Il fatto di passare tanto tempo in luoghi confinati ha fatto sì che, in media, gli esseri umani spendessero solo circa 2 ore al giorno in spazi aperti, per poi ridursi ancora di mezz'ora nell'ultimo decennio, sottoponendo i sistemi visivi e non visivi di coloro che vivono in ambienti urbani a livelli di illuminazione notevolmente inferiori durante le ore di luce e più intensi durante le ore notturne.

Negli ultimi 10-15 anni c'è stato un graduale aumento della consapevolezza degli effetti non visivi della luce e di come questi siano influenzati prevalentemente dal clima e da parametri di progettazione come le dimensioni e l'aspetto degli elementi vetrati.

Questi aspetti non visivi riguardano:

- La qualità del sonno
- I livelli ormonali
- La prestazione cognitiva
- La temperatura corporea
- La vigilanza
- Effetti psicologici (come stress ed effetti sull'umore)
- Disturbi del sistema circadiano (disturbi del sonno, jetlag, SAD, incidenza di tumori)
- Recupero ospedaliero

È risaputo che gli utenti di un edificio, quasi senza dubbio, preferiscano una postazione di lavoro con vista sull'esterno ad un ufficio senza finestre, il che indica la presenza di luce naturale. Ma, oltre alle preferenze soggettive per ambienti illuminati naturalmente, è stato stabilito che la luce ha effetti neuro-endocrini e neurocomportamentali misurabili sull'uomo; vi sono evidenti collegamenti tra l'esposizione alla luce naturale e la salute e la produttività degli individui. Gli esseri umani associano il loro stato di veglia e attività alle ore di luce, mentre i loro cicli di sonno e di riposo sono comunemente legati al buio. In particolare, una corretta esposizione alla luce naturale garantisce un sonno sano, ovvero un corretto e regolare ciclo sonno-veglia, ed il ciclo quotidiano giorno-notte gioca un ruolo fondamentale nella regolazione e nel mantenimento dei cicli di 24 ore. Questi cicli possono essere definiti "ritmi circadiani" e il sistema circadiano viene comunemente chiamato "orologio biologico"; il termine "circadiano" deriva dal latino e significa "intorno al giorno", dal momento che questi ritmi non sono esattamente di 24 ore, ma di circa 24 ore e 20/30 minuti e, proprio per questo, bisogna fare in modo di regolarizzarli per permettergli di adattarsi al fotoperiodo del giorno di 24 ore. Questi ritmi sono presenti in tutti gli organismi viventi, sebbene con caratteristiche differenti, e sono il risultato dell'adattamento alla vita sulla Terra e dunque all'alternanza di luce e buio sul nostro pianeta. Alcuni esempi di ritmi circadiani sono il ciclo sonno-veglia, la variazione del battito cardiaco, della temperatura corporea, la pressione sanguigna, la secrezione della

melatonina, del cortisolo e di altri ormoni. Sebbene alcuni compiti visivi possano essere eseguiti a livelli di luce relativamente bassi (rispetto all'illuminazione esterna disponibile), tali livelli non garantiscono necessariamente una luce adeguata a sincronizzare i ritmi circadiani al giorno di 24 ore. Il tempo, l'intensità della luce, lo spettro luminoso, la durata dell'esposizione, il tipo di luce ricevuta dall'occhio e la sua storia precedente sono i principali fattori che determinano la sincronizzazione del ciclo circadiano.

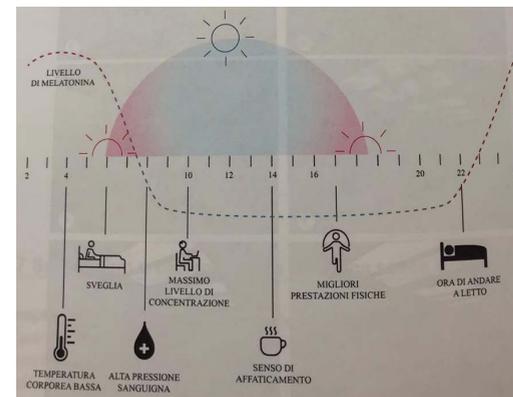


Figura 1 – Rappresentazione dell'oscillazione circadiana degli esseri umani nelle 24 ore [Fonte: *Pietro Palladino, 2019*].

Già nel 1992 Stone aveva esaminato gli effetti dell'illuminazione fluorescente sulla salute, riscontrando pericoli di malattie come il cancro della pelle e la sindrome da edificio malato, insieme a fattori come l'abbagliamento e lo sfarfallamento. Nel 1993 Küller e Wetterberg avevano studiato l'impatto di due livelli di luce, quella naturale e quella proveniente da sorgenti fluorescenti a luce calda, sulle risposte endocrine, neurofisiologiche e soggettive. Uno degli effetti più conosciuti è la capacità della luce di alleviare la depressione, il quale viene anche utilizzato come terapia, poiché una luce brillante è in grado di rendere più veloce il recupero emotivo di un paziente. In particolare, può essere utilizzata per curare la sindrome da depressione invernale (SAD), ovvero quella patologia data dalla diminuzione delle ore di luce nella stagione invernale.

Nel 2002 è stato scoperto da Berson e altri studiosi, che l'occhio possiede dei fotorecettori "non-rod", ovvero non-cono, chiamati cellule gangliari retiniche intrinsecamente fotosensibili (ipRGC), i quali sono i principali mediatori degli effetti non visivi della luce; essi comunicano i segnali indotti dalla luce ai nuclei soprachiasmatici (SCN), una coppia di nuclei situati nell'ipotalamo del cervello. Queste cellule sono caratterizzate da una curva spettrale con un picco di sensibilità ad una breve lunghezza d'onda, tra 446 e 477 nm, con un picco sul colore blu dello spettro, a differenza di coni e bastoncelli, gli altri fotorecettori, i quali hanno un picco a 555 nm (**Figura 2**).

Prima della scoperta di questo nuovo fotorecettore, le proprietà di esposizione alla luce venivano spesso riportate in termini di illuminamento, il quale non è appropriato per valutare l'efficacia spettrale non visiva dell'esposizione alla luce, dal momento che le sensibilità spettrali sono diverse tra i sistemi visivi e non visivi.

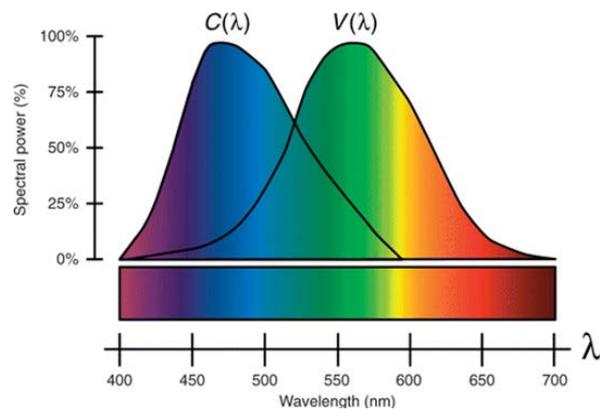


Figura 2 – Risposta spettrale del sistema visivo (curva $V(\lambda)$) e circadiano (curva $C(\lambda)$) [Fonte: M Andersen, J Mar-daljevic e SW Lockley, 2012].

L'incapacità di mantenere una normale sincronizzazione del sistema circadiano nel ciclo di 24 ore della luce del giorno può avere effetti negativi sulla salute degli esseri umani. Alcuni esempi, in cui il ciclo circadiano interno non è sincronizzato con il ciclo luce-buio esterno, possono essere i disturbi dovuti al jetlag, ovvero "lo scompenso temporaneo provocato nel viaggiatore di un volo intercontinentale dal cambio del fuso orario", e quelli dovuti ai turni di lavoro notturni. Quando si viaggia attraverso un certo numero di fusi orari differenti il sistema circadiano non può resettarsi immediatamente, ci vuole circa un giorno per fuso orario perché si regolarizzi, e, di conseguenza, non risulterà essere sincronizzato con il tempo ambientale; questo fenomeno può provocare difficoltà del sonno, affaticamento, cattiva digestione e malessere generale. Allo stesso modo, i lavoratori turnisti, scegliendo di lavorare di notte e dormire di giorno, inducono un disturbo del ciclo circadiano, in opposizione a quello naturale, provocando rischi a breve termine, come incidenti legati alla sonnolenza, e rischi a lungo termine per la salute e la produttività.

Un'esposizione inadeguata alla luce può interferire con i normali ritmi circadiani e avere un effetto negativo sulle prestazioni umane, la prontezza di riflessi, la salute e la sicurezza. Il tipo e i tempi di esposizione molto spesso sono influenzati dall'ambiente costruito, soprattutto quando ci si trova in ambienti urbani densi. La luce naturale fornisce illuminamenti significativamente più alti rispetto al livello richiesto dalla luce artificiale per il compito visivo, soprattutto in prossimità di finestre e di spazi molto illuminati come le lobby. Se in queste aree gli illuminamenti sono alti, ma non eccessivi da rendere necessaria la presenza di oscuranti, gli utenti che occupano principalmente e regolarmente questo tipo di spazi potrebbero sperimentare cicli di 24 ore più regolari e, di conseguenza, ritmi circadiani più forti rispetto ad utenti posizionati solitamente lontano da finestre, e quindi esposti ad inferiori livelli di illuminamento.

I tempi di esposizione determinano l'entità degli effetti non visivi della luce sull'uomo che ci si possono aspettare e se essi saranno vantaggiosi o dannosi. Con i risultati ottenuti dalla fotobiologia, è stato possibile delineare tre distinte fasce orarie all'interno di un giorno (**Figura 3**):

- dalla mattina presto a metà mattina (06:00-10:00), periodo in cui una quantità sufficiente di luce naturale può far avanzare l'orologio biologico nella maggior parte degli individui (circa il 75% della popolazione ha un ciclo circadiano minore di 24 ore e ciò richiede un avanzamento quotidiano dell'orologio per far sì che il ciclo luce-buio raggiunga le 24 ore; per il 25%, invece, è necessario ritardare l'orologio, attraverso l'esposizione alla luce di sera);
- da metà mattina a tardo pomeriggio (10:00-18:00), periodo in cui alti livelli di luce naturale possono portare ad un aumento della vigilanza soggettiva, senza però esercitare grossi effetti di sfasamento sull'orologio;
- dal tardo pomeriggio alla mattina presto (18:00-06:00), periodo in cui l'esposizione alla luce naturale, la quale potrebbe innescare un effetto non visivo, deve essere evitata in modo da non interrompere il naturale ciclo sonno-veglia.

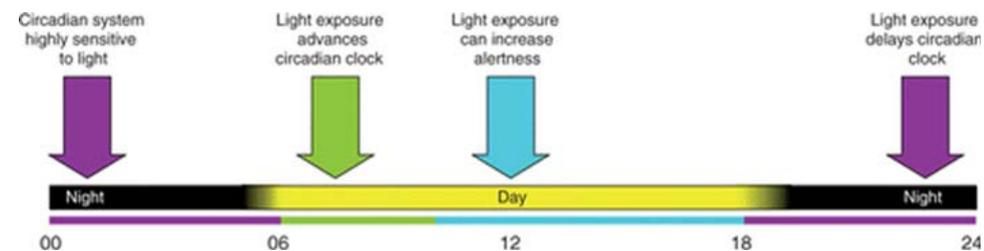


Figura 3 – Il giorno è diviso in tre periodi in base alla tipologia di effetto non visivo applicato a ciascuno [Fonte: M. L. Amundadottir, S. Rockcastle, M. Sarey Khanie, M. Andersen, 2016].

Naturalmente la tipologia di benefici o danni portati dagli effetti non visivi dipende dal tipo di attività che si deve svolgere: la suddivisione descritta sopra, per esempio, è applicabile a quelle persone che svolgono un normale lavoro di ufficio durante le ore diurne, ma non può essere applicata ai lavoratori turnisti che svolgono il loro lavoro durante le ore notturne, i quali possono aumentare la loro prontezza con un'esposizione alla luce durante la notte (18:00-06:00), mentre dovrebbero limitare l'esposizione durante il giorno per facilitare il sonno.

La luce naturale, a differenza di quella artificiale, è caratterizzata da un continuo mutamento e da una natura dinamica, che le permette di avere caratteristiche sempre differenti col passare delle ore, dei mesi e delle stagioni. Questa caratteristica è molto difficile da prevedere e, di conseguenza, è anche arduo definire l'impatto che può avere sulle persone.

In generale si potrebbe dire che in ambienti dove la luce naturale è insufficiente o del tutto assente è bene progettare la luce artificiale in modo da simulare le variazioni della luce naturale durante l'arco di una giornata, quindi al mattino bisognerebbe utilizzare una luce fredda e intensa mentre durante il pomeriggio e la sera dovrebbe diventare progressivamente più calda e meno intensa (**Figura 4**).



Figura 4 – Variazione di una luce artificiale al variare delle ore della giornata [Fonte: M. L. Amundadottir, S. Rockcastle, M. Sarey Khanie, M. Andersen, 2016].

Alcuni studiosi e ricercatori del LIPID, dell'ENAC e dell'EPFL nel 2016 hanno studiato un approccio incentrato sull'uomo per valutare la luce naturale negli edifici e come essa influenzi gli effetti non visivi, l'interesse visivo e il comportamento dello sguardo degli utenti.

Gli esseri umani percepiscono lo spazio come una scena luminosa tridimensionale, eppure molti metodi di analisi della luce naturale attualmente utilizzati valutano la luce su una superficie bidimensionale, poiché essi sono metodi sviluppati per valutare il disagio che si può creare a causa di contrasti luminosi eccessivi per quanto riguarda una posizione di visualizzazione fissa, spesso correlata all'area dell'attività svolta, quindi non tengono conto della composizione spaziale della luce naturale attraverso il campo visivo dell'utente, dell'illuminamento verticale catturato dall'occhio, dello spostamento dello sguardo volontario e involontario né tantomeno degli effetti della luce naturale sulla salute, il benessere e l'interesse visivo.

Nel nuovo metodo studiato vengono utilizzate una gamma di direzioni di vista da una singola postazione di visualizzazione per simulare la distribuzione della luce in un campo visivo immersivo, ovvero su un intervallo di 360°; viene variata l'ora del giorno e il giorno dell'anno. Gli autori presentano tre modelli: un modello di risposta diretta non visiva (nvRD), un modello di contrasto spaziale modificato (mSC) e un modello preliminare a luce riflessa reattivo (GRL). Successivamente questi modelli vengono applicati ad un modello di un caso studio, la Zollverein School of Management di SANAA ad Essen, in Germania, selezionato per la sua particolare distribuzione delle finestre sui quattro lati, per permettere di verificare la stimolazione degli effetti non visivi, l'interesse visivo e il comportamento dello sguardo degli utenti. Questo edificio è stato progettato con una particolare attenzione al tema della luce: è costituito da un gran numero di finestre quadrate distribuite asimmetricamente sulle facciate, che permettono l'ingresso della luce naturale e offrono una vista panoramica del paesaggio circostante (Figura 5).

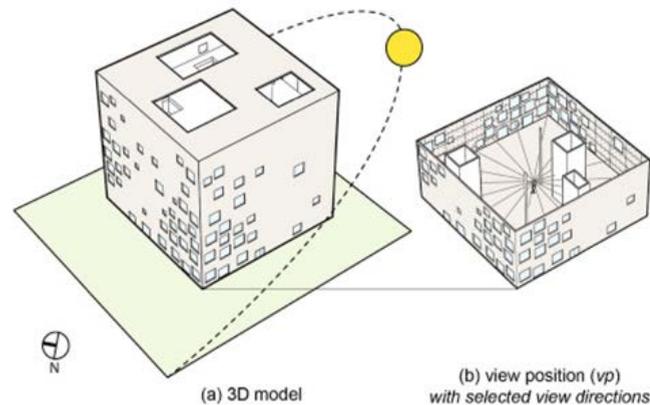


Figura 5 – Modello 3D del caso studio per la simulazione [Fonte: M. L. Amundadottir, S. Rockcastle, M. Sarey Khanie, M. Andersen, 2016].

Gli autori hanno selezionato un punto al centro di un locale dell'edificio per posizionare un osservatore (altezza occhi: 1,67 m dal pavimento) e sono state utilizzate diciotto direzioni di visualizzazione per generare render emisferici per coprire l'intero campo visivo. Usando sei momenti quotidiani, a partire dalle ore 8 e con incrementi di 2 ore fino alle ore 18, è stato scelto di valutare il tipico periodo di studio-lavoro per un edificio accademico di questo tipo; questi sei momenti sono ripetuti in quattro giorni semestrali. Per ogni momento viene generato un render sferico con cielo coperto CIE e vengono considerati sistemi di ombreggiamento. La scena viene resa in colori neutri in scala di grigi, per garantire che la distribuzione della potenza spettrale della presunta fonte di luce diurna non cambi a causa del colore dei materiali prima che raggiunga l'occhio; questo viene fatto per superare i limiti dei modelli di luce naturale esistenti, i quali non possono prevedere con precisione la distribuzione spettrale ricevuta dall'occhio e sono limitati a quantità fotometriche.

Il modello nvRD è sensibile alle variazioni di intensità luminosa, lunghezza d'onda e caratteristiche temporali del segnale luminoso in ingresso, esso introduce anche una nuova sfida in quanto non si tratta di una valutazione temporale in cui la risposta dipende dalla storia degli input passati. Si presume che la distribuzione spettrale della luce diurna simulata nella scena non vari con le condizioni del tempo o del cielo, quindi gli ingressi al modello possono essere corretti per rappresentare la sensibilità degli ipRGC. Gli illuminamenti verticali vengono calcolati per ciascuna immagine HDR emisferica e quindi convertiti in irradianza efficace ipRGC. La risposta cumulativa non visiva R_D è stata calcolata per diverse intensità luminose e durate di esposizione alla luce continua per illustrare la relazione non lineare tra irradianza e durata dell'esposizione. I risultati ottenuti dalle uscite R_D della risposta cumulativa sono mostrati in Figura 6 per illuminante CIE ID65 utilizzando le curve di livello per rappresentare il cambiamento nella risposta da 0 a 9. Per intensità di luce inferiori, il tasso di accumulo con maggiore durata è più lento, rispetto alle intensità più elevate in cui la risposta si è saturata. Questa tabella dei risultati è valida solo per confrontare l'esposizione alla luce continua di intensità e durata fisse, dove i modelli intermittenti devono essere simulati per ogni caso.

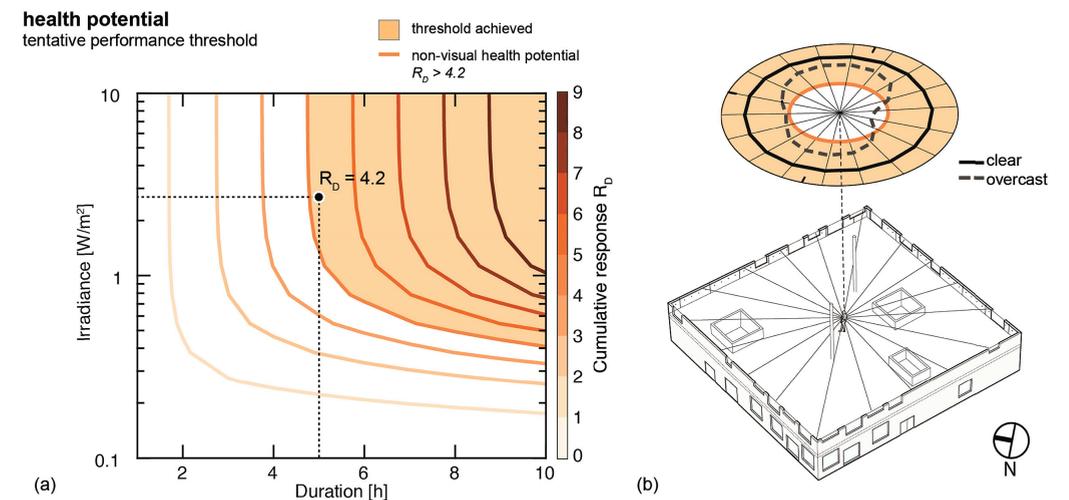


Figura 6 – (a) Risposta cumulativa R_D in funzione dell'irradianza e della durata dell'esposizione alla luce. Il profilo di riferimento simulato ha prodotto $R_D = 4,2$, che è stato selezionato come soglia per identificare il potenziale della luce per indurre benefici per la salute nello spazio selezionato. (b) Rappresentazione visiva della prestazione di luce naturale all'interno di uno spazio. Il target delle prestazioni $R_D > 4,2$ viene rappresentato con un riempimento arancione e le prestazioni previste per ciascuna direzione della vista desiderata vengono tracciate come una linea utilizzando un diagramma radiale [Fonte: M. L. Amundadottir, S. Rockcastle, M. Sarey Khanie, M. Andersen, 2016].

È stato dimostrato che l'esposizione alla luce policromatica diurna di 1000 lx (equivalente a 824 lx di CIE ID65) per la durata di 5 ore ha ridotto l'impatto della perdita di sonno sui livelli di sonnolenza e di prestazione, rispetto all'esposizione ad una luce fioca. La soglia è stata ottenuta simulando questo profilo di "riferimento" che ha dato la risposta cumulativa $R_D = 4,2$, la quale è stata stabilita come criterio ragionevole per un edificio universitario perché l'esperimento è stato condotto su giovani adulti sani.

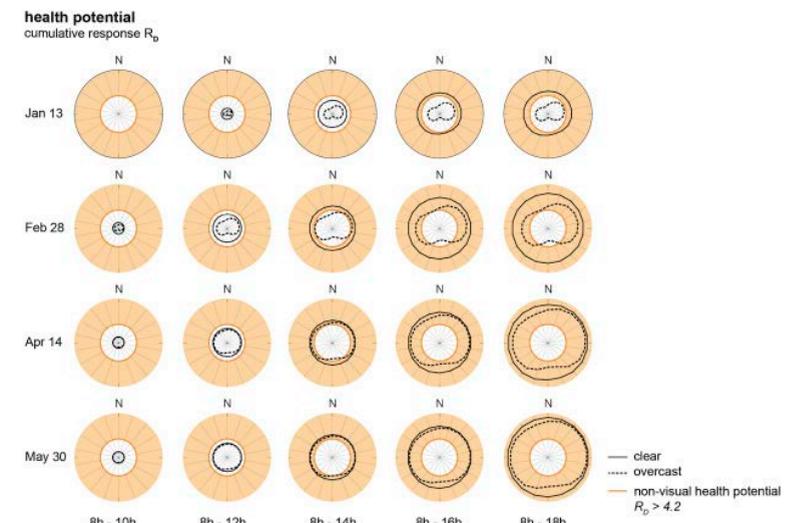


Figura 7 – Diagrammi radiali che mostrano i risultati per il potenziale di salute non visivo. La risposta cumulativa R_D viene visualizzata con incrementi di 2 ore. Dopo 14 ore, ovvero dopo 6 ore di esposizione alla luce continua, nella maggior parte dei casi viene raggiunta la soglia di $R_D > 4,2$. [Fonte: M. L. Amundadottir, S. Rockcastle, M. Sarey Khanie, M. Andersen, 2016].

3.2 La progettazione circadiana

La progettazione di un sistema di illuminazione che tenga conto dei ritmi circadiani, a differenza di quella tradizionale, richiede alcune considerazioni specifiche. Recentemente è stata sviluppata una metrica specifica per applicare la "luce circadiana" negli ambienti costruiti: lo **stimolo circadiano** (CS). Una volta che si conosce il valore di CS si procede con la progettazione di un sistema di illuminazione che sia in grado di fornirlo.

Per calcolare il CS occorre considerare:

- il livello di luce
- la distribuzione spettrale (SPD)
- il periodo e la durata dell'esposizione e le precedenti esposizioni alla luce (storico fotico).

Dalla SPD si può calcolare la CL_A , cioè la **luce circadiana**, che è "l'irradianza sulla cornea pesata secondo la sensibilità spettrale del sistema circadiano umano ricavato dalla soppressione della melatonina dopo l'esposizione di un'ora" (Pietro Palladino, 2019); successivamente è possibile ricavare il CS, che va da 0,1 a 0,7. Secondo alcune ricerche l'esposizione a un $CS \geq 0,3$ per almeno un'ora durante la prima parte del giorno è efficace per stimolare il sistema circadiano e quindi per favorire un sonno e un umore migliori.

Per progettare con lo stimolo circadiano occorre scegliere la SPD più idonea, considerare l'illuminamento verticale E_v e non solo quello orizzontale E_h sul compito visivo e, soprattutto, scegliere apparecchi idonei a far sì che esista un buon rapporto E_v/E_h rispetto all'applicazione. Infatti, se lo spazio in questione viene utilizzato anche nelle ore serali, il sistema di illuminazione deve poter essere regolabile.

CL e CS, dunque, sono due metriche che caratterizzano la sensibilità spettrale relativa e assoluta del sistema circadiano umano. Bisogna considerare che in molti casi (ad esempio negli uffici) al contributo fornito dalla luce artificiale va aggiunto quello della luce naturale: in questo caso il CS è dato dalla somma dei due contributi. Se l'integrazione con un sistema di illuminazione artificiale non soddisfa il livello minimo di CS, è possibile aumentare ulteriormente l'illuminamento verticale, o intervenire sulla temperatura di colore correlata degli apparecchi.

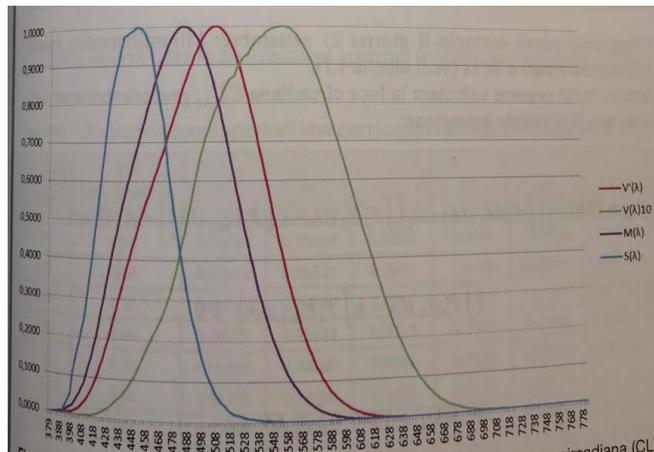


Figura 1 – Curve di efficienza che partecipano alla definizione della luce circadiana (CL) [Fonte: Pietro Palladino, 2019].

Parte III

Il caso studio

1 Caso studio: Toolbox Coworking



PROGETTO: Toolbox Coworking

PROGETTISTA: Caterina Tiazzoldi Studio

LUOGO: Torino, Italia

AREA: 4.500 m²

TIPOLOGIA DI PROGETTO: New and existing interiors



1.1 Il caso studio

Per questa parte della tesi si è scelto di applicare i requisiti riguardanti il Concept LIGHT del protocollo WELL ad un caso studio caratterizzato da un edificio esistente, andando ad effettuare un'attività di monitoraggio e una campagna di misurazioni.

Toolbox Coworking è un centro di innovazione e coworking nella città di Torino, che si trova all'interno di una ex-fonderia nei pressi della ferrovia, ristrutturato precedentemente negli anni Settanta, ha una superficie di circa 4.500 m² e si sviluppa su tre piani fuori terra. Esso è concepito come un incubatore professionale, pensato per una nuova generazione di professionisti e derivato da un'ibridazione tra i tradizionali spazi di lavoro europei (organizzati in piccoli uffici) e il modello americano di open space; fornisce quotidianamente spazi di lavoro flessibili, strumenti e servizi a quasi 500 persone.

La scelta di effettuare le misurazioni riguardanti il Concept LIGHT è ricaduta su questo edificio poiché esso incarna all'interno una serie di spazi di lavoro diversi e innovativi, i quali possono rivelarsi interessanti per provare ad applicare un protocollo di valutazione come il WELL, che si rivolge a tematiche nuove e innovative. Infatti gli spazi di coworking sono modelli lavorativi adottati per lo più da liberi professionisti che usufruiscono di spazi condivisi in cui disporre di postazioni autonome e al tempo stesso interagire con altre persone.

In particolare sono stati scelti 8 spazi da analizzare:

1. Ingresso
2. Spazio di coworking (Acquario)
3. Sala da pranzo
4. Salottino
5. Spazio di coworking (Orangerie)
6. Ufficio piano primo ala A
7. Ufficio piano primo ala B
8. Ufficio piano secondo ala A

Si è cercato di far ricadere la scelta su ogni tipologia di spazio presente all'interno dell'edificio, dando maggiore importanza ai due coworking principali e prendendo ad esempio tre uffici tradizionali. In ogni spazio sono state verificate le feature del Concept LIGHT, già presentate in precedenza nel *Capitolo 2* della *Parte II*.

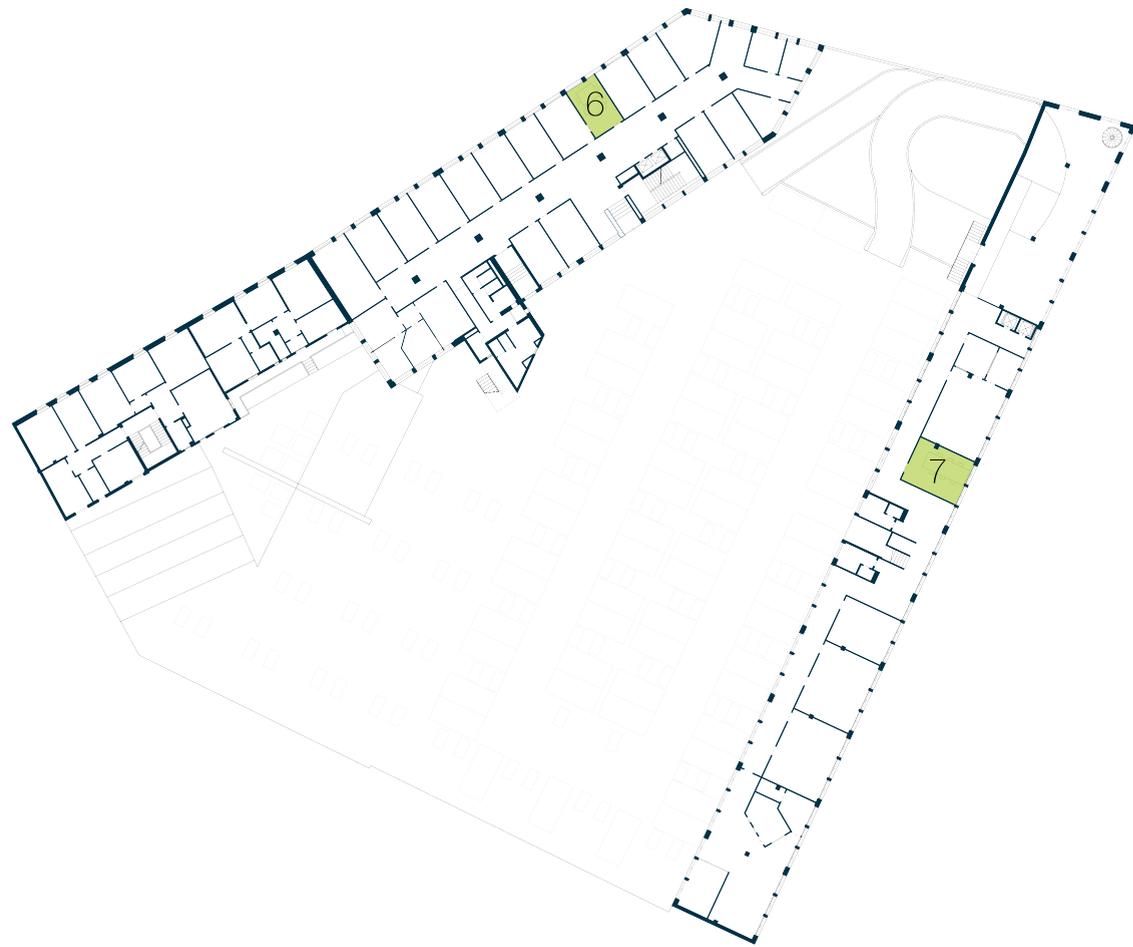
Per la verifica delle prestazioni è stata utilizzata principalmente la versione "WELL Building Standard v1 with Q2 2018 addenda", la quale è stata integrata in alcuni casi dalla "WELL v2" e come linea guida è stato utilizzato il "WELL Performance Verification Guidebook with 2018 Q1 addenda", integrato anch'esso dal "WELL Performance Verification Guidebook Applies to WELL v1 and WELL v2 2018", di cui si è parlato in precedenza nella *Parte II cap. 2 par. 2.4.1*.

1. Ingresso
2. Spazio di coworking (Acquario)
3. Sala da pranzo
4. Salottino
5. Spazio di coworking (Orangerie)

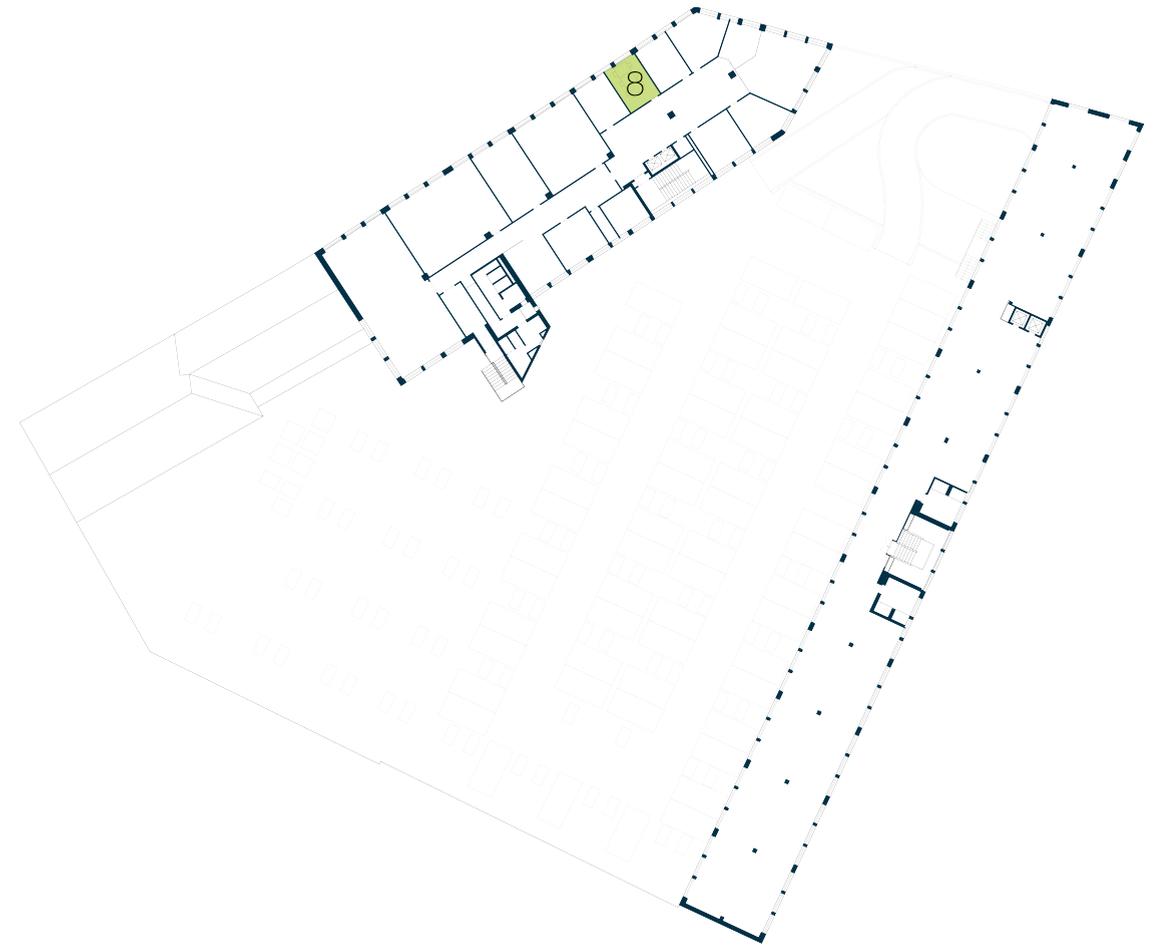


Pianta piano terra

6. Ufficio piano primo ala A
7. Ufficio piano primo ala B



8. Ufficio piano secondo ala A





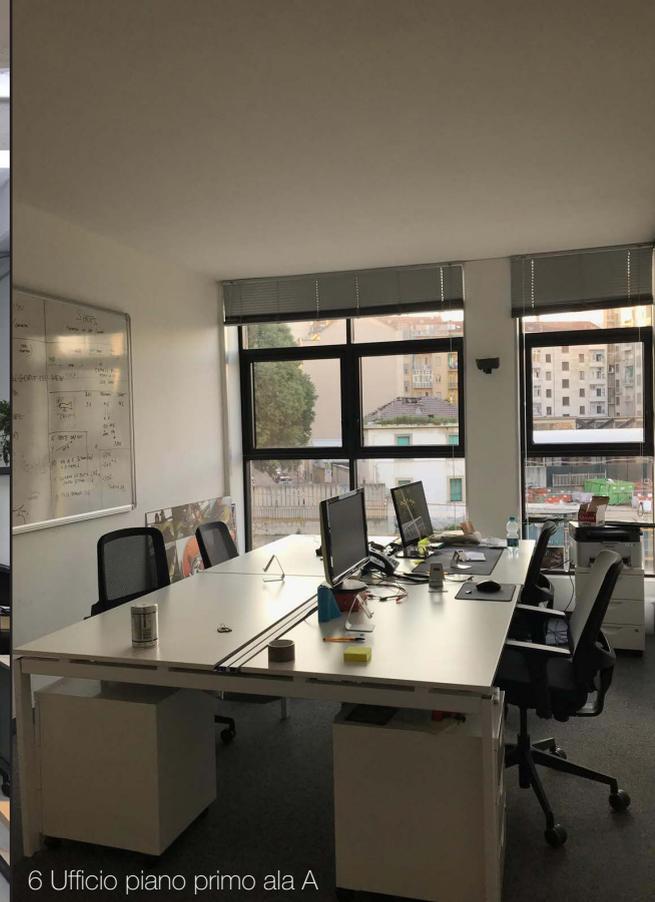
1 Ingresso



2 Coworking acquario



5 Coworking orangerie



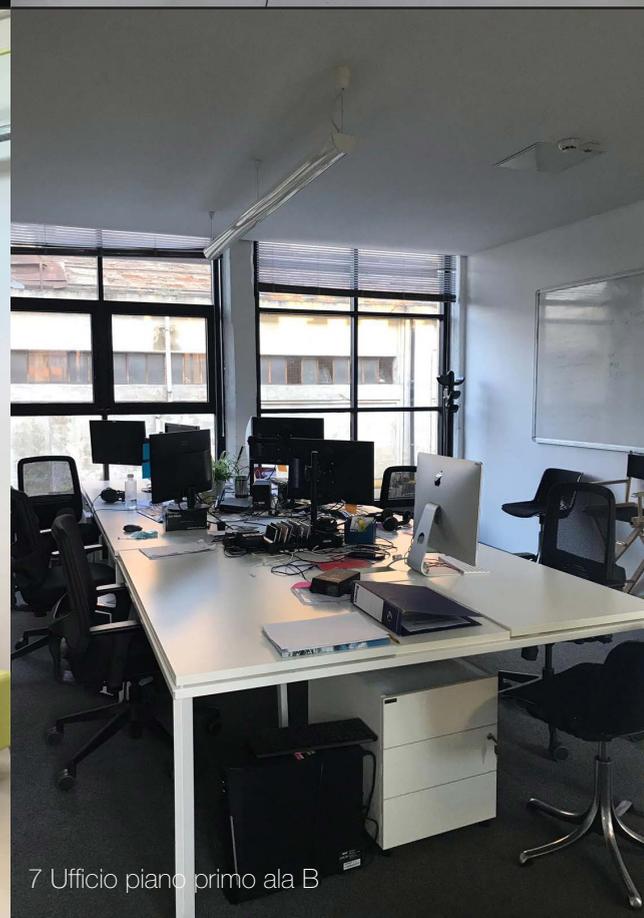
6 Ufficio piano primo ala A



3 Sala da pranzo



4 Salottino



7 Ufficio piano primo ala B



8 Ufficio piano secondo ala A

1.2 L'applicazione del protocollo WELL: verifica in esercizio e risultati di misura

Di seguito verranno riportate le feature verificate con gli annessi risultati ottenuti e per ognuna di esse le traduzioni delle indicazioni per la verifica in campo che sono state utilizzate. Le tabelle con le misure dettagliate sono riportate nell'*allegato a* e le schede tecniche degli strumenti di misura utilizzati nell'*allegato b*. Nelle tabelle dei risultati di misura verranno indicate con **Sì** i locali verificati, con **NO** quelli non verificati e con **** quelli verificati ma non richiesti dal requisito.

1.2.1 Feature 53 - Visual lighting design

Lo scopo di questa feature è quello di supportare l'acuità visiva impostando una soglia per livelli di luce adeguati e richiedendo una luminanza bilanciata negli spazi interni. Essa si rivolge alla progettazione dell'illuminazione per il compito visivo.

PARTE 1: Visual acuity for focus (Precondition)

a. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve mantenere un illuminamento medio $\geq 215 \text{ lux}^1$, misurato sul piano di lavoro orizzontale. Le luci artificiali possono essere attenuate in presenza di luce naturale, ma devono raggiungere autonomamente questi livelli.

MISURA	STRUMENTO	PUNTI DI MISURA	DURATA
Illuminamento	Luxmetro*1	-h piano di lavoro (85 cm) -Punti campionamento secondo formula*2	Istantanea

*1 Specifiche luxmetro

Parametro	Range di misura	Precisione	Risoluzione
Illuminamento	5-50.000 lux	$\pm 5\%$	1 lux

*2 Specifiche griglia di misura

La formula per definire i punti di misura è la seguente:

$$n = \frac{Nz^2pq}{E^2(N-1)+z^2pq} = \frac{68N}{N+67}$$

Dove:

E = intervallo di confidenza (margine di errore) = + 10% livello di confidenza = 90%

z = punteggio Z corrispondente al livello di confidenza del 90% = 1,65

p = proporzione di eventi nella popolazione = assumere 0,5

q = proporzione di non eventi nella popolazione = assumere 0,5

N = quantità totale della popolazione

Deve essere misurato un numero proporzionato di ogni tipo di postazione di lavoro.

NOTE:

-Le misure vanno effettuate sul piano orizzontale dell'area della postazione di lavoro dove l'utente lavora o è situato solitamente.

-Il luxmetro deve essere posizionato al centro della superficie del piano di lavoro.

-Le misure di illuminamento devono essere prese solo in presenza di luce artificiale.

-Le misure vanno effettuate su un piano dell'edificio, se l'edificio va da 1 a 4 piani; su due piani se l'edificio ha da 5 piani in su.

-Se, per esempio, un edificio è costituito da 4 piani, di cui 1 dedicato alla lobby e gli altri 3 agli uffici, le misure vanno effettuate in un piano dedicato ad uffici.

-Il livello di illuminamento più basso misurato deve corrispondere almeno alla metà del target.

¹ In questo caso si fa riferimento alla versione 2 del protocollo, la quale specifica di utilizzare una linea guida di riferimento, tra cui la UNI EN 12464-1:2011, quindi ci si riferisce ai valori previsti dalla norma per quanto riguarda gli spazi di lavoro interni e non più ai 215 lux previsti dal WELL v1 (Tabella 4 - Parte I, Cap. 1).

b. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve essere suddiviso in zone controllate in modo indipendente, non più grandi di 46,5 m² o il 20% della superficie del pavimento (a seconda della grandezza del locale).

c. Se la luce ambientale media è inferiore a 300 lux, su richiesta, devono essere disponibili luci da scrivania da 300 a 500 lux sul piano di lavoro

PARTE 2: Brightness management strategies (Precondition)

Devono essere presi in considerazione almeno due dei seguenti requisiti:

a. Contrasti di massima luminosità tra le stanze principali e gli spazi ausiliari, come i corridoi e le trombe delle scale, se presenti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una stanza principale non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di uno spazio ausiliario.

b. Contrasto massimo di luminosità tra le superfici di lavoro e le superfici immediatamente adiacenti, comprese le schermate dei terminali. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 3 volte maggiore o minore di una superficie adiacente.

c. Contrasti di luminosità tra superfici di lavoro e superfici lontane non adiacenti nella stessa stanza. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di un'altra superficie lontana nella stessa stanza.

d. Il modo in cui la luminosità è distribuita attraverso i soffitti in una determinata stanza che mantiene una varietà di illuminazione, ma evita sia zone scure sia punti eccessivamente luminosi e potenzialmente abbaglianti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una parte del soffitto non può essere 10 volte più o meno luminosa di un'altra parte nella stessa stanza.

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a

Spazio	E_{med} (lx)	Verificato
1 Ingresso	246,5	NO
2 Coworking acquario	366,2	NO
3 Sala pranzo	165,0	NO
4 Salottino	83,9	NO
5 Coworking orangerie	276,1	NO
6 Ufficio P1 A	123,1	NO
7 Ufficio P1 B	278,7	NO
8 Ufficio P2 A	334,5	NO

PARTE 1 b

Spazio	Verificato
1 Ingresso	Sì
2 Coworking acquario	NO
3 Sala pranzo	NO
4 Salottino	NO
5 Coworking orangerie	Sì
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

Legenda

Sì: verificato

NO: non verificato

PARTE 1 c

Spazio	$E_o (lx)^2$	Verificato
1 Ingresso	780	NO
2 Coworking acquario	780	NO
5 Coworking orangerie	780	NO
6 Ufficio P1 A	780	NO
7 Ufficio P1 B	780	NO
8 Ufficio P2 A	780	NO

PARTE 2 a

Spazio	L_1/L_2	Verificato
1 Ingresso	4,4	Sì
2 Coworking acquario	2,6	Sì
5 Coworking orangerie	3,1	Sì
7 Ufficio P1 B ³	2,3	Sì

PARTE 2 b

Spazio	L_1/L_2	Verificato
1 Ingresso	2,2	Sì
2 Coworking acquario	4,2	NO
5 Coworking orangerie	3,1	NO
7 Ufficio P1 B	2,3	Sì

PARTE 2 c

Spazio	L_1/L_2	Verificato
1 Ingresso	1,3	Sì
2 Coworking acquario	2,4	Sì
5 Coworking orangerie	3,4	Sì
7 Ufficio P1 B	2,4	Sì

PARTE 2 d

Spazio	L_1/L_2	Verificato
1 Ingresso	4,0	Sì
2 Coworking acquario	3,7	Sì
5 Coworking orangerie	3,6	Sì
7 Ufficio P1 B		

Legenda: **Sì**: verificato **NO**: non verificato

2 I risultati riportati sono uguali per tutti gli ambienti poiché la lampada da scrivania misurata è sempre la stessa. Viene misurata all'altezza del piano di lavoro (85 cm) in condizioni normali di utilizzo.

3 Viene analizzato un solo ufficio, come esempio per gli altri due.

F53 VISUAL LIGHTING DESIGN



PARTE 1 **X**

a **X**

b **X**

c **X**

PARTE 2 **X**

a **X**

b **X**

c **X**

d **X**



NON VERIFICATO

1.2.2 Feature 54 - Circadian lighting design

Lo scopo di questa feature è quello di supportare la salute delle persone agendo sui ritmi circadiani, impostando una soglia minima per l'intensità della luce naturale. Essa si rivolge alla progettazione dell'illuminazione circadiana, ovvero una progettazione che tenga conto di tutti quegli effetti non visivi che ha la luce sull'essere umano.

PARTE 1: Melanopic light intensity for work areas (Precondition)

Modelli di luce o calcoli devono soddisfare almeno uno dei seguenti requisiti:

a. Almeno nel 75% delle postazioni di lavoro devono essere presenti almeno 200 lux melanopici, misurati sul piano verticale rivolto in avanti, a 1,2 m dal pavimento (per simulare la vista dell'utente). Questo livello di luce può comprendere la luce naturale e deve essere presente almeno per un orario compreso tra le 9:00 e le 13:00, in tutti i giorni dell'anno.

b. Per tutte le postazioni di lavoro, le luci artificiali devono fornire un illuminamento mantenuto sul piano verticale rivolto in avanti di almeno 150 lux melanopici.

MISURA	STRUMENTO	PUNTI DI MISURA	DURATA
Illuminamento melanopico	Spettrofotometro*3	-h 1,20 m su piano verticale nella direzione del piano di lavoro -Punti campionamento secondo formula*2	Istantanea

*3 Specifiche spettrofotometro

Parametro	Range di misura	Precisione	Risoluzione
Potenza spettrale	380-780 nm	± 5%	10 nm o meno

NOTE (Parte 1a):

- Le misure vanno effettuate in presenza sia di luce naturale sia artificiale.
- Le misure devono essere effettuate su ciascuna postazione di lavoro ad almeno 1,2 m dal pavimento su un piano verticale (perpendicolare al pavimento) rivolto nella direzione della postazione di lavoro.
- Lo strumento deve essere montato su un treppiede e posizionato su una superficie stabile.
- Bisogna registrare la potenza spettrale a ciascuna delle lunghezze d'onda stabilite nella tabella.

Per calcolare il rapporto melanopico della luce bisogna iniziare ottenendo l'emissione luminosa della lampada ad ogni incremento di 5 nm, che può essere data dal produttore o utilizzando uno spettrofotometro; quindi bisogna moltiplicare il risultato per le curve melanopiche e visive fornite per ottenere le risposte melanopiche e visive; infine bisogna dividere la risposta melanopica totale per la risposta visiva totale e moltiplicare il quoziente per 1.218.

EML= L (photopic lux) x R (melanopic ratio).

Es.

Wavelength	Light Output	Melanopic Curve	Melanopic Response	Visual Curve	Visual Response
380	0,000401779	0,00092	3,69636E-07	0,00004	1,60711E-08
...					
780	0,0065612	0,00000	0	0,00001	6,5612E-08
TOT			0,244292857		0,321328923

$$(0,24/0,32) * 1,218 = 0,926$$

$$EML = 1497 * 0,926 = 1017 \text{ circadian lux}$$

NOTE (parte 1b):

- Le misure vanno effettuate in presenza della sola luce artificiale.
- Le misure devono essere effettuate su ciascuna postazione di lavoro ad almeno 1,2 m dal pavimento su un piano verticale (perpendicolare al pavimento) rivolto nella direzione della postazione di lavoro.

PARTE 1 a

Spazio	Verificato
1 Ingresso	NO
2 Coworking acquario	Sì
3 Sala pranzo	\
4 Salottino	\
5 Coworking orangerie	NO
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

PARTE 1 b

Spazio	Verificato
1 Ingresso	NO
2 Coworking acquario	NO
3 Sala pranzo	\
4 Salottino	\
5 Coworking orangerie	NO
6 Ufficio P1 A	NO
7 Ufficio P1 B	NO
8 Ufficio P2 A	NO

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato
****: non richiesto

F54 CIRCADIAN LIGHTING DESIGN



PARTE 1 **X**
a **X**
b **X**



NON VERIFICATO

1.2.3 Feature 55 - Electric light glare control

Lo scopo di questa feature è quello di ridurre al minimo l'abbagliamento diretto e dall'alto impostando limiti di luminanza degli apparecchi.

PARTE 1: Luminaire shielding (schermatura) (Precondition)

Negli spazi regolarmente occupati devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- a. Nessuna schermatura richiesta per meno di 20.000 cd/m² (includere le sorgenti riflesse)
- b. α : 15° da 20.000 a 50.000 cd/m²
- c. α : 20° da 50.000 a 500.000 cd/m²
- d. α : 30° da 500.000 in poi

PARTE 2: Glare minimization (Precondition)

Su postazioni di lavoro, scrivanie e altri posti a sedere, deve essere soddisfatto uno dei seguenti requisiti:

- a. Gli apparecchi oltre 53° sopra il centro di visione (sopra l'orizzontale) devono avere una luminanza inferiore a 8.000 cd/m²
- b. Le postazioni di lavoro devono ottenere un UGR ≤ 19

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a b c d

Spazio	L (cd/m ²)	Verificato
2 Coworking acquario	15710	Sì
5 Coworking orangerie	10810	Sì
6 Ufficio P1 A	9200	Sì
7 Ufficio P1 B	2066	Sì
8 Ufficio P2 A	1150	Sì

PARTE 2 a

Spazio	Verificato
2 Coworking acquario	Sì
5 Coworking orangerie	Sì
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato

PARTE 2 b

Non è stato possibile definire l'UGR degli apparecchi poichè il software impiegato non è stato in grado di fornirlo.

F55 ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL



- PARTE 1 ✓
- a ✓
- b ✓
- c ✓
- d ✓
- PARTE 2 ✓
- a ✓
- b



VERIFICATO

1.2.4 Feature 56 - Solar glare control

Lo scopo di questa feature è quello di evitare l'abbagliamento dato dal sole, bloccando o riflettendo la luce diretta lontano dagli utenti.

PARTE 1: View window shading (Precondition)

Almeno uno dei seguenti requisiti deve essere soddisfatto per tutte le parti vetrate a meno di 2,1 m dal pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atri):

- a. Schermature interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento
- b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento
- c. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmittanza del 90% o più

PARTE 2: Daylight management (Precondition)

È richiesto almeno uno dei seguenti requisiti per tutte le parti vetrate superiori a 2,1 m sopra il pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atri):

- a. Schermature interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento
- b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento
- c. Ripiani interni per riflettere la luce del sole verso il soffitto
- d. Una pellicola di micro-specchi sulla finestra che rifletta la luce naturale verso il soffitto
- e. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmittanza del 90% o più

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a, 2 a

Spazio	Verificato
2 Coworking acquario	Sì
5 Coworking orangerie	Sì
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

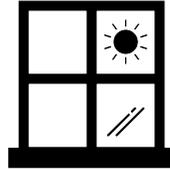
PARTE 1 b c, 2 b c d e

Spazio	Verificato
2 Coworking acquario	NO
5 Coworking orangerie	NO
6 Ufficio P1 A	NO
7 Ufficio P1 B	NO
8 Ufficio P2 A	NO

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato

F56 SOLAR GLARE CONTROL



- PARTE 1 ✓
- a ✓
 - b ✗
 - c ✗
- PARTE 2 ✓
- a ✓
 - b ✗
 - c ✗
 - d ✗



VERIFICATO

1.2.5 Feature 57 - Low-glare workstation design

Lo scopo di questa feature è quello di minimizzare il discomfort visivo posizionando i monitor dei computer in modo da evitare abbagliamento e contrasti di luminanza.

PARTE 1: Glare avoidance (Optimization)

- a. Per ridurre al minimo l'abbagliamento causato dalla luce solare incidente, tutti gli schermi dei computer sulle scrivanie situati entro 4,5 m dalle finestre possono essere orientati con un angolo di 20° perpendicolare al piano della finestra più vicina
- b. Gli apparecchi a soffitto non devono essere rivolti direttamente sugli schermi dei computer

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a b

Spazio	Verificato
1 Ingresso	Sì
2 Coworking acquario	Sì
5 Coworking orangerie	Sì
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato



PARTE 1 ✓
 a ✓
 b ✓



VERIFICATO

1.2.6 Feature 58 - Color quality

Lo scopo di questa feature è quello di migliorare la differenziazione dei colori attraverso l'uso di lampade con una resa cromatica alta, dal momento che il fatto di non riuscire a distinguere al meglio i colori sul piano di lavoro mentre si sta svolgendo un compito è una fonte di discomfort non trascurabile.

PARTE 1: Color rendering index (Optimization)

Tutti gli apparecchi (ad eccezione di apparecchi decorativi, luci di emergenza e altre luci speciali) devono soddisfare le seguenti condizioni:

- a. CRI ≥ 80
- b. CRI R9 ≥ 50

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a

Spazio	CRI	Verificato
1 Ingresso	85	Sì
2 Coworking acquario	80	Sì
3 Sala pranzo	85	Sì
4 Salottino	89	Sì
5 Coworking orangerie	85	Sì
6 Ufficio P1 A	84	Sì
7 Ufficio P1 B	78	NO
8 Ufficio P2 A	81	Sì

PARTE 1 b

Spazio	CRI R9	Verificato
1 Ingresso	4	NO
2 Coworking acquario	0	NO
3 Sala pranzo	2	NO
4 Salottino	40	NO
5 Coworking orangerie	0	NO
6 Ufficio P1 A	0	NO
7 Ufficio P1 B	0	NO
8 Ufficio P2 A	3	NO

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato

F58 COLOR QUALITY



PARTE 1 **X**
 a **X**
 b **X**



NON VERIFICATO

1.2.7 Feature 59 - Surface design

Lo scopo di questa feature è quello di aumentare la luminosità generale dei locali attraverso la luce riflessa dalle superfici ed evitare l'abbagliamento.

PARTE 1: Working and learning area surface reflectivity (Optimization)

- a. Per soffitti LRV (fattore di riflessione) medio $\geq 0,8$ (80%) per almeno 80% della superficie in spazi regolarmente occupati
- b. Per superfici verticali LRV medio $\geq 0,7$ (70%) per almeno 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati
- c. Per arredi LRV medio $\geq 0,5$ (50%) per il 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a

Spazio	LRV _m	Verificato
1 Ingresso	51%	NO
2 Coworking acquario	77%	NO
5 Coworking orangerie	71%	NO
6 Ufficio P1 A	93%	Sì
7 Ufficio P1 B	83%	Sì
8 Ufficio P2 A	88%	Sì

PARTE 1 b

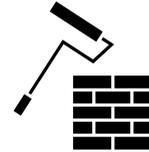
Spazio	LRV _m	Verificato
1 Ingresso	64%	NO
2 Coworking acquario	84%	Sì
5 Coworking orangerie	82%	Sì
6 Ufficio P1 A	93%	Sì
7 Ufficio P1 B	83%	Sì
8 Ufficio P2 A	88%	Sì

PARTE 1 c

Spazio	LRV _m	Verificato
1 Ingresso	36%	NO
2 Coworking acquario	82%	Sì
5 Coworking orangerie	53%	Sì
6 Ufficio P1 A	75%	Sì
7 Ufficio P1 B	86%	Sì
8 Ufficio P2 A	66%	Sì

Legenda: **Sì**: verificato **NO**: non verificato

F59 SURFACE DESIGN



- PARTE 1 **X**
- a **X**
- b **X**
- c **X**



NON VERIFICATO

1.2.8 Feature 60 - Automated shading and dimming control

Lo scopo di questa feature è quello di prevenire l'abbagliamento e incoraggiare a sfruttare maggiormente la luce naturale attraverso sistemi di ombreggiatura che possono attivarsi automaticamente al suo variare.

PARTE 1: Automated sunlight control (Optimization)

Tutte le finestre di dimensioni superiori a 0,55 m² devono avere le seguenti caratteristiche:

a. Dispositivi di ombreggiatura che si attivano automaticamente quando i sensori della luce indicano che la luce naturale potrebbe contribuire ad abbagliare le postazioni di lavoro e altre aree con posti a sedere

PARTE 2: Responsive light control (Optimization)

Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti nelle aree di lavoro principali:

a. Tutte le luci, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmate utilizzando sensori di presenza per ridursi automaticamente al 20% o meno (o spegnersi) quando la zona non è occupata

b. Tutte le luci, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmate per attenuarsi continuamente in risposta alla luce naturale

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a, 2 a b

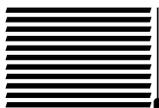
Spazio	Verificato
1 Ingresso	NO
2 Coworking acquario	NO
5 Coworking orangerie	NO
6 Ufficio P1 A	NO
7 Ufficio P1 B	NO
8 Ufficio P2 A	NO

Legenda

Si: verificato

NO: non verificato

F60 AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROL



- PARTE 1 **X**
- a **X**
- PARTE 2 **X**
- a **X**
- b **X**



NON VERIFICATO

1.2.9 Feature 61 - Right to light

Lo scopo di questa feature è quello di promuovere l'esposizione alla luce naturale e la vista verso l'esterno limitando la distanza dalle parti vetrate; per far sì che questo si verifichi le postazioni di lavoro possono essere posizionate vicino a una finestra o un atrio.

PARTE 1: Lease depth (Optimization)

a. Il 75% dell'area di tutti gli spazi regolarmente occupati deve trovarsi entro 7,5 m da finestre con vista

PARTE 2: Window access (Optimization)

a. Il 75% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 7,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno

b. Il 95% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 12,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 e 2 a b

Spazio	Verificato
1 Ingresso	NO
2 Coworking acquario	Sì
5 Coworking orangerie	NO
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	NO
8 Ufficio P2 A	Sì

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato

F61 RIGHT TO LIGHT



- PARTE 1 **X**
- a **X**
- PARTE 2 **X**
- a **X**
- b **X**



NON VERIFICATO

1.2.10 Feature 62 - Daylight modeling

Lo scopo di questa feature è quello di supportare il buon funzionamento dei ritmi circadiani e la salute psicologica impostando dei valori soglia per l'esposizione interna alla luce del sole e quindi essa riguarda la modulazione della luce naturale per andare incontro ai bisogni degli utenti.

L'indice sDA (spatial Daylight Autonomy) descrive la percentuale di spazio all'interno di un ambiente o di un edificio illuminata in modo adeguato, cioè indica che una certa soglia di illuminamento (300 lux in questo caso) deve essere raggiunta per almeno il 50% delle ore occupate per poter considerare adeguatamente illuminato dal sole uno spazio.

L'indice ASE (Annual Solar Exposure) descrive la percentuale di spazio all'interno di un ambiente che riceve un giusto apporto di luce solare, il quale non dev'essere eccessivo durante l'anno.

PARTE 1: Healthy sunlight exposure (Optimization)

Simulazioni di luce devono dimostrare le seguenti condizioni:

a. L'autonomia spaziale della luce naturale (sDA300,50%) deve essere raggiunta per almeno il 55% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, almeno il 55% dello spazio deve ricevere almeno 300 lux di luce naturale per almeno il 50% delle ore di funzionamento ogni anno

b. L'esposizione annuale alla luce naturale (ASE1000,250) deve essere raggiunta per non più del 10% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, non più del 10% dell'area può ricevere più di 1.000 lux per 250 ore all'anno

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a

Spazio	sDA300,50%	Verificato
2 Coworking acquario ¹	79,8%	Sì

PARTE 1 b

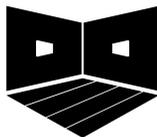
Spazio	ASE1000,250	Verificato
2 Coworking acquario ¹	0%	Sì

Legenda

Sì: verificato

NO: non verificato

¹ In questo caso l'analisi è limitata allo spazio 2 poichè, essendo un'analisi più complessa rispetto ad altre, si è ritenuto sufficiente farla su uno dei due spazi più significativi.



- PARTE 1 ✓
- a ✓
- b ✓



VERIFICATO

1.2.11 Feature 63 - Daylighting fenestration

Lo scopo di questa feature è quello di ottimizzare l'esposizione degli utenti alla luce naturale e limitare l'abbagliamento attraverso parametri migliorati di disposizione delle finestre.

PARTE 1: Windows sizing for working and learning spaces (Optimization)

Le seguenti condizioni devono essere soddisfatte lungo le facciate degli spazi regolarmente occupati:

- a. Il rapporto tra finestre e pareti, misurato sui prospetti esterni, deve essere compreso tra il 20% e il 60%. Percentuali superiori al 40% richiedono ombreggiature esterne o vetri opacizzanti regolabili per controllare l'apporto di calore indesiderato e l'abbagliamento
- b. Tra il 40% e il 60% dell'area della finestra deve essere almeno 2,1 m sopra il pavimento

PARTE 2: Windows transmittance in working and learning areas (Optimization)

Le seguenti condizioni di trasmissione luminosa (VT) devono essere soddisfatte per tutte le parti vetrate non decorative:

- a. Tutte le vetrate (esclusi i lucernari) situate a più di 2,1 m dal pavimento devono avere $VT \geq 60\%$
- b. Tutte le vetrate situate a 2,1 m o meno dal pavimento devono avere $VT \geq 50\%$

PARTE 3: Uniform color transmittance (Optimization)

Tutte le finestre utilizzate per l'illuminazione naturale devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a. La trasmittanza della luce visibile (VT) delle lunghezze d'onda comprese tra 400 e 650 nm non deve variare di più di un fattore di 2

RISULTATI DI MISURA

PARTE 1 a

Spazio	A_f/A_p^1	Verificato
2 Coworking acquario	52%	Sì
5 Coworking orangerie	59%	Sì
6 Ufficio P1 A	80%	NO
7 Ufficio P1 B	79%	NO
8 Ufficio P2 A	60%	Sì

PARTE 1 b

Spazio	% A_f^1	Verificato
2 Coworking acquario	70%	NO
5 Coworking orangerie	68%	NO
6 Ufficio P1 A	24%	NO
7 Ufficio P1 B	25%	NO
8 Ufficio P2 A	31%	NO

Legenda: **Sì**: verificato **NO**: non verificato

¹ A_f : area delle finestre
 A_p : area della parete

PARTE 2 a

Non sono presenti vetrate situate a più di 2,1 m dal pavimento.

PARTE 2 b

Spazio	VT	Verificato
1 Ingresso	59%	Sì
2 Coworking acquario	48%	NO
3 Sala pranzo	70%	Sì
5 Coworking orangerie	45%	NO
6 Ufficio P1 A	49%	NO
7 Ufficio P1 B	51%	Sì
8 Ufficio P2 A	57%	Sì

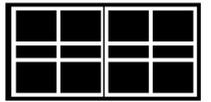
PARTE 3 a

Spazio	Verificato
1 Ingresso	Sì
2 Coworking acquario	Sì
3 Sala pranzo	Sì
5 Coworking orangerie	Sì
6 Ufficio P1 A	Sì
7 Ufficio P1 B	Sì
8 Ufficio P2 A	Sì

Legenda

Sì: verificato
NO: non verificato

F63 DAYLIGHT FENESTRATION



PARTE 1 X

a X

b X

PARTE 2 ✓

a ✓

b X

PARTE 3 X

a ✓



NON VERIFICATO

1.2.12 Feature 64 - Interior fitness circulation (FITNESS)

Lo scopo di questa feature è quello di incoraggiare l'attività fisica e limitare la sedentarietà attraverso scale, ingressi e corridoi ben visibili, accessibili e sicuri. Essa mostra quanto sia importante dare una certa rilevanza ad elementi che spesso non vengono messi abbastanza in risalto all'interno del progetto, come le scale, le quali sono un importante elemento relazionale all'interno di un edificio, e se vengono evidenziate con un'illuminazione adeguata, e non solo caratterizzate dalle segnaletiche di emergenza, come avviene spesso, possono portare un grande valore aggiunto.

PARTE 3: Facilitative aesthetics (Optimization)

In progetti che hanno da 2 a 4 piani fuori terra, sia le scale sia i percorsi molto frequentati devono disporre di elementi che incorporino almeno due delle seguenti caratteristiche:

- a. Opere d'arte
- b. Musica
- c. Luce naturale attraverso finestre o lucernari di almeno 1 m²**
- d. Finestre con vista**
- e. Livelli di illuminamento di almeno 215 lux quando sono in uso**
- f. Elementi biofilici

RISULTATI DI MISURA

PARTE 3 c

Spazio	Verificato
1 Ingresso	Si
Corridoio spazio 2	Si
Sala d'attesa	Si
Scale A	Si
Rampa	NO
4 Salottino	NO
Corridoio spazio 6	Si
Corridoio spazio 7	Si
Scale P1 B	Si
Corridoio spazio 8	Si

Legenda

Si: verificato
NO: non verificato

PARTE 3 d

Spazio	Verificato
1 Ingresso	NO
Corridoio spazio 2	NO
Sala d'attesa	NO
Scale A	NO
Rampa	NO
4 Salottino	NO
Corridoio spazio 6	NO
Corridoio spazio 7	NO
Scale P1 B	NO
Corridoio spazio 8	NO

PARTE 3 e

Spazio	Verificato
1 Ingresso	Si
Corridoio spazio 2	NO
Sala d'attesa	Si
Scale A	NO
Rampa	NO
4 Salottino	NO
Corridoio spazio 6	NO
Corridoio spazio 7	NO
Scale P1 B	NO
Corridoio spazio 8	NO

Legenda

Si: verificato
NO: non verificato

F64 INTERIOR FITNESS CIRCULATION

F64	
Parte 3	X
c	X
d	X
e	X

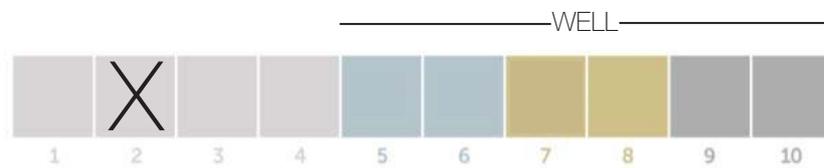
1.3 Conclusioni

Come si può notare già dalla prima feature e precondition, questo progetto non risulta avere le caratteristiche adeguate all'ottenimento della certificazione, in particolare per quanto riguarda il Concept LIGHT ma, dal momento che, se anche un solo concept non viene verificato l'intero progetto non risulta idoneo, Toolbox Coworking non potrebbe ottenere nessuna certificazione WELL. Si può osservare come siano molto poche le feature verificate rispetto a quelle non verificate, esattamente 4 su 11, di cui 2 preconditions e 2 optimizations.

CONCEPT LIGHT	X
F53 Visual lighting design	X
F54 Circadian lighting design	X
F55 Electric light glare control	✓
F56 Solar glare control	✓
F57 Low-glare workstation design	✓
F58 Color quality	X
F59 Surface design	X
F60 Automated shading and dimming control	X
F61 Right to light	X
F62 Daylight modeling	✓
F63 Daylight fenestration	X

1

CONCEPT	PRECONDITIONS		OPTIMIZATIONS		PUNTEGGIO
	APPLICABILI	RAGGIUNTE	APPLICABILI	RAGGIUNTE	
Light	4	2	7	2	2



1 Se (preconditions raggiunte/preconditions totali) < 1 allora il punteggio = (PR/PT) x 5

2 Analisi critica del protocollo

2.1 L'applicazione del protocollo WELL: progetto, esercizio, verifica

Per ogni parte di ogni feature, di seguito, verranno elencate delle schede in cui viene spiegato come la parte in questione può essere affrontata in fase di progetto e di esercizio per quanto riguarda i requisiti e la verifica delle prestazioni in vista della certificazione. Nel caso in cui fossero presenti vengono anche riportate le criticità che presentano.

Es.

PROGETTO <u>Requisiti:</u> <u>Verifica delle prestazioni:</u> <u>Criticità:</u>	
ESERCIZIO <u>Requisiti:</u> <u>Verifica delle prestazioni:</u> <u>Criticità:</u>	

TABELLA RIASSUNTIVA

Questa tabella viene posta al fondo di ogni features e con essa si vuole indicare quali parti delle features sono da considerare principalmente in fase di progetto e quali in fase di esercizio.

Es.

FXX	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.		●
b.	●	
c.	●	
Parte 2		
a.		●
b.	●	
c.	●	
d.		●

2.1.1 Feature 53 - Visual lighting design

PARTE 1: Visual acuity for focus (Precondition)

a. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve mantenere un illuminamento medio ≥ 215 lux, misurato sul piano di lavoro orizzontale. Le luci artificiali possono essere attenuate in presenza di luce naturale, ma devono raggiungere autonomamente questi livelli

Per questa parte si è deciso di utilizzare la versione v2 del protocollo poiché, in quella precedente, non vengono considerate altre zone che non siano aree di lavoro, mentre la Parte 1 della v2 "Light Levels for Visual Acuity" dice esplicitamente che "tutte le aree interne ed esterne, incluse aree di transito, devono rispettare le raccomandazioni sull'illuminazione specificate in una delle seguenti linee guida di riferimento":

-IES Lighting Handbook 10th Edition

-EN 12464-1: 2011

-ISO 8995-1:2002(E) (CIE S 008/E:2001)

-GB50034-2013

Si è scelto quindi di utilizzare la norma europea UNI EN 12464-1: 2011 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni"; dunque la soglia limite di $E_m \geq 215$ lux non viene più considerata.

PROGETTO

Requisiti: l'illuminamento medio E_m deve essere maggiore della soglia limite dichiarata nella normativa in base al locale di lavoro in cui viene effettuata la misura.

Verifica delle prestazioni: in fase di progetto bisognerebbe partire dalla progettazione illuminotecnica, andando a scegliere i vari apparecchi di illuminazione sulla base delle linee guida e creando modelli virtuali con un software per la progettazione illuminotecnica come, ad esempio, DIALUX¹, per verificare che i requisiti vengano rispettati.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: il WELL Assessor, la persona autorizzata ad eseguire i test, dovrà:

-determinare i punti di campionamento secondo la formula e disegnarli su una pianta dell'edificio

-recarsi sul posto ed effettuare le misurazioni nei punti stabiliti con l'ausilio di un luxmetro

-riportare le misure di illuminamento effettuate su un foglio di calcolo e determinare l'illuminamento medio E_m

-verificare il raggiungimento del requisito

Se le caratteristiche del progetto non rispettassero i requisiti richiesti, bisognerebbe intervenire andando a sostituire gli apparecchi di illuminazione presenti, ripartendo dalla fase di progettazione illuminotecnica.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

¹ Dialux è tra i software più diffusi per la progettazione illuminotecnica. Permette di simulare l'illuminazione dentro e fuori gli ambienti, di calcolare e verificare tutti i parametri per impianti d'illuminazione fornendo risultati chiari e precisi secondo le ultime normative di settore.

b. Il sistema di illuminazione dell'ambiente deve essere suddiviso in zone controllate in modo indipendente, non più grandi di 46,5 m² o il 20% della superficie del pavimento (a seconda della grandezza del locale)

PROGETTO

Requisiti: con questo requisito si vuole dare la possibilità di parzializzare l'impianto in modo da avere zone di massimo 46,5 m² servite da un'illuminazione autonoma. L'area di 46,5 m² è il risultato di una conversione dall'unità di misura utilizzata in America, i ft²; è per questo che risulta essere un numero particolare e non intero e arrotondato.

Verifica delle prestazioni: bisognerebbe fare in modo che gli interruttori degli impianti di illuminazione principali di un locale siano alla portata di tutti gli utenti in maniera comoda e quasi del tutto autonoma (non superando il confine di un'area di 46,5 m² o del 20% della superficie considerata), permettendo di accendere e spegnere l'impianto in qualsiasi momento, limitando così i consumi di energia elettrica.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -fare un rilievo delle aree che vanno verificate o richiederlo
-verificare in pianta la posizione degli interruttori rispetto alle zone utilizzate dagli utenti
-oppure verificare che siano presenti interruttori nelle singole postazioni di lavoro.

Nel caso in cui questo requisito non fosse rispettato bisognerebbe intervenire nell'impianto elettrico andando ad aggiungere interruttori laddove ce ne fosse bisogno;

Criticità: nessuna criticità rilevata.

c. Se la luce ambientale media è inferiore a 300 lux, su richiesta, devono essere disponibili luci da scrivania da 300 a 500 lux sul piano di lavoro

PROGETTO

Requisiti: questo requisito vuole provvedere all'integrazione del flusso luminoso emesso dall'impianto di illuminazione principale tramite apparecchi da scrivania posizionabili dove desiderano gli utenti, nel caso in cui l'impianto generale non fosse sufficiente a fornire l'illuminamento necessario.

Verifica delle prestazioni: questo punto non viene affrontato nella fase progettuale ma, più che altro, in quella di gestione.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: la verifica avviene in campo e si tratta di:

-verificare la presenza delle lampade
-misurare con un luxmetro l'illuminamento delle lampade.

Nel caso in cui, in un locale con postazioni di lavoro, non si raggiungesse il valore medio di 300 lux, gli utenti potrebbero richiedere apparecchi di illuminazione da tavolo aggiuntivi. Essi devono essere forniti e bisogna verificare che forniscano un illuminamento compreso tra 300 lux e 500 lux sul piano di lavoro, in modo da compensare la carenza dell'impianto generale, dal momento che, per la maggior parte delle postazioni di lavoro, la norma richiede la presenza di almeno 500 lux³.

Criticità: non è chiaro se il range (300-500 lux) debba essere garantito solo dalla lampada da tavolo o dalla somma dei due contributi sul piano di lavoro e se il valore misurato debba essere per forza all'interno del range o se questo possa essere superato (in questo caso l'interpretazione data è che il valore massimo del range non possa essere superato).

PARTE 2: Brightness management strategies (Precondition)

Devono essere presi in considerazione almeno due dei seguenti requisiti:

a. Contrasti di massima luminosità tra le stanze principali e gli spazi ausiliari, come i corridoi e le trombe delle scale, se presenti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una stanza principale non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di uno spazio ausiliario

b. Contrasto massimo di luminosità tra le superfici di lavoro e le superfici immediatamente adiacenti, comprese le schermate dei terminali. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 3 volte maggiore o minore di una superficie adiacente

c. Contrasti di luminosità tra superfici di lavoro e superfici lontane non adiacenti nella stessa stanza. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una superficie non può avere una luminanza 10 volte maggiore o minore di un'altra superficie lontana nella stessa stanza

d. Il modo in cui la luminosità è distribuita attraverso i soffitti in una determinata stanza che mantiene una varietà di illuminazione, ma evita sia zone scure sia punti eccessivamente luminosi e potenzialmente abbaglianti. Ad esempio, i progetti possono stabilire che, pur mantenendo una varietà di illuminazione, una parte del soffitto non può essere 10 volte più o meno luminosa di un'altra parte nella stessa stanza

Questi valori di cui si parla nei vari punti, possono essere assimilabili ai rapporti di luminanza che troviamo nella norma UNI 10380, ora sostituita dall'attuale UNI EN 12464-1:2011, in cui si fa riferimento più che altro ai valori di riflessione luminosa di soffitti, pareti e pavimento, piuttosto che all'uniformità.

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti al campo visivo dell'osservatore/utente e sono stabiliti in modo che esso non venga distratto o disturbato da contrasti troppo elevati tra il suo compito visivo e le zone circostanti.

Verifica delle prestazioni: questa parte riguarda principalmente la fase progettuale poiché i colori delle pareti e degli arredi, i quali determinano la luminanza di questi ultimi, vengono decisi già in fase di progetto.

Criticità: il modo in cui vengono spiegati i vari punti non è abbastanza chiaro:

a. non si capisce se la luminanza della stanza principale e dello spazio ausiliario sia da intendere come un valore medio di tutte le luminanze presenti nella stanza;

b. come superficie adiacente si potrebbe intendere una parete a fianco di una scrivania, un mobile o un arredo generico, ma non è ben specificato;

c. come superficie lontana si potrebbe intendere la parete di fondo della stanza che l'utente vede dalla sua postazione ma, anche in questo caso, non è specificato;

d. bisogna prendere in considerazione la parte più luminosa e quella meno luminosa del soffitto e rapportarle?

In generale non viene spiegato da che posizione devono essere presi questi valori e quale strumento di misura utilizzare.

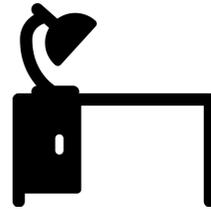
ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: nella fase di esercizio si può provvedere alla ritinteggiatura delle pareti o alla sostituzione dei complementi di arredo.

Criticità: le criticità sono analoghe a quelle riscontrate nel progetto.

F53 VISUAL LIGHTING DESIGN



F53	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	
b.	●	
c.		●
Parte 2		
a.	●	
b.	●	
c.	●	
d.	●	

2.1.2 Feature 54 - Circadian lighting design

PARTE 1: Melanopic light intensity for work areas (Precondition)

a. Almeno nel 75% delle postazioni di lavoro devono essere presenti almeno 200 lux melanopici, misurati sul piano verticale rivolto in avanti, a 1,2 m dal pavimento (per simulare la vista dell'utente). Questo livello di luce può comprendere la luce naturale e deve essere presente almeno per un orario compreso tra le 9:00 e le 13:00, in tutti i giorni dell'anno

b. Per tutte le postazioni di lavoro, le luci artificiali devono fornire un'illuminazione mantenuta sul piano verticale rivolto in avanti di almeno 150 lux melanopici

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti riguardano il corretto funzionamento dei ritmi circadiani degli utenti.

Verifica delle prestazioni: a. al momento della progettazione, di pari passo con il progetto illuminotecnico, bisognerà verificare questo requisito tramite un software, ad esempio "alfa" di Solemna, in modo da poter ottenere valori che coprano tutti i giorni dell'anno, poiché sarebbe difficoltoso effettuare misurazioni tutti i giorni

b. anche questo punto può essere verificato tramite lo stesso software in fase di progetto.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: a. -determinare i punti di campionamento secondo la formula e disegnarli sulla pianta dell'edificio

-andare a misurare in campo con uno spettrofotometro, simulando la posizione dell'utente seduto su una postazione di lavoro, mantenendo lo strumento in corrispondenza del viso rivolto in avanti, oppure posizionato su un cavalletto a un'altezza di 1,2 m dal pavimento

-ripetere la misura in diversi orari stabiliti in precedenza tra le 9.00 e le 13.00

-scaricare i dati

-utilizzare il foglio di calcolo fornito da WELL o la formula e determinare i lux circadiani

b. -prendere le misure in campo con uno spettrofotometro per tutte le postazioni di lavoro

-scaricare i dati

-utilizzare il foglio di calcolo fornito da WELL o la formula e determinare i lux circadiani.

Nel caso in cui non venissero rispettati questi requisiti da un progetto già costruito, si tratterebbe di sostituire l'impianto di illuminazione esistente e ripartire dalla progettazione illuminotecnica.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F54 CIRCADIAN LIGHTING DESIGN



F54	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	
b.	●	

2.1.3 Feature 55 - Electric light glare control

PARTE 1: Luminaire shielding (Precondition)

Negli spazi regolarmente occupati devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- a. Nessuna schermatura richiesta per meno di 20.000 cd/m² (incluse le sorgenti riflesse)
- b. α : 15° da 20.000 a 50.000 cd/m²
- c. α : 20° da 50.000 a 500.000 cd/m²
- d. α : 30° da 500.000 in poi

Questo requisito si trova anche nella normativa, nella sezione in cui tratta dell'abbagliamento¹.

PROGETTO

Requisiti: vengono imposti questi valori per evitare l'abbagliamento degli utenti situati nelle proprie postazioni di lavoro.

Verifica delle prestazioni: nella fase di progetto si tratta di verificare i requisiti degli apparecchi di illuminazione tramite un software, ad esempio DIALUX.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: si tratta di verificare con strumenti appositi (ad esempio un luminanzometro), il valore di luminanza degli apparecchi, e di andare ad apporre le necessarie schermature in caso di bisogno. Quindi:

- misurare in campo con un luminanzometro la luminanza degli apparecchi
- riportare i dati.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

Parte 2: Glare minimization (Precondition)

- a. Gli apparecchi oltre 53° sopra il centro di visione (sopra l'orizzontale) devono avere una luminanza inferiore a 8.000 cd/m²

PROGETTO

Requisiti: questo requisito ha lo stesso scopo del precedente.

Verifica delle prestazioni: nella fase progettuale bisogna prevedere una disposizione delle postazioni di lavoro adeguata ai requisiti richiesti, in modo che l'utente, dalla sua postazione, non venga abbagliato dagli apparecchi illuminanti; oppure bisogna fare in modo di non superare la soglia di luminanza richiesta.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -disegnare in sezione l'angolo compreso tra l'asse del centro di visione (1,2 m in corrispondenza della postazione di lavoro) e la lampada

-nel caso in cui l'apparecchio sia sopra bisogna verificare la sua luminanza, rilevata in precedenza con il luminanzometro.

Laddove fosse necessario, si tratterebbe di ricollocare la postazione di lavoro in questione in modo tale che l'angolo compreso tra la linea orizzontale del centro di visione dell'utente e l'apparecchio non superi i 53°.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

- b. Le postazioni di lavoro devono ottenere un UGR \leq 19

¹ Tabella 2 (Parte I, Cap. 1)

PROGETTO

Requisiti: questo requisito segue la normativa vigente.

Verifica delle prestazioni: nel momento in cui si procede con il progetto illuminotecnico e si vanno a scegliere gli apparecchi, la casa produttrice dovrebbe già fornire il valore di UGR, il quale, di norma, negli uffici, non dovrebbe essere superiore a 19 per lavori che comportano lettura, scrittura, riunioni e lavoro al computer¹; nel caso in cui non si disponesse di questa informazione è possibile verificarla tramite il software DIALUX.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -richiedere le schede tecniche degli apparecchi presenti e ricavare l'UGR -se ciò non risulta possibile, provare a risalire alla scheda tecnica dell'apparecchio online e se la verifica non risulta possibile neanche in questo modo, utilizzare il software del videoluminanzometro utilizzato in precedenza per cercare di ottenere il valore tramite le fotografie scattate.

L'unico modo per far fronte a questo requisito, nel caso non venisse rispettato, è quello di sostituire l'impianto di illuminazione con uno adeguato ai requisiti.

Criticità: la misurazione in campo dell'indice UGR risulta complessa sia come misura sia a livello di elaborazione dei dati.

F55 ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL



F55	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
b.	●	●
c.	●	●
d.	●	●
Parte 2		
a.	●	●
b.	●	

² "Manuale illuminotecnico pratico" Zumtobel

2.1.4 Feature 56 - Solar glare control

PARTE 1: View window shading (Precondition)

Almeno uno dei seguenti requisiti deve essere soddisfatto per tutte le parti vetrate a meno di 2,1 m dal pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atrii):

- a. Schermature interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento
- b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti servono per evitare l'abbagliamento degli utenti che lavorano nelle proprie postazioni.

Verifica delle prestazioni: si tratta di ipotizzare già in fase di progetto la presenza di schermature interne che possano essere gestite autonomamente dagli utenti o automatizzate in modo da essere sensibili alla presenza di luce solare abbagliante, oppure sistemi di schermatura esterni automatizzati.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -bisogna recarsi sul posto e osservare se le schermature sono presenti o meno o informarsi presso i gestori della struttura.

Nel caso in cui questi elementi non fossero presenti è possibile, senza stravolgere il progetto, andare ad apporli in un momento successivo.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

- c. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmissione del 90% o più

PROGETTO

Requisiti: questo requisito ha lo stesso scopo del precedente.

Verifica delle prestazioni: in fase progettuale, nel momento in cui si progettano i serramenti si può pensare di inserire vetri con queste caratteristiche.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: si tratta di chiedere a chi gestisce l'edificio o di fare una verifica visiva.

Nel caso in cui il requisito non fosse rispettato sarebbe possibile farlo anche in un secondo momento, andando a sostituire i vetri o i serramenti.

Questa operazione avrebbe un costo notevole e, dal momento che per questa parte basta soddisfare un solo requisito è più semplice gestire il punto a.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

Parte 2: Daylight management (Precondition)

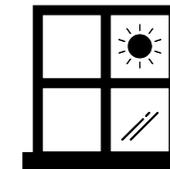
È richiesto almeno uno dei seguenti requisiti per tutte le parti vetrate superiori a 2,1 m sopra il pavimento in spazi regolarmente occupati (ad esclusione degli atrii):

- a. Schermature interne che possano essere controllate dagli utenti o impostate per evitare automaticamente l'abbagliamento
- b. Sistemi di schermatura esterni impostati per evitare l'abbagliamento
- c. Ripiani interni per riflettere la luce del sole verso il soffitto
- d. Una pellicola di micro-specchi sulla finestra che rifletta la luce naturale verso il soffitto
- e. Vetri con opacità variabile, ad esempio vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmissione del

90% o più

I punti a, b ed e sono identici a quelli della Parte 1. I punti c e d differiscono dai precedenti, ma valgono comunque le stesse caratteristiche per quanto riguarda fase di progetto e di esercizio.

F56 SOLAR GLARE CONTROL



F56	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
b.	●	●
c.	●	
Parte 2		
a.	●	●
b.	●	●
c.	●	
d.	●	
e.	●	

2.1.5 Feature 57 - Low-glare workstation design

PARTE 1: Glare avoidance (Optimization)

- a. Per ridurre al minimo l'abbagliamento causato dalla luce solare incidente, tutti gli schermi dei computer sulle scrivanie situati entro 4,5 m dalle finestre possono essere orientati con un angolo di 20° perpendicolare al piano della finestra più vicina
- b. Gli apparecchi a soffitto non devono essere rivolti direttamente sugli schermi dei computer

PROGETTO

Requisiti: questo requisito è rivolto ad evitare l'abbagliamento degli utenti che lavorano con i terminali.
Verifica delle prestazioni: questa feature riguarda principalmente la parte gestionale.
Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.
Verifica delle prestazioni: -recarsi sul posto e verificare l'inclinazione degli schermi dei computer
 -verificare la distanza dalla finestra.
 Si tratta di andare a posizionare i terminali nella maniera corretta, misurando in campo o aiutandosi tramite programmi CAD per quanto riguarda il punto a.
Criticità: il punto b non sembra essere molto chiaro: probabilmente è da intendere come abbagliamento riflesso su monitor, ma non viene spiegato nel dettaglio.

F57 LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN



F57	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
b.	●	●

2.1.6 Feature 58 - Color quality

PARTE 1: Color rendering index (Optimization)

- Tutti gli apparecchi (ad eccezione di apparecchi decorativi, luci di emergenza e altre luci speciali) devono soddisfare le seguenti condizioni:
- a. CRI ≥ 80
 - b. CRI R9 ≥ 50

Questo valore di CRI ≥ 80 è lo stesso presente nella norma per quanto riguarda gli spazi di lavoro¹.

PROGETTO

Requisiti:
Verifica delle prestazioni: il CRI (indice di resa cromatica) e, più nello specifico, il CRI R9 (rosso) sono verificabili in fase di progetto all'interno delle schede tecniche degli apparecchi di illuminazione scelti, o tramite l'utilizzo di un software come DIALUX.
Criticità: b. questo requisito risulta essere molto restrittivo: ha senso richiederlo all'interno di gallerie d'arte, nelle cucine professionali e all'interno di negozi, poichè le tonalità rosse sono prevalenti nelle sfumature della cute, degli abiti, della verdura e della carne; ma in uno spazio di lavoro come può essere, in questo caso, Toolbox non è certo un aspetto fondamentale, infatti viene considerato un optimization, ma rimane comunque molto difficile da raggiungere con apparecchi di illuminazione tipici da ufficio.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.
Verifica delle prestazioni: -richiedere le schede tecniche degli apparecchi
 -se non fossero disponibili si può determinare tramite uno spettrofotometro in campo
 Per raggiungere questo requisito in fase di gestione, nel caso non fosse verificato, bisogna andare a sostituire le lampade presenti.
Criticità: nessuna criticità rilevata.

F58 COLOR QUALITY



F58	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	
b.	●	

¹ Tabella 4 (Parte I, Cap. 1)

2.1.7 Feature 59 - Surface design

PARTE 1: Working and learning area surface reflectivity (Optimization)

- a. Per soffitti LRV (fattore di riflessione) medio $\geq 0,8$ (80%) per almeno 80% della superficie in spazi regolarmente occupati
- b. Per superfici verticali LRV medio $\geq 0,7$ (70%) per almeno 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati
- c. Per arredi LRV medio $\geq 0,5$ (50%) per il 50% della superficie direttamente visibile dagli spazi regolarmente occupati

Il fattore di riflessione è una grandezza presente anche nella normativa e i valori qui presentati potrebbero essere più o meno assimilabili a quelli lì presenti¹.

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti indicano che le superfici che circondano le postazioni di lavoro è consigliabile che siano per la maggior parte chiare o neutre e bisogna cercare di evitare colori troppo scuri.

Verifica delle prestazioni: il progettista dovrà scegliere colori di cui conosce il fattore LRV, in modo da poterli inserire, ad esempio, come input nei software per la progettazione illuminotecnica.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

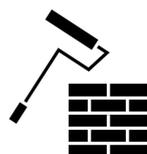
Verifica delle prestazioni: per la verifica in campo è possibile utilizzare uno spettrofotometro, oppure:

- decidere preventivamente di quali superfici misurare il valore
- andare in campo con un luxmetro e un luminanzometro (oppure con uno spettrofotometro a contatto): prima acquisire l'illuminamento che riceve la superficie con il luxmetro, poi successivamente puntare il luminanzometro sulla superficie per acquisire la luminanza
- calcolare il fattore di riflessione tramite la formula $\rho = L \cdot \pi / E$
- fare la media.

Nel momento in cui non risultano essere rispettati i requisiti richiesti, si tratta di andare a sostituire determinati arredi o i colori delle pareti e del soffitto che creano problemi. Questa feature comunque fa parte delle optimizations quindi, se si vuole puntare solamente a raggiungere la certificazione, non è necessario nessun cambiamento.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F59 SURFACE DESIGN



F59	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
b.	●	●
c.	●	●

¹ Parte I, Cap. 2, "LUMINANZA"

2.1.8 Feature 60 - Automated shading and dimming control

PARTE 1: Automated sunlight control (Optimization)

Tutte le finestre di dimensioni superiori a 0,55 m² devono avere le seguenti caratteristiche:

- a. Dispositivi di ombreggiatura che si attivano automaticamente quando i sensori della luce indicano che la luce naturale potrebbe contribuire ad abbagliare le postazioni di lavoro e altre aree con posti a sedere

Parte 2: Responsive light control (Optimization)

Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti nelle aree di lavoro principali:

- a. Tutti gli apparecchi di illuminazione, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmati utilizzando sensori di presenza per ridursi automaticamente al 20% o meno (o spegnersi) quando la zona non è occupata
- b. Tutti gli apparecchi di illuminazione, ad eccezione di apparecchi decorativi, devono essere programmati per attenuarsi continuamente in risposta alla luce naturale

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti ad incoraggiare gli utenti ad un utilizzo maggiore della luce naturale per far fronte a sprechi e risparmiare così energia.

Verifica delle prestazioni: in questo caso si tratta di prevedere e progettare la presenza di sensori per la luce naturale collegati ai sistemi di ombreggiatura esterni o interni, altri collegati all'impianto generale di illuminazione dei locali e, infine, sensori di presenza sempre collegati all'impianto di illuminazione.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: bisogna recarsi sul posto e verificare visivamente o chiedendo queste informazioni a chi gestisce l'edificio.

Nel caso in cui il requisito non fosse verificato si tratterebbe di installare questi sensori in un momento secondario.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F60 AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROL



F60	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
Parte 2		
a.	●	●
b.	●	●

2.1.9 Feature 61 - Right to light

PARTE 1: Lease depth (Optimization)

a. Il 75% dell'area di tutti gli spazi regolarmente occupati deve trovarsi entro 7,5 m da finestre con vista

Parte 2: Window access (Optimization)

a. Il 75% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 7,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno

b. Il 95% di tutte le postazioni di lavoro deve trovarsi entro 12,5 m da un atrio o una finestra con vista verso l'esterno

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti ad incoraggiare un maggior sfruttamento della luce naturale e lavorare stando a contatto con l'ambiente esterno.

Verifica delle prestazioni: nel momento in cui si procede con la progettazione dell'allestimento degli spazi bisogna prevedere questi requisiti.

Criticità: non è molto chiaro cosa si intenda esattamente per "finestre con vista"; probabilmente indica che la vista non debba essere ostacolata da edifici vicini o che non può essere considerata "vista" un affaccio su un cortile interno.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -verificare visivamente se le finestre possono essere considerate "finestre con vista"

-rilevare o ottenere la pianta dei locali da verificare

-misurare la distanza delle postazioni dalle finestre.

Nel caso in cui questi requisiti non fossero rispettati si tratta di provvedere alla risistemazione delle postazioni di lavoro.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F61 RIGHT TO LIGHT



F61	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
Parte 2		
a.	●	●
b.	●	●

2.1.10 Feature 62 - Daylight modeling

PARTE 1: Healthy sunlight exposure (Optimization)

Simulazioni di luce devono dimostrare le seguenti condizioni:

a. L'autonomia spaziale della luce naturale (sDA300,50%) deve essere raggiunta per almeno il 55% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, almeno il 55% dello spazio deve ricevere almeno 300 lux di luce naturale per almeno il 50% delle ore di funzionamento ogni anno

b. L'esposizione annuale alla luce naturale (ASE1000,250) deve essere raggiunta per non più del 10% dello spazio occupato regolarmente. In altre parole, non più del 10% dell'area può ricevere più di 1.000 lux per 250 ore all'anno

Questa feature è una delle più complesse, ma può essere verificata in fase di progetto tramite un software specifico. Gli stessi requisiti sono presenti all'interno del protocollo LEED v4, nella sezione "Indoor environmental quality" ma, in questo caso, la richiesta è più restrittiva per quanto riguarda il punto a: viene richiesto che la sDA300,50% sia raggiunta per almeno il 75% dello spazio occupato regolarmente.

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti alla salvaguardia del corretto allineamento dei ritmi circadiani degli utenti attraverso una corretta esposizione alla luce naturale nell'arco di un intero anno.

Verifica delle prestazioni: nella fase progettuale è possibile verificare sia la sDA sia la ASE tramite il software DIVA per Rhino, prodotto da Solemna, costruendo il modello del locale che bisogna verificare. Per riuscire a completare il modello per ottenere i risultati è necessario conoscere le seguenti caratteristiche del progetto:

-luogo in cui è situato

-materiali presenti nella stanza e il loro coefficiente di riflessione

-posizione delle postazioni di lavoro

-presenza o meno di tende o altri elementi oscuranti.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: per quanto riguarda la verifica si tratta sempre di utilizzare il software DIVA:

-creare il modello del locale in DIVA a partire da piante e sezioni

-indicare il luogo in cui è situato, i materiali presenti, la presenza di tende o altri elementi oscuranti

-indicare cosa si vuole calcolare (in questo caso sDA e ASE)

-far partire il calcolo.

Nel caso in cui i requisiti non fossero rispettati non è possibile affrontare la feature nella fase di esercizio del progetto, poichè dipende dai fattori elencati in precedenza.

Criticità: questa è una feature verificabile solo tramite una modellazione con un software di calcolo.

F62 DAYLIGHT MODELING



F62	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	
b.	●	

2.1.11 Feature 63 - Daylight fenestration

PARTE 1: Windows sizing for working and learning spaces (Optimization)

Le seguenti condizioni devono essere soddisfatte lungo le facciate degli spazi regolarmente occupati:

- a. Il rapporto tra finestre e pareti, misurato sui prospetti esterni, deve essere compreso tra il 20% e il 60%. Percentuali superiori al 40% richiedono ombreggiature esterne o vetri opacizzanti regolabili per controllare l'apporto di calore indesiderato e l'abbagliamento
- b. Tra il 40% e il 60% dell'area della finestra deve essere almeno 2,1 m sopra il pavimento

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti al corretto rapporto degli utenti con la luce naturale e la vista verso l'esterno tramite parti vetrate di dimensioni adeguate.

Verifica delle prestazioni: il rapporto tra finestre e pareti deve essere affrontato in fase di progetto, come anche la grandezza e l'altezza da terra delle finestre e la presenza di vetri opacizzanti.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: a. -misurare sul prospetto (in CAD) il rapporto tra finestre e pareti

b. -misurare sul prospetto (in CAD) l'area della finestra e l'altezza da terra.

a. nel caso in cui il rapporto verificato fosse superiore al 40% le ombreggiature necessarie possono essere montate anche in fase di gestione.

Criticità: avrebbe più senso misurare il rapporto sui prospetti interni e non su quelli esterni, dal momento che quello che interessa è l'apporto di calore e di luce verso l'interno.

PARTE 2: Windows transmittance in working and learning areas (Optimization)

Le seguenti condizioni di trasmissione luminosa (VT) devono essere soddisfatte per tutte le parti vetrate non decorative:

- a. Tutte le vetrate (esclusi i lucernari) situate a più di 2,1 m dal pavimento devono avere $VT \geq 60\%$
- b. Tutti le vetrate situate a 2,1 m o meno dal pavimento devono avere $VT \geq 50\%$

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti ad un corretto apporto di luce naturale all'interno degli ambienti di lavoro, per favorire la salute degli utenti.

Verifica delle prestazioni: la trasmissione luminosa dei vetri può essere verificata in fase di progetto tramite le schede del prodotto ottenute dal fornitore.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -recarsi sul posto con un luxmetro o uno strumento adeguato

-misurare con la fotocellula attaccata al vetro la luce solare che viene trasmessa

-misurare senza il vetro nella stessa posizione la luce solare incidente

-fare il rapporto tra il primo e il secondo illuminamento per ottenere la trasmissione luminosa in percentuale.

In fase di esercizio, affinché il requisito risulti verificato, si tratta di sostituire le parti vetrate.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

Parte 3: Uniform color transmittance (Optimization)

Tutte le finestre utilizzate per l'illuminazione naturale devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a. La trasmissione luminosa (VT) delle lunghezze d'onda comprese tra 400 e 650 nm non deve variare di più di un fattore di 2

PROGETTO

Requisiti: anche questo requisito è rivolto ad ottenere un corretto apporto di luce naturale però, in questo caso, esso vuole evitare la presenza di vetrate colorate che possano modificare la luce trasmessa all'interno dello spazio.

Verifica delle prestazioni: nel momento in cui si procede con la scelta dei vetri è possibile richiedere al produttore questa caratteristica, oppure si può misurare in fase di collaudo con uno spettrofotometro, in modo da poter determinare la VT dell'intervallo di lunghezze d'onda richiesto; l'importante è cercare di non scegliere vetri colorati, che potrebbero assorbire lo spettro solare per determinate lunghezze d'onda.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: -recarsi sul posto con uno spettrofotometro

-eseguire le stesse misurazioni svolte con il luxmetro con e senza vetro

-scaricare i dati

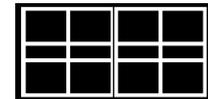
-verificare i risultati ottenuti per ogni lunghezza d'onda tra 400 e 650 nm

-determinare la VT tramite il rapporto tra il lusso incidente e il flusso trasmesso

Anche in questo caso, in fase di esercizio, affinché il requisito risulti verificato, si tratta di sostituire le parti vetrate.

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F63 DAYLIGHT FENESTRATION



F63	Progetto	Esercizio
Parte 1		
a.	●	●
b.	●	
Parte 2		
a.	●	
b.	●	
Parte 3		
a.	●	

2.1.12 Feature 64 - Interior fitness circulation (FITNESS)

PARTE 3: Facilitative aesthetics (Optimization)

In progetti che hanno da 2 a 4 piani fuori terra, sia le scale sia i percorsi molto frequentati devono disporre di elementi che incorporino almeno due delle seguenti caratteristiche:

- Opere d'arte
- Musica
- Luce naturale attraverso finestre o lucernari di almeno 1 m²**
- Finestre con vista**
- Livelli di illuminamento di almeno 215 lux quando sono in uso**
- Elementi biofilici

Questa feature appartiene al concept FITNESS, a differenza delle precedenti, tutte appartenenti al concept LIGHT, ma è stata scelta poiché incorpora in sé tre punti che riguardano comunque la luce.

PROGETTO

Requisiti: questi requisiti sono rivolti al benessere degli utenti i quali, attraverso un'illuminazione adeguata e grandi finestre negli spazi di passaggio sono più invogliati ad effettuare determinati percorsi.

e. i 215 lux di cui si parla sono derivati dalla conversione dell'unità di misura utilizzata in America (fc: foot-candle).

Verifica delle prestazioni: e. si tratta di verificare questo requisito nella fase del progetto illuminotecnico tramite DIALUX o software analoghi.

Criticità: d. presenta lo stesso problema della F61 "Right to light", anche in questo caso si assume che non debbano esserci ostruzioni visive da parte di altri edifici o viste su cortili interni.

ESERCIZIO

Requisiti: il requisito è il medesimo della fase di progetto.

Verifica delle prestazioni: c. -recarsi sul posto e misurare le finestre

d. -osservare quello che si vede attraverso le finestre

e. -decidere preventivamente i punti da misurare su una pianta

-recarsi in campo con un luxmetro e posizionarlo all'altezza del pavimento

-fare una media dei dati per ottenere l'illuminamento medio

c. d. non possono essere trattati in questa fase, poiché sono decisioni da prendere in fase di progetto

e. bisogna sostituire l'impianto di illuminazione

Criticità: nessuna criticità rilevata.

F64 INTERIOR FITNESS CIRCULATION

F64	Progetto	Esercizio
Parte 3		
c.	●	
d.	●	
e.	●	

2.2 Conclusioni

Da questo capitolo emerge come il protocollo sia ancora in una fase di sperimentazione, dal momento che si riscontrano una serie di problematiche e criticità, almeno per quanto riguarda il Concept LIGHT. Sono più della metà le features in cui si possono osservare criticità e difficoltà di comprensione delle richieste.

Il protocollo non dice esplicitamente che se anche solo un ambiente, di quelli presi in considerazione, non viene verificato allora l'intera feature o la parte in questione non risulta verificata: questa è stata, dunque, un'interpretazione personale.

Alcune features risultano essere molto restrittive per i requisiti che richiedono, come ad esempio la feature 58 "Color quality", la quale richiede che il CRI R9 sia maggiore o uguale a 50.

Con la versione successiva del protocollo si è cercato di semplificarlo, andando ad accorpate alcune features, riducendole di numero e cambiandole un po', infatti ne possiamo trovare 4 nuove su 8. In questo modo si ritorna ad avere una struttura più simile a quella del protocollo LEED, probabilmente proprio perché ci si era accorti di come il WELL v1 fosse troppo restrittivo su alcuni aspetti.

Una domanda che ci si deve porre arrivati alla conclusione di questa analisi è: ha senso applicare il protocollo WELL ad edifici che non sono stati progettati secondo le linee guida di questo protocollo?

Andando ad osservare tutte le features analizzate si può notare come per molte di esse, nel momento in cui i requisiti non risultano verificati, si tratterebbe di sostituire, ad esempio, l'impianto di illuminazione o intere parti vetrate, operazioni che risultano essere lunghe e dispendiose.

Dunque la risposta che verrebbe da dare è: probabilmente non ha senso applicare il protocollo ad edifici che non hanno seguito le sue linee guida in fase di progetto, perché i costi supererebbero di gran lunga i benefici, dal momento che già l'applicazione del protocollo di per sé ha un costo elevato.

TABELLA RIASSUNTIVA

Con questa tabella si vuole indicare il grado di difficoltà riguardo al metodo di verifica riscontrato durante l'applicazione delle features, su una scala convenzionale compresa tra 0 e 3.

CONCEPT LIGHT	Progetto	Esercizio	Grado di difficoltà
F53 Visual lighting design	●	●	★ ★ ★
F54 Circadian lighting design	●		★ ★ ☆
F55 Electric light glare control	●	●	★ ☆ ☆
F56 Solar glare control	●	●	☆ ☆ ☆
F57 Low-glare workstation design	●	●	☆ ☆ ☆
F58 Color quality	●		★ ☆ ☆
F59 Surface design	●	●	★ ☆ ☆
F60 Automated shading and dimming control	●	●	☆ ☆ ☆
F61 Right to light	●	●	★ ☆ ☆
F62 Daylight modeling	●		★ ★ ☆
F63 Daylight fenestration	●	●	★ ☆ ☆

Conclusioni generali

Questo percorso di tesi partiva dal voler dimostrare come, particolarmente in ambito illuminotecnico, sia importante dare maggior rilevanza al benessere degli esseri umani che vivono e lavorano all'interno degli edifici, i quali fanno da cornice alla nostra vita quotidiana per la maggior parte del tempo.

Il protocollo WELL, a primo impatto, si mostra come una forte innovazione per la valutazione degli edifici, dal momento che si concentra sull'impatto che l'edificio ha sull'uomo piuttosto che su quello che ha sull'ambiente. Esso racconta di come, grazie a questi requisiti innovativi, in tutti i campi (dalla qualità dell'aria e dell'acqua alla promozione dell'attività fisica e del mangiare sano), le aziende che decidono di investire in questo standard di valutazione, possano ottenere un sostanzioso ritorno dell'investimento già nei primi periodi.

Effettivamente le premesse sono ottime e chiunque sarebbe invogliato a perseguire questo tipo di certificazione. Quello che però non emerge fin dal principio è la difficoltà dell'applicazione di questo protocollo: il primo problema che si può riscontrare in seguito all'analisi fatta nell'ultima parte di questa tesi, è che risulta difficile applicare WELL ad un edificio già esistente e non progettato secondo i requisiti dello standard, poichè molte caratteristiche (features) riguardano elementi strutturali dell'edificio, sia in senso concreto sia intesi come elementi che stanno alla base dell'organizzazione e della gestione ad esempio; inoltre, le "istruzioni" per la verifica delle prestazioni non sono tutte molto chiare, anzi, spesso è necessario che chi deve svolgere i test debba dare una propria interpretazione delle richieste per riuscire a portare a termine la verifica del requisito.

Senza dubbio, l'ultima versione rilasciata dal IWBI (International Well Building Institute), ovvero il protocollo WELL v2, risulta essere più flessibile e meno restrittivo su alcune features, alcuni requisiti sono stati eliminati, altri accorpati, perchè probabilmente ci si era resi conto di una difficoltà di applicazione. Resta comunque vero il fatto che, applicare questo protocollo ad edifici esistenti, risulti ad oggi difficoltoso e, inoltre, molto costoso (dal momento che WELL costa in media il doppio di una certificazione LEED).

Stati Uniti, Regno Unito e Cina sono i principali Paesi in cui si contano la maggior parte di edifici certificati. Questo perchè il WELL Building Standard è nato negli Stati Uniti e tutti coloro che lavorano all'interno di IWBI provengono principalmente da lì, compresi i WELL Assessors, ovvero coloro che sono designati a condurre i test di verifica delle prestazioni, e questo è uno dei motivi per cui i costi risultano essere così elevati e in molti Paesi non si è nemmeno a conoscenza dell'esistenza di questo protocollo. Il nostro Paese è uno di questi, dal momento che, ad oggi, si conta un solo edificio certificato (WELL Silver) in tutta Italia.

Come già detto all'inizio della seconda parte di questa tesi, in molti si chiederanno "che cos'è WELL?". La speranza di questo lavoro di tesi è quella di aver fatto chiarezza, per quanto possibile, sulle sue caratteristiche e le sue applicazioni e che un giorno questo protocollo possa essere alla portata di tutti.



Bibliografia

PARTE I - La luce

- GIANNI FORCOLINI, 1988. Illuminazione di interni - La luce, i colori, le grandezze fotometriche. Le nuove sorgenti luminose. Il design dell'apparecchio di illuminazione e il progetto dell'impianto di alimentazione. Il comfort visivo e altri obiettivi del progetto illuminotecnico. Le metodologie di calcolo. *Ulrico Hoepli Milano*. pp. 204-256
- UNI, 2011. Norma UNI EN 12464-1:2011. Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni. *UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione*
- ZUMTOBEL, 2017. Manuale illuminotecnico pratico. Compatto ed esauriente. *Zumtobel Lighting GmbH*
- SIMONE GABBINI, A.A. 2013-2014. Tesi di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città - Aspetti non visivi della luce: nuove frontiere per la progettazione illuminotecnica
- L. BELLIA, A. PEDACE, G. BARBATO, 2013. Effetti visivi e non visivi della luce naturale e artificiale. Luce
- M. ANDERSEN, J. MARDALJEVIC, S.W. LOCKLEY, 2012. A framework for predicting the non-visual effects of daylight - Part I: photobiology-based model. *Lighting Research and Technology*
- J. MARDALJEVIC, M. ANDERSEN, N. ROYC, J. CHRISTOFFERSEN, 2014. A framework for predicting the non-visual effects of daylight - Part II: The simulation model. *Lighting Research and Technology*
- MARIA L. AMUNDADOTTIR, SIOBHAN ROCKCASTLE, MANDANA SAREY KHANIE, MARILYNE ANDERSEN, 2016. A human-centric approach to assess daylight in buildings for nonvisual health potential, visual interest and gaze behavior. *Building and Environment*
- PIETRO PALLADINO, 2019. Manuale del lighting designer - Teoria e pratica della professione. *Tecniche nuove*. pp. 430-434, pp. 816-829
- ANNA PELLEGRINO, GABRIELE PICCABLOTTO, ROSSELLA TARAGLIO, 2019. Dispense - Workshop specialistico "il progetto illuminotecnico", A.A. 2018-2019
- TECHNOTEAM. Videoluminanzometro - Camera photometer - Based on the Canon EOS70D digital reflex camera
- MARIA BONOMO, CHIARA BERTOLAJA. Illuminazione degli interni - Guida alla progettazione . Con esempi d'impianti sviluppati fino alla scelta degli apparecchi e alla valutazione dei relativi oneri d'esercizio. *Grafill*

PARTE II - Il protocollo WELL

- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Building Standard v1 with q2 2018 addenda
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. WELL v2. The next version of the WELL Building Standard

- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. Slides - The WELL Building Standard
- ELISA SIROMBO, 2018. Slides - La costruzione sostenibile. Introduzione alla sostenibilità certificata
- FULVIA DI MAIO, A.A. 2017-2018. Tesi di laurea magistrale in Architettura per il progetto sostenibile - Dalla scrivania alla chaise longue. L'architettura dello spazio ufficio verso una progettazione sostenibile
- Conferenza "WELLference". Milano, 17/12/2018
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Certification Guidebook
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Performance Verification Guidebook, applies to WELL v1 and WELL v2
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Performance Verification Guidebook, applies to WELL v1, Q1 2018
- MARTINA ALDEGHERI, A.A. 2014-2015. Tesi di laurea in Ottica e optometria - Stress visivo: confronto tra lampade fluorescenti a spettro continuo e lampade fluorescenti tradizionali
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2014. The WELL Building Standard, version 1.0
- FEDERICA VARRETTA, A.A. 2016-2017. Tesi di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città - Biofilic Design.
- Conferenza "Progettare il progettista, LEED + WELL e LIGHT". Milano, 14/03/2019
- Conferenza uffici Jacobs. Milano, 21/03/2019

PARTE III - Il caso studio

- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. WELL v2. The next version of the WELL Building Standard
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Building Standard v1 with q2 2018 addenda
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Performance Verification Guidebook, applies to WELL v1 and WELL v2
- INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE, 2018. The WELL Performance Verification Guidebook, applies to WELL v1, Q1 2018
- UNI, 2011. Norma UNI EN 12464-1:2011. Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni. *UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione*
- ZUMTOBEL, 2017. Manuale illuminotecnico pratico. Compatto ed esauriente. *Zumtobel Lighting GmbH*
- TIZIANO DALLA MORA. Dispense - Lezioni di Illuminotecnica - Luce naturale Climate-Based Daylight Modeling (CBDM). *Università IUAV di Venezia*

Sitografia

PARTE I - La luce

- The Kruihof Curve. 01/12/2015 < <https://www.allthingslighting.org/index.php/2019/02/15/the-kruihof-curve/> >
- Jet Lag. 23/07/2018 < <https://www.doveecomemicro.it/notizie/aggiornamenti/jet-lag> >
- Misuratore di luce HD2302.0 Delta Ohm < <https://it.rs-online.com/web/p/luxmetri/0261246/> >
- Colorimetro PCE-CRM 40 < https://www.pce-instruments.com/italiano/strumento-di-misura/misuratore/colorimetro-pce-instruments-colorimetro-pce-crm-40-det_5847785.htm >
- Spettrofotometro per misure di Illuminamento CL-500A < <https://www5.konicaminolta.eu/it/strumenti-di-misura/prodotti/misura-della-luce/colorimetri-a-luce-incidente/cl-500a/introduzione.html> >
- Canon EOS 70D Fotocamera Reflex Digitale < <http://market.patentati.it/prodotto/canon-eos-70d-foto-camera-reflex-digitale-20-2-megapixel-con-obiettivo-ef-s-18-55mm-is-stm-neroantracite/> >

PARTE II - Il protocollo WELL

- What's Good for People? Moving From Wellness to Well-Being < <https://www.knoll.com/knollnewsdetail/whats-good-for-people-moving-from-wellness-to-well-being> >
- La piramide di Maslow. 03/01/2020 < <https://it.wikipedia.org/wiki/Bisogno> >
- What's the Difference Between Wellness and Well-being? Or is There One? 19/04/2016 < <https://globalwellnessinstitute.org/global-wellness-institute-blog/2016/04/19/2016-4-19-whats-the-difference-between-wellness-and-well-being-or-is-there-one/> >
- WELL < <https://www.wellcertified.com/> >
- In Europa 412mila morti ogni anno per lo smog. 16/01/2020 < <https://www.truenumbers.it/inquinamento-morti-smog/> >
- DALY. 05/04/2018 < <http://www.biochronicles.net/news/burden-of-disease-daly/> >
- Years of life disabled < <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/YLD> >
- Symantec. 19/04/2018 < <https://resources.wellcertified.com/articles/symantec/> >
- Symantec < <https://www.google.com/search?q=azienda+symantec&oq=azienda+symantec&aqs=chrome..69l57.2136j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> >
- ASID National Headquarters < <https://account.wellcertified.com/project-profiles/asid-national-headquarters> >
- About the American Society of Interior Designers < <https://www.asid.org/about> >
- Perkins and Will < <https://perkinswill.com/news/building-wellness-workplace> >

- Want to improve workplace wellness? Build it into your office space. 28/06/2016 < https://www.bizjournals.com/washington/breaking_ground/2016/06/want-to-improve-workplace-wellness-build-it-into.html?b=1467125865%5E20072572 >

- The Porter Building < <https://www.theporterbuilding.com/well.html> >
- The Porter Building < <https://www.bega.com/it/progetti/the-porter-building-slough/> >
- Symantec – Draper < <https://www.apidesign.com/projects/symantec-draper/> >
- The Porter Building < <https://wellonline.wellcertified.com/project-profiles/porter-building/> >
- Uffici Jacobs < <http://www.paolomanteroarchitetto.it/it/progetti/new-jacobs-headquarters> >

PARTE III - Il caso studio

- Toolbox Coworking < <https://www.facebook.com/toolboxcoworking/> >
- Toolbox Office Lab & Coworking < <https://archinect.com/tiazzoldi/project/toolbox-office-lab-coworking> >
- Google earth pro
- Cos'è Dialux? < <http://www.disano.it/it/servizi/software-curve-fotometriche/dialux/disano-introduzione-8?trackCode=diaplug&trackKey=Download%20Dialux#sthash.Kag7zxvg.hc6luoB1.dpbs> >

Ringraziamenti

Ho pensato molto al momento in cui sarei arrivata a scrivere queste ultime pagine e, per un attimo, ho pensato addirittura di non riuscire a scriverle proprio. È stato un periodo lungo, fatto di alti e bassi, che mi ha fatto mettere in discussione tante cose della mia vita ma, alla fine, è arrivato finalmente alla sua conclusione.

Inizio ringraziando la mia professoressa ed Elisa Sirombo, le quali mi hanno dato l'idea di portare avanti questa tesi "un po' diversa", seguendomi con grande professionalità.

Ringrazio Gabriele perchè è stato sempre presente, mi ha seguita tantissimo nonostante i molti impegni, mi ha aiutata nella parte più pratica e ha capito quando c'era "qualcosa che non andava". Naturalmente ringrazio anche Rossella e tutto il LAMSA che, durante il periodo delle collaborazioni, è stato un ambiente familiare e sempre disponibile per qualsiasi dubbio o problema.

Ringrazio Valerio Loverso, il quale è stato di grandissimo aiuto, seppur per una piccola parte di questa tesi.

Ringrazio mamma e papà perchè, nonostante le pressioni iniziali, hanno capitato quand'era il momento di "mollare un attimo la presa", per riprenderla più forte di prima nel momento in cui "mi sono ripresa"! E voglio che sappiano che, nonostante sembri sempre che io non sia mai contenta, come dicono loro, e che pensi sempre e solo a me stessa (questo forse un po' è vero), gli voglio un bene immenso e senza di loro non ce l'avrei mai fatta ad arrivare dove sono ora.

Grazie papi per tutti i sacrifici che hai fatto e che continui a fare per me, non esistono tanti padri come te nel mondo e, per questo, mi sento decisamente fortunata.

Grazie mami perchè oltre ad essere una madre per me sei spesso un'amica, a cui posso sempre dire tutto quello che mi passa per la testa, che riesce a capirmi sempre, anche nei momenti più bui; anche se ti tratto spesso male non so come farei senza di te.

E poi naturalmente un enorme grazie a tutto il resto della mia famiglia.

Ringrazio Fra, la persona che amo, perché, nonostante tutto quello che ho e che abbiamo passato, è riuscito sempre a starmi vicino, ad aiutarmi e ad amarmi come nessun altro avrebbe potuto fare.

Grazie perchè mi sopporti e supporti sempre (so che è difficile, ma anche al contrario molto spesso), perchè riesci a farlo anche in questo momento non troppo bello per te, perchè non mi fai mai morire di fame, perchè ci sei sempre quando ho bisogno e ti rompo le scatole, perchè mi ami.

E, infine, ti dico grazie così: *"...e stai tranquillo sono sempre qui, a stringerti la mano, ti amo, andiamo..."*

Ringrazio Marti (o Martini, o baby) perchè è e sarà sempre una delle mie più grandi amiche.

Mi ricordo ancora quando sei entrata da quella porta quella sera di dicembre a Sauze e ci siamo guardate, cinque minuti dopo non posso scrivere cosa stavamo facendo, ma avevo già capito di volerti bene. Grazie per essermi stata vicina in quel brutto momento e per potermi sempre confidare con te senza la paura di essere giudicata. Ti voglio un mondo di bene.

Ringrazio Fede perchè insieme a mamma Marti mi porta sempre a sciare e ci divertiamo tanto.

Ti voglio bene da quindici lunghi anni ormai.

Ringrazio Gianlu perchè, anche se negli ultimi anni ci siamo un pochino allontanati, non ho mai smesso di volergli bene e di considerarlo uno dei miei migliori amici da sempre.

Ringrazio Sam, perchè è Sam e non potrebbe mai essere sostituito.

Ringrazio Meg (o Megghina) perchè rappresenta una delle amicizie più lunghe della mia vita e per me

c'è sempre stata.

Grazie di essere una gattara peggio di me, grazie perchè posso dirti tutto e tu puoi dire tutto a me, sempre è stato e sempre sarà. Grazie di tutto, ti voglio un bene immenso.

Ringrazio Matte perchè prima di essere un mio compagno di università è un mio caro amico e senza di lui la vita universitaria in questi anni non sarebbe stata la stessa.

Grazie perchè sei riuscito a sopportarmi in tutti gli atelier e in tutti i corsi in cui siamo stati compagni di gruppo, grazie perchè mi facevi fare il pisolino pomeridiano sul tuo divano, grazie perché il secondo anno di uni, senza te e Fra non so come avrei fatto, grazie perchè quando hai scoperto di noi due non hai dato troppo di matto, grazie perchè, soprattutto grazie a te, il nostro trio non morirà mai.

Ringrazio Robi (o Robi C, o Robbi Robbi) perchè penso sia stata la mia migliore amica all'università in questi ultimi anni, non ho mai conosciuto una persona più buona e gentile, così capace di ascoltare gli altri e di mettere sempre i loro problemi prima dei propri.

Grazie perchè sei decisamente troppo buona (non so se ti merito), perchè ti posso dire qualsiasi cosa, perchè mi ascolti come non fa nessuno e sai consigliarmi sempre per il meglio. Ti voglio bene.

Ringrazio tutto il resto dell'arkifamily: Francesca, G, Robi B., Ludo, Gavril, Dani, Rebi, Vale, Ste, Mari, Michi, Nic e Ale. Senza di voi questi anni sarebbero stati decisamente noiosi.

Grazie a Robi C., Michi e Mari che hanno reso il viaggio a Perugia uno dei più divertenti della mia vita, penso che non me lo dimenticherò mai.

Grazie Gavril, per essere come sei, non cambiare mai, rumeno del mio cuore.

Grazie a Robi B. e Dani, che insieme a me hanno intrapreso la "strada della luce" (non in senso religioso naturalmente) in questi ultimi anni e che ora sono ahimè lontani, ad illuminare la splendida città di Parigi. Au revoir mes amis.

Grazie Ale che con le tue perle spesso mi hai rallegrato le giornate, nonostante la distanza che ci separa ormai da troppi anni.

Ringrazio Gaia e Silvia, le mia infermiera e la mia doc preferite, perchè le nostre cenate mi hanno sempre fatto bene al cuore, perchè siamo amiche dal liceo e forse ora ancora più di prima, perchè tra di noi possiamo sempre parlare di tutto, nonostante Silvia faccia sempre la guastafeste, perchè ci conosciamo da tredici anni e vi voglio bene da sempre.

Ringrazio Phoebe, Ire, Ali, Robi, Luke e Gio perchè, anche in questo caso, vi voglio bene più ora di prima quando eravamo al liceo e spero di non perdervi mai.

Ringrazio Ari perchè anche se sei lontana, anche se ci siamo allontanate, anche se non ci vediamo da un'eternità, hai fatto attivamente parte della mia vita per molto tempo e non ho mai smesso di volerti bene. Ti sei persa tante cose di me e io di te negli ultimi anni, ma spero di poter recuperare presto. Mi manchi, ti voglio bene.

Ringrazio Cicludegrado, in particolare Robi, Ale, Sara e Vide, che mi hanno accolto in questo strano e matto gruppo e in cui posso dire di trovarmi veramente bene e di sentirmi a casa.

Ringrazio lo Studio Picco: Robi, Fede, Fra, Eva, Andre, Cera, Fra 2 e tutti gli altri (siete troppi). Anche se per pochi mesi, mi avete fatta sentire a casa e so che se ho bisogno di qualcosa voi ci siete sempre. Ringrazio di avervi conosciuti e di aver avuto dei colleghi fantastici come voi.

Infine, uso queste ultime righe per ringraziare una delle cose che amo di più al mondo: lo sci.

Grazie a questo sport ho imparato ad affrontare la vita e gli esami con un altro spirito e grazie a lui sono riuscita a sfogarmi nei momenti in cui ne avevo davvero bisogno.

E poi grazie a me stessa, che sono riuscita a trovare la forza per tirarmi su nel momento peggiore della mia vita.

Allegati

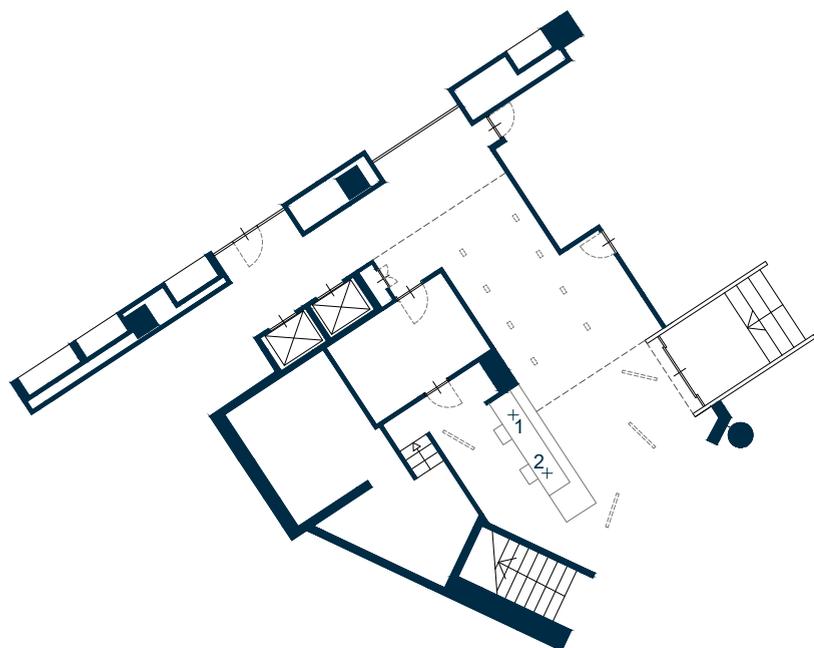
ALLEGATO A

Punti di campionamento e misure

Feature 53 Visual lighting design
 Parte 1 Visual acuity for focus (Precondition)
 a.

1.INGRESSO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



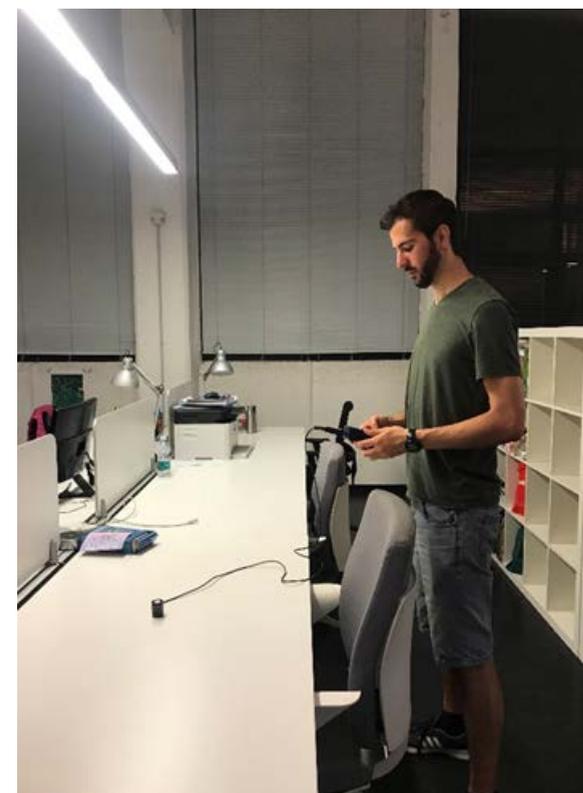
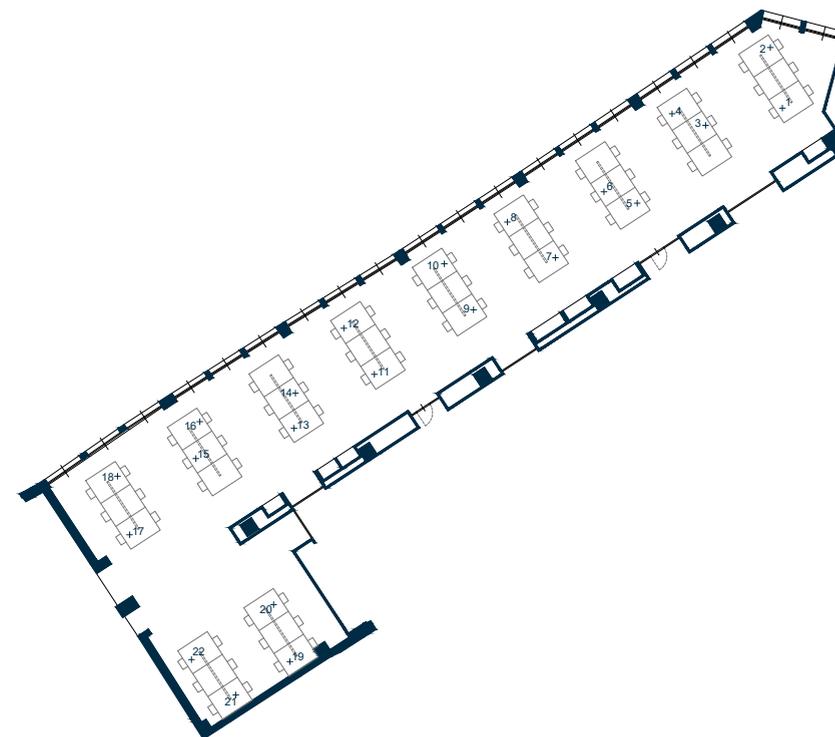
RISULTATI

Punti	E (lx)
1	262,7
2	230,2
Em	246,5

Requisito: 300 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.6)

2.COWORKING ACQUARIO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



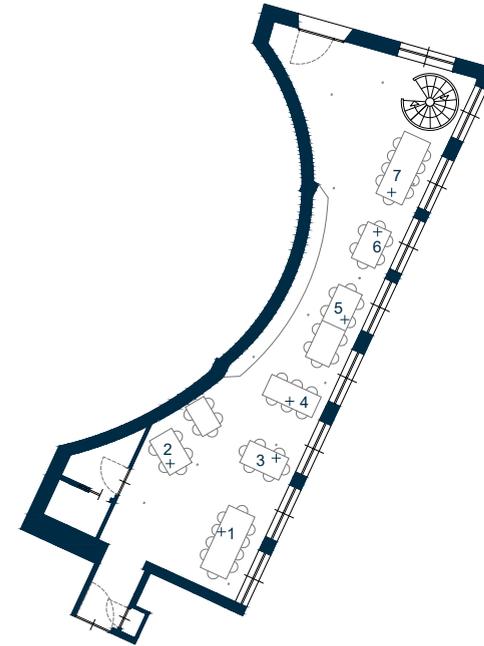
RISULTATI

Punti	E (lx)
1	449,4
2	314,6
3	432,2
4	252,0
5	473,3
6	551,2
7	361,2
8	389,5
9	344,4
10	212,4
11	401,5
12	348,3
13	247,0
14	204,2
15	368,0
16	220,2
17	560,3
18	300,6
19	364,4
20	422,3
21	405,6
22	433,7
Em	366,2

Requisito: 500 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.2)

3. SALA DA PRANZO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

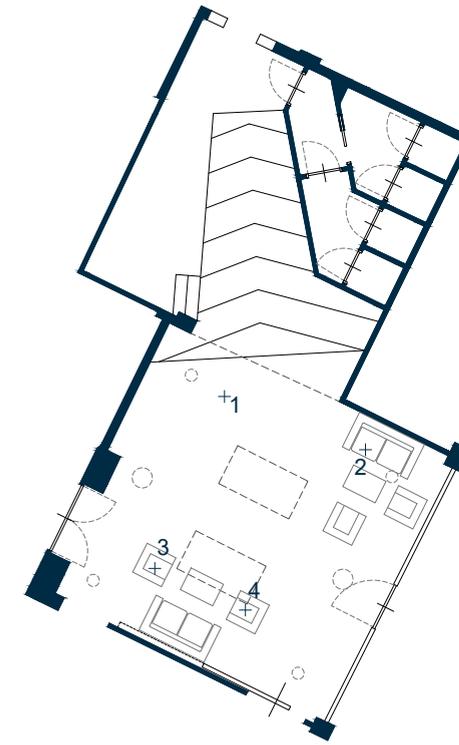
Punti	E (lx)
1	77,23
2	134,1
3	128,0
4	169,1
5	179,8
6	233,7
7	233,4
Em	165,0

Requisito: 200 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Educational buildings 5.36.25)

In questo caso viene utilizzata questa tabella poiché è quella più consona al tipo di locale in questione.

4.SALOTTINO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



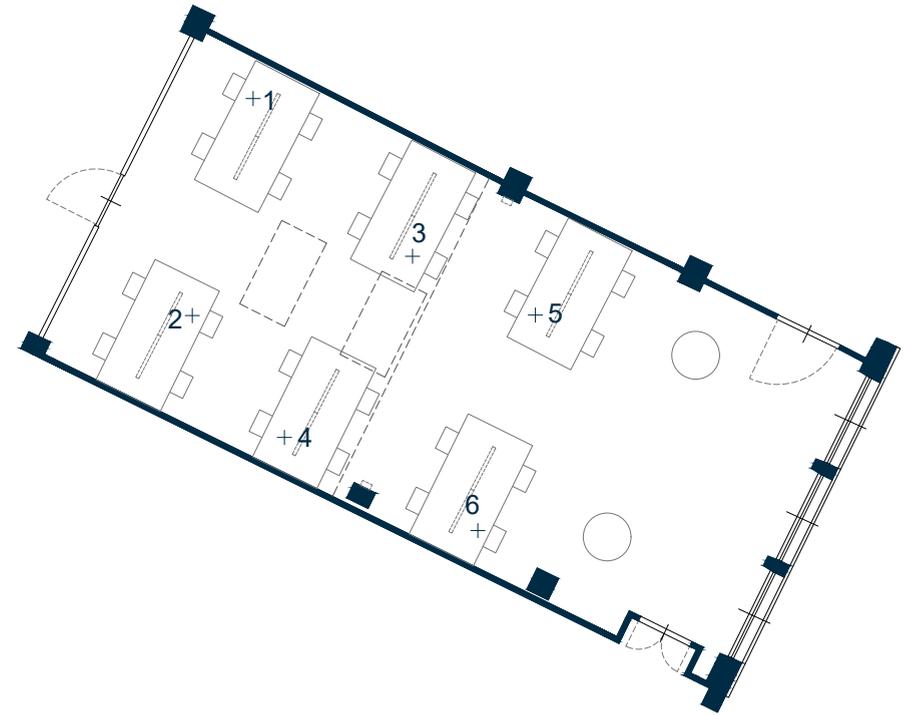
RISULTATI

Punti	E (lx)
1	76,9
2	82,7
3	64,5
4	111,6
Em	83,9

Requisito: 200 lux (UNI EN 12464-1, Tabella General areas 5.28.3)

5.COWORKING ORANGERIE

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



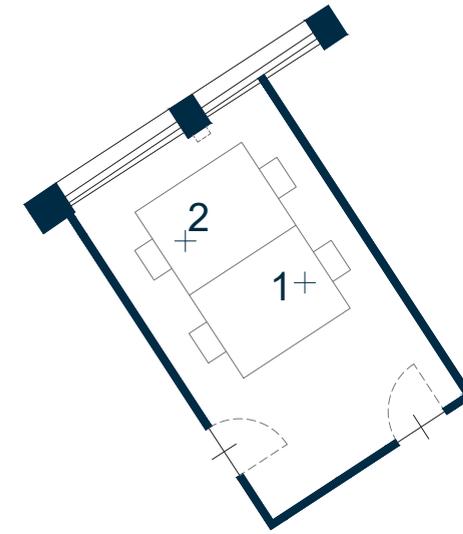
RISULTATI

Punti	E (lx)
1	395,3
2	369,9
3	376,3
4	221,3
5	99,4
6	194,65
Em	276,1

Requisito: 500 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.2)

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

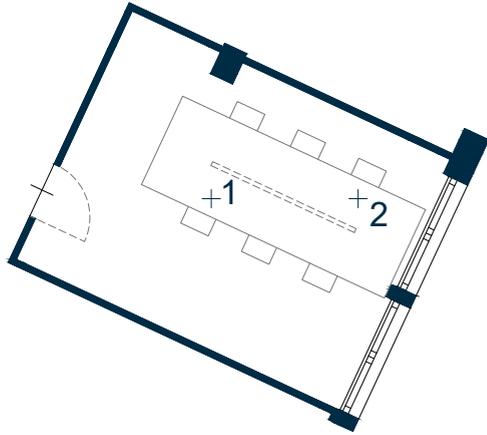
PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

Punti	E (lx)
1	92,4
2	153,7
Em	123,1

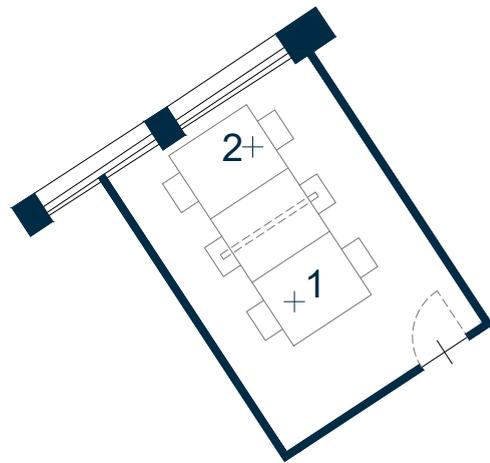
Requisito: 500 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.2)



Punti	E (lx)
1	263,4
2	294,0
Em	278,7

Requisito: 500 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.2)





RISULTATI

Punti	E (lx)
1	386,1
2	282,8
Em	334,5

Requisito: 500 lux (UNI EN 12464-1, Tabella Offices 5.26.2)

Parte 1 Visual acuity for focus (Precondition)

b.

1.INGRESSO

Gli interruttori dell'impianto generale sono situati in una stanza dietro il desk.

2.COWORKING ACQUARIO

In questo caso gli interruttori dell'impianto principale si trovano in una stanza situata dietro il desk dell'ingresso e possono essere controllati solo da lì. Le uniche luci a cui hanno accesso autonomamente gli utenti sono le lampade da scrivania.

3.SALA DA PRANZO

Gli interruttori si trovano al fondo della sala e, poiché essa misura circa 93 m2, il requisito non può essere verificato.

4.SALOTTINO

Anche per questo spazio gli interruttori sono situati nel locale dietro il desk di ingresso.

5.COWORKING ORANGERIE



Qui ogni scrivania ha due lampade a sospensione con interruttore incorporato, quindi possono essere spente o accese direttamente dagli utenti.

6.UFFICIO PIANO PRIMO E SECONDO ALA A, UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

Per quanto riguarda gli uffici, essendo spazi piccoli, con una sola scrivania e poche postazioni di lavoro, il requisito è per forza verificato, anche se l'impianto è unico per tutta la stanza.

Parte 1 Visual acuity for focus (Precondition)

c.



RISULTATI

E= 780 lux

Requisito: $300 \leq E \leq 500$ lux

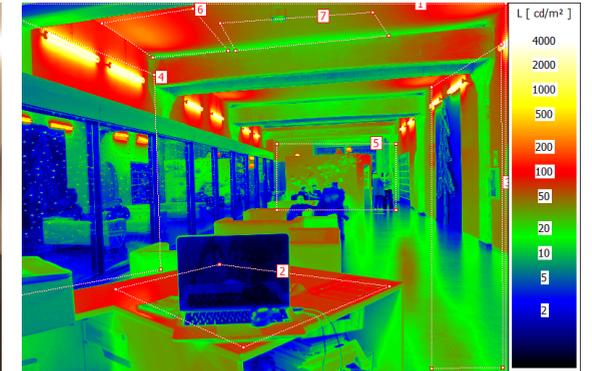
Parte 2 Brightness management strategies (Precondition)

a. b. c. d.

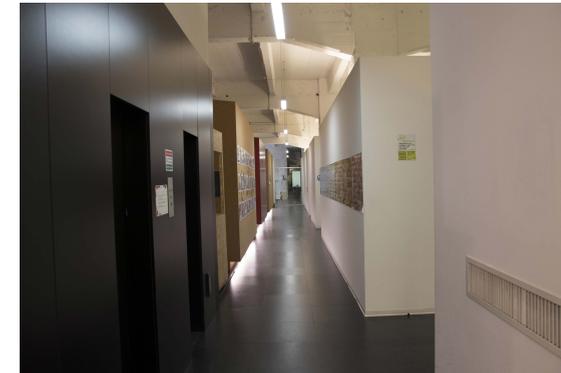
1.INGRESSO



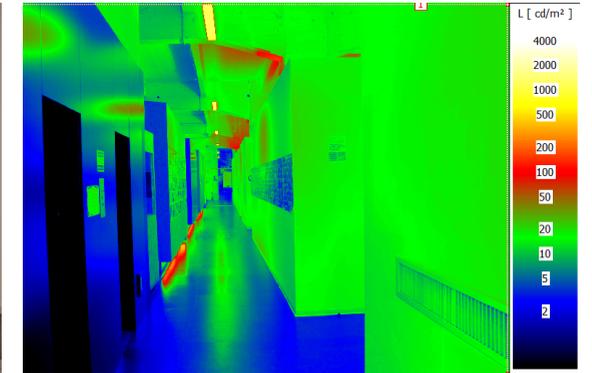
Fotografia del campo di vista dell'utente originale



Fotografia del campo di vista dell'utente in falsi colori



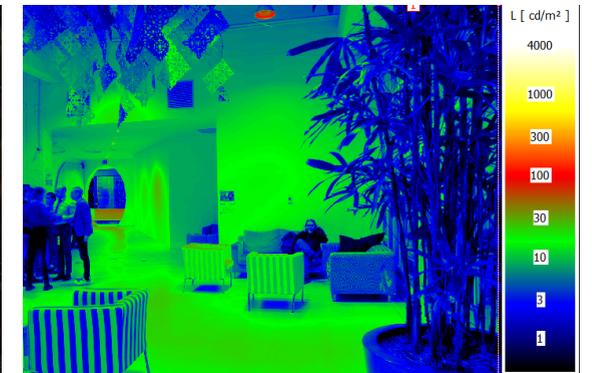
Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro originale



Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro in falsi colori



Fotografia dello spazio adiacente allo spazio di lavoro originale



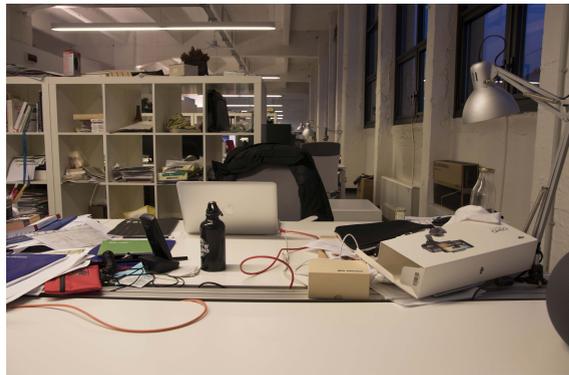
Fotografia dello spazio adiacente allo spazio di lavoro in falsi colori

Regione 1= 51,49 cd/m ²	Regione 8= 13,85 cd/m ²	$L_{reg1}/L_{reg8-9} = 4,4$	Requisito: rapporto 1:10
Regione 2= 33,10 cd/m ²	Regione 9= 9,34 cd/m ²	$L_{reg3-4}/L_{reg2} = 2,2$	Requisito: rapporto 1:3
Regione 3= 47,51 cd/m ²	Media8-9= 11,59 cd/m ²	$L_{reg2}/L_{reg5} = 1,3$	Requisito: rapporto 1:10
Regione 4= 99,56 cd/m ²		$L_{reg6}/L_{reg7} = 4,0$	Requisito: rapporto 1:10
Media3-4= 73,53 cd/m ²			
Regione 5= 24,66 cd/m ²			
Regione 6= 138,80 cd/m ²			
Regione 7= 34,69 cd/m ²			

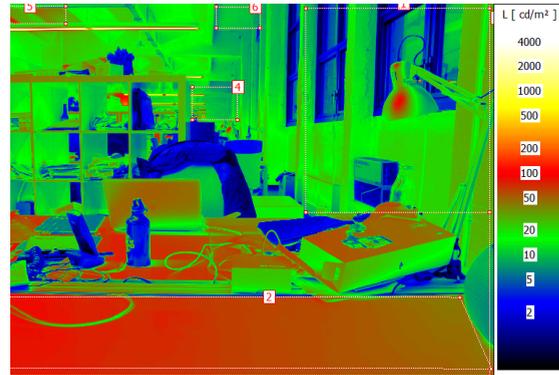
2.COWORKING ACQUARIO



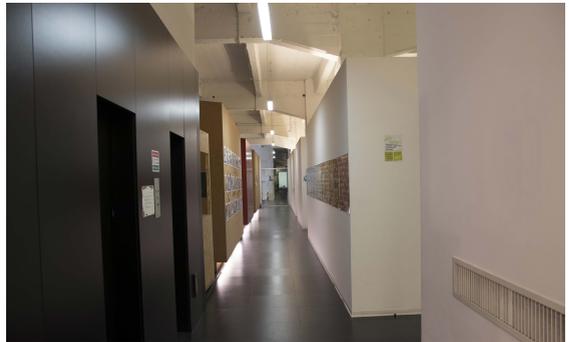
Misurazione della distribuzione di luminanze tramite videoluminanzometro in corrispondenza di una postazione di lavoro.



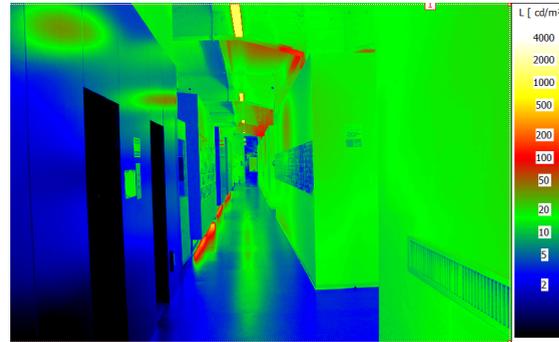
Fotografia del compito visivo dell'utente originale



Fotografia del compito visivo dell'utente in falsi colori



Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro originale



Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro in falsi colori

Regione 1= 35,55 cd/m²
 Regione 2= 67,07 cd/m²
 Regione 3= 15,99 cd/m²
 Regione 4= 27,55 cd/m²
 Regione 5= 37,47 cd/m²
 Regione 6= 17,07 cd/m²
 Regione 7= 13,85 cd/m²

$L_{reg1}/L_{reg7} = 2,6$
 $L_{reg2}/L_{reg3} = 4,2$
 $L_{reg2}/L_{reg4} = 2,4$
 $L_{reg5}/L_{reg6} = 3,7$

Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:3
 Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:10

5.COWORKING ORANGERIE



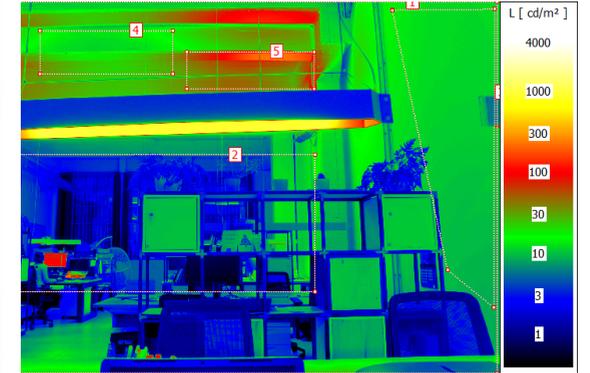
Fotografia del compito visivo dell'utente originale



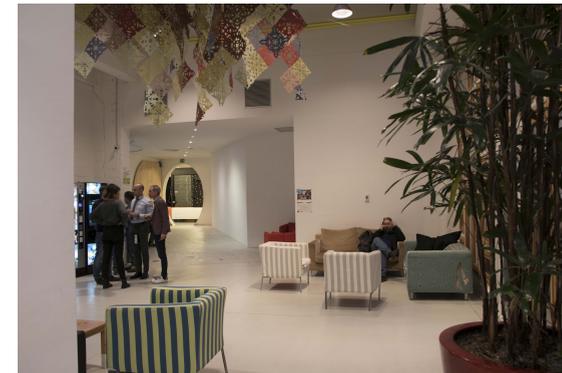
Fotografia del compito visivo dell'utente in falsi colori



Fotografia del campo di vista dell'utente originale



Fotografia del campo di vista dell'utente in falsi colori



Fotografia dello spazio adiacente allo spazio di lavoro originale

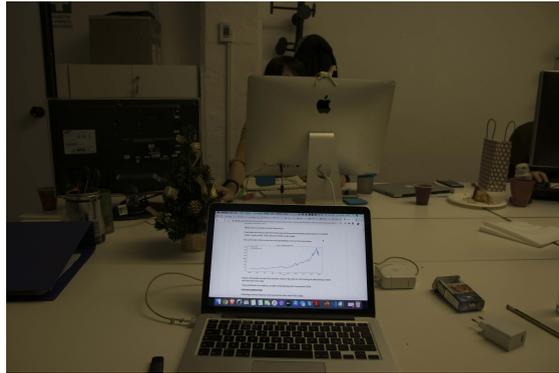


Fotografia dello spazio adiacente allo spazio di lavoro in falsi colori

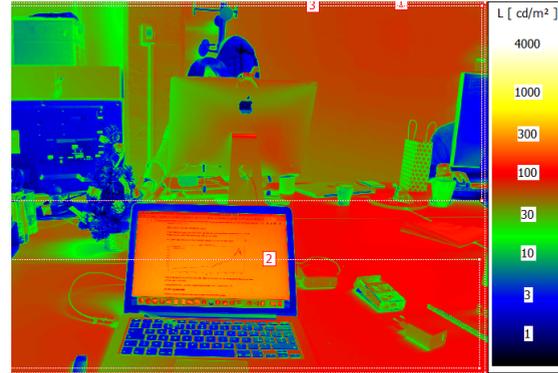
Regione 1.1= 29,19 cd/m²
 Regione 1.2= 32,95 cd/m²
 Regione 1.3= 10,79 cd/m²
 Regione 2.1= 28,45 cd/m²
 Regione 2.2= 10,29 cd/m²
 Regione 2.3= 11,38 cd/m²
 Regione 2.4= 19,83 cd/m²
 Regione 2.5= 71,15 cd/m²
 Media1.1-2.1= 74,14 cd/m²
 Media1.3-2.2= 10,54 cd/m²
 Regione 6= 9,34 cd/m²

$L_{reg1.1}/L_{reg6} = 3,1$
 $L_{reg1.2}/L_{reg2.3} = 3,1$
 $L_{reg2}/L_{reg1.3-2.2} = 3,4$
 $L_{reg2.5}/L_{reg2.4} = 3,6$

Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:3
 Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:10



Fotografia del compito visivo dell'utente originale



Fotografia del compito visivo dell'utente in falsi colori



Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro originale



Fotografia del corridoio adiacente allo spazio di lavoro in falsi colori

Regione 1= 57,68 cd/m²
 Regione 2= 82,35 cd/m²
 Regione 3= 35,04 cd/m²
 Regione 4= 25,06 cd/m²

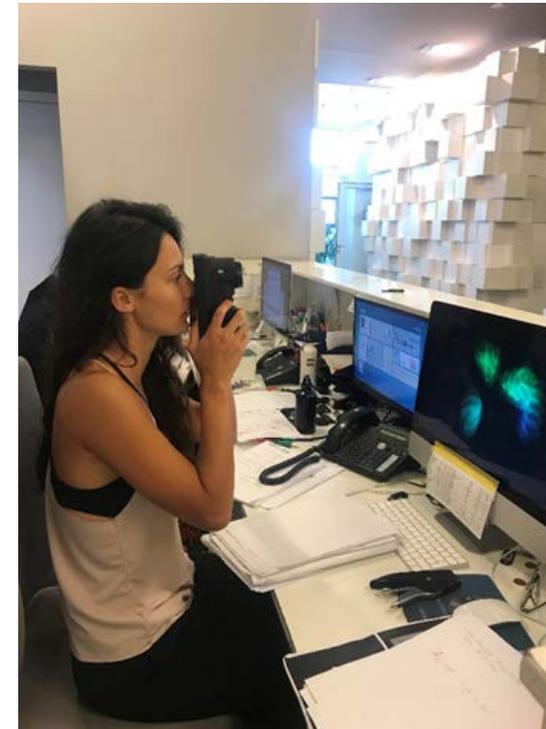
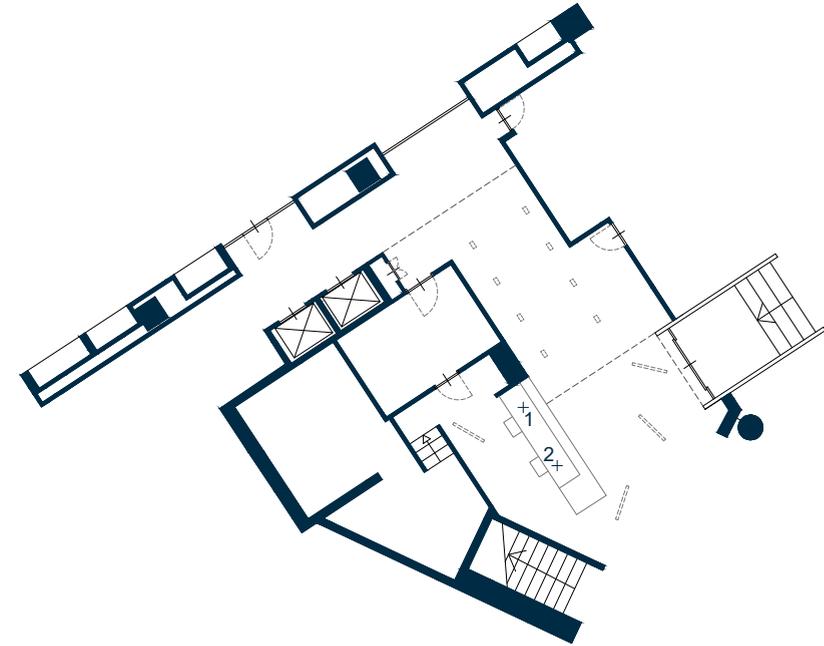
$L_{reg1}/L_{reg4} = 2,3$
 $L_{reg2}/L_{reg3} = 2,3$
 $L_{reg2}/L_{reg4} = 2,4$

Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:3
 Requisito: rapporto 1:10
 Requisito: rapporto 1:10

Feature 54 Circadian lighting design
 Parte 1 Melanopic light intensity for work areas (Precondition)
 a. b.

1.INGRESSO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 10.50-10.51 (Circadian lux)
1	110,3
2	150,6

Requisito: 200 Circadian lux

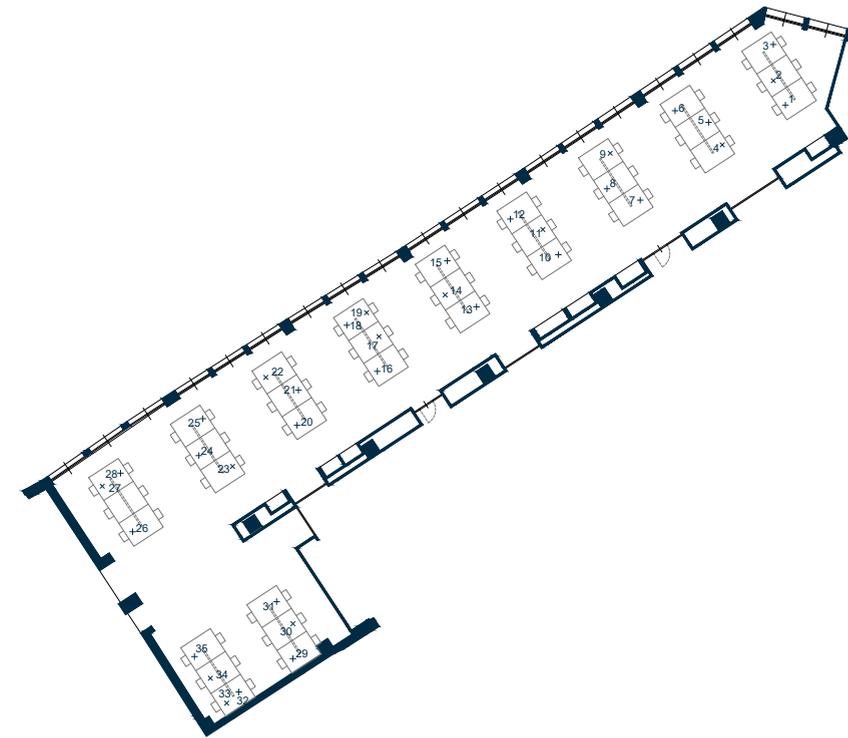
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	63,8
2	140,4

Requisito: 150 Circadian lux

2.COWORKING ACQUARIO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 10.30-10.47 (Circadian lux)
1	1334,7
2	1550,2
3	836,4
4	613,2
5	641
6	1034,3
7	630,4
8	847,6
9	774,3
10	656,8
11	623,6
12	858,4
13	614,4
14	768,5
15	716,2
16	765
17	648,2
18	746,4
19	985,4
20	671
21	587,2
22	922
23	402,5
24	686,2
25	679,6
26	534,5
27	514,2
28	852,5
29	264,2
30	328
31	246,1
32	296,5
33	251,1
34	334
35	334,6

Requisito: 200 Circadian lux

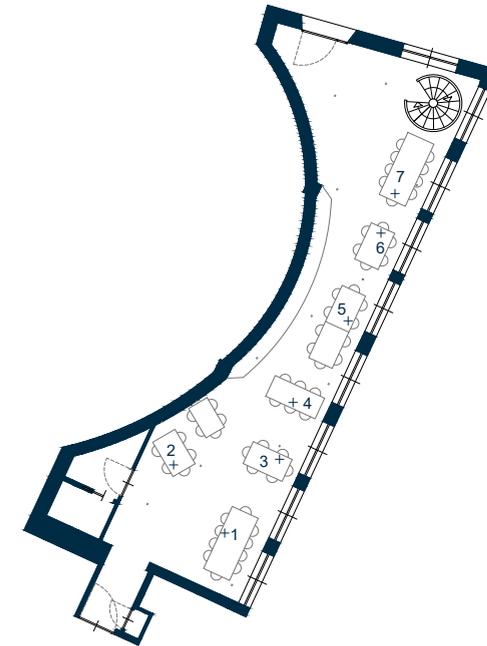
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	121,7
2	130,5
3	126,1
4	155,8
5	161,7
6	88,1
7	166,8
8	173,7
9	108,7
10	102,6
11	165,7
12	121,5
13	127,7
14	125,5
15	116,5
16	176,4
17	149,8
18	163,9
19	125,7
20	127,7
21	111,3
22	74,1
23	119,3
24	141,3
25	84,9
26	159,6
27	99
28	83,1
29	199,7
30	299,1
31	197,3
32	228,5
33	183,4
34	261,3
35	191,8

Requisito: 150 Circadian lux

3.SALA DA PRANZO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 11.12-11.15 (Circadian lux)
1	6960
2	1819,9
3	4313,4
4	2502,7
5	3483,8
6	5983,6
7	11351,6

Requisito: 200 Circadian lux

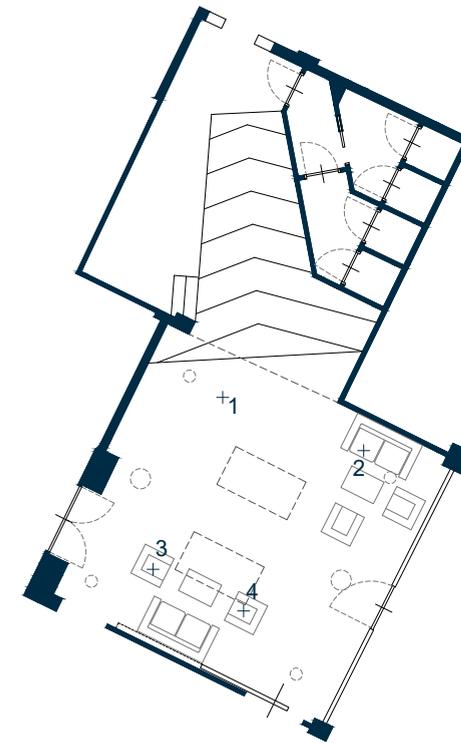
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	24,1
2	81,5
3	28,5
4	71,8
5	93,6
6	70,9
7	71,1

Requisito: 150 Circadian lux

4.SALOTTINO

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 11.32-11.34 (Circadian lux)
1a	709,1
1b	241,1
2	443,2
3	325,8
4	358,5

Requisito: 200 Circadian lux

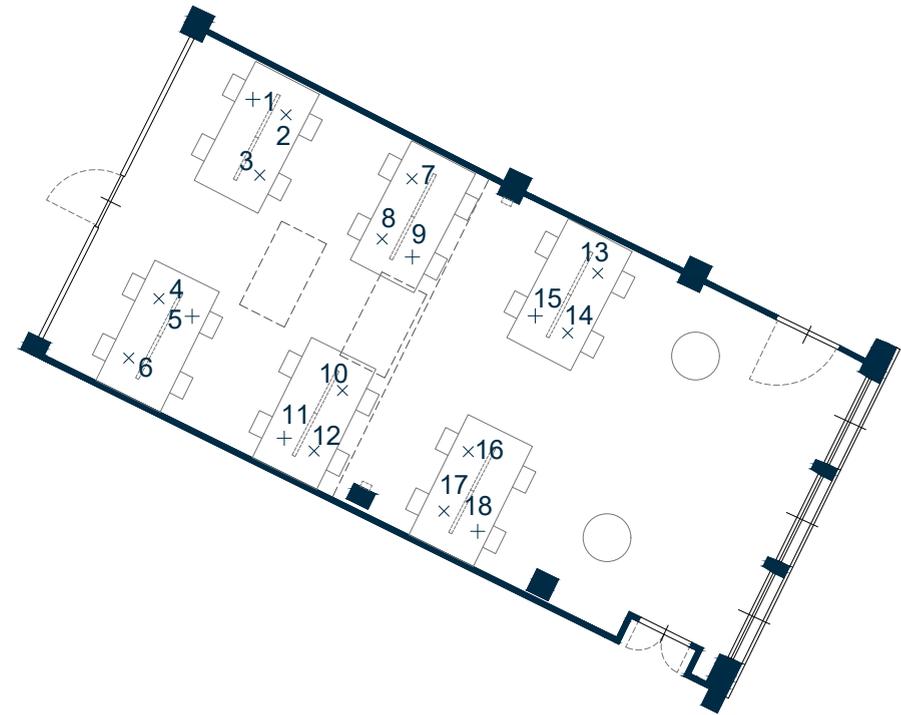
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1a	28,4
1b	17,8
2	29,8
3	20
4	31,4

Requisito: 150 Circadian lux

5.COWORKING ORANGERIE

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 10.53-11.02 (Circadian lux)
1	171,3
2	168,2
3	133,2
4	183,4
5	163,9
6	132,4
7	178,4
8	211,2
9	165,4
10	162,8
11	173,6
12	144
13	197,1
14	166
15	342
16	360,7
17	295,2
18	242,8

Requisito: 200 Circadian lux

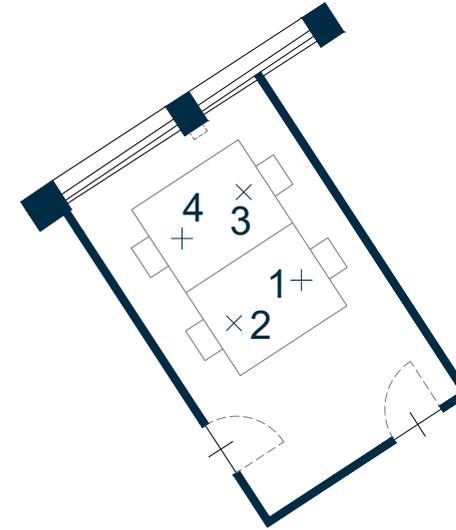
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	78,4
2	68,3
3	62,2
4	66,9
5	69,6
6	48,8
7	73,1
8	79,9
9	59
10	80,6
11	58,5
12	58,8
13	66,4
14	46,2
15	30
16	64,9
17	37,5
18	60,9

Requisito: 150 Circadian lux

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

Punti	E_{circ} h 9.58-9.59 (Circadian lux)	E_{circ} h 11.17-11.20 (Circadian lux)
1	455,3	470,1
2	416,9	442,3
3	664,4	734,5
4	791,1	739,4

Requisito: 200 Circadian lux

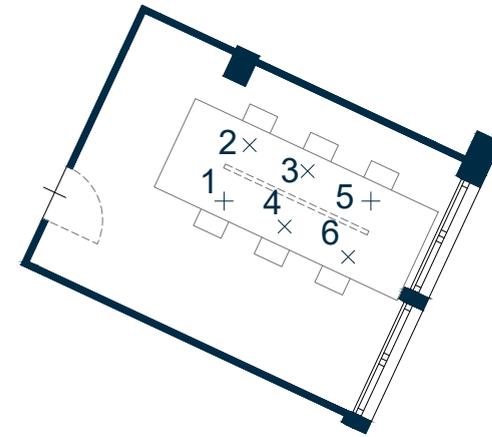
b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	38,1
2	50,2
3	54,3
4	82,3

Requisito: 150 Circadian lux

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

PUNTI DI CAMPIONAMENTO



RISULTATI

a.

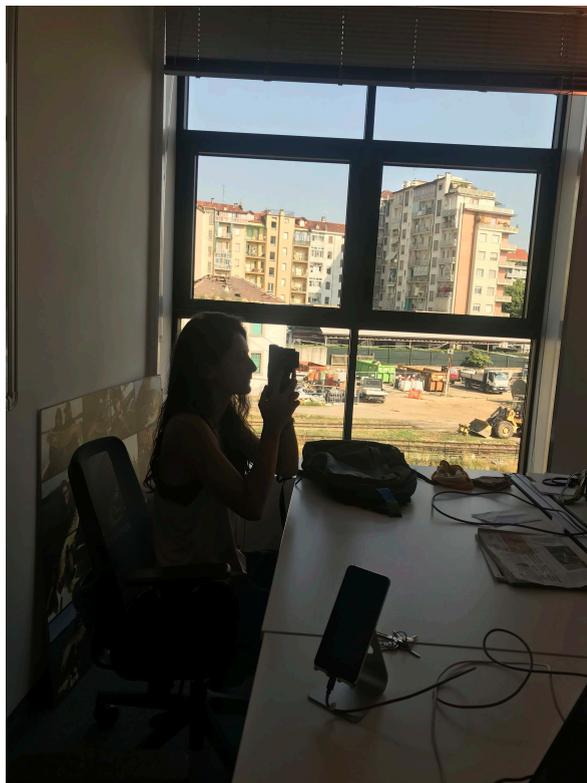
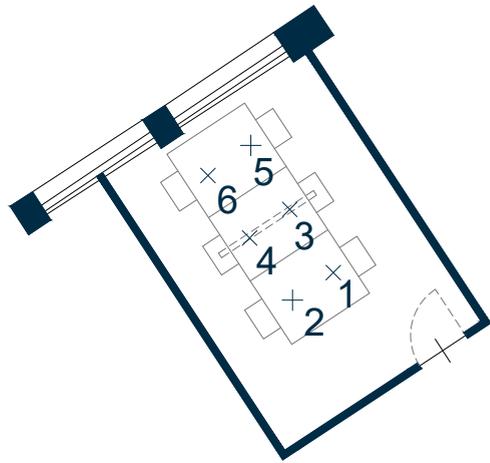
Punti	E_{circ} h 10.02-10.05 (Circadian lux)	E_{circ} h 11.26-11.28 (Circadian lux)
1	448,1	643,7
2	464,2	524,1
3	611,3	897,7
4	599,1	1089,9
5	836,3	2707,2
6	997,4	1519,6

Requisito: 200 Circadian lux

b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	92,6
2	121,9
3	173,1
4	153,1

Requisito: 150 Circadian lux



a.

Punti	E_{circ} h 10.08-10.10 (Circadian lux)	E_{circ} h 11.22-11.23 (Circadian lux)
1	361,5	457,4
2	780,7	491,9
3	1639,9	633,7
4	1940,2	661,8
5	3807,6	1021,9
6	2915,1	1050,3

Requisito: 200 Circadian lux

b.

Punti	E_{circ} (Circadian lux)
1	134,7
2	140,1
3	129
4	128,3
5	100,4
6	102,9

Requisito: 150 Circadian lux

Feature 55 Electric light glare control
Parte 1 Luminaire shielding (Precondition)

a. b. c. d.

2.COWORKING ACQUARIO

L= 15710 cd/m² Requisito: nessuna schermatura per L < 20000 cd/m²

5.COWORKING ORANGERIE

L= 10810 cd/m² Requisito: nessuna schermatura per L < 20000 cd/m²

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

L= 9200 cd/m² Requisito: nessuna schermatura per L < 20000 cd/m²

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

L= 2066 cd/m² (indiretta) Requisito: nessuna schermatura per L < 20000 cd/m²



8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

L= 1150 cd/m² (indiretta) Requisito: nessuna schermatura per L < 20000 cd/m²



Parte 2 Glare minimization (Precondition)

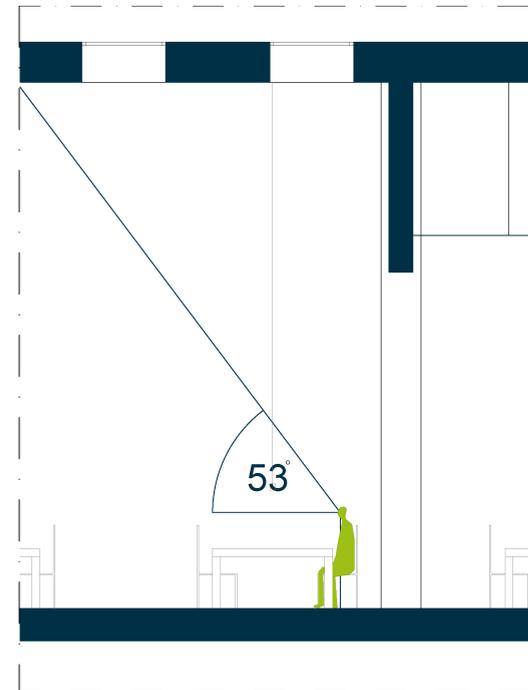
a.

2.COWORKING ACQUARIO



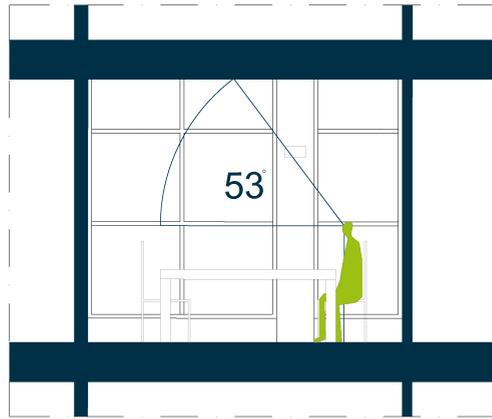
Requisito: oltre 53° L < 8000 cd/m²

5.COWORKING ORANGERIE



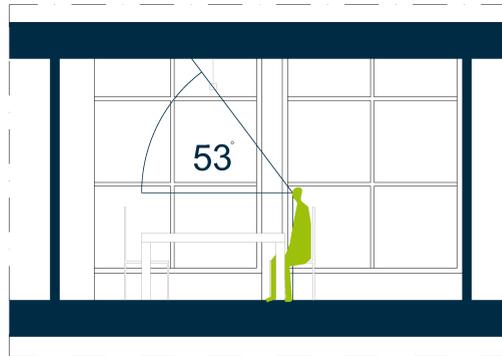
Requisito: oltre 53° L < 8000 cd/m²

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A



Requisito: oltre 53° L < 8000 cd/m²

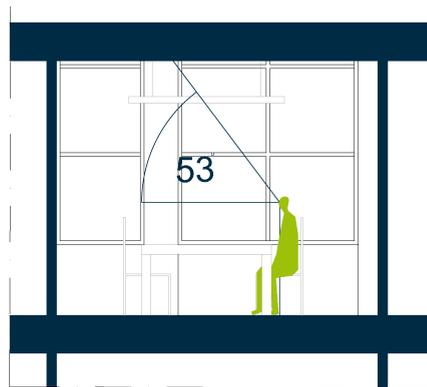
7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B



L= 1150 cd/m² (indiretta)

Requisito: oltre 53° L < 8000 cd/m²

8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A



Requisito: oltre 53° L < 8000 cd/m²

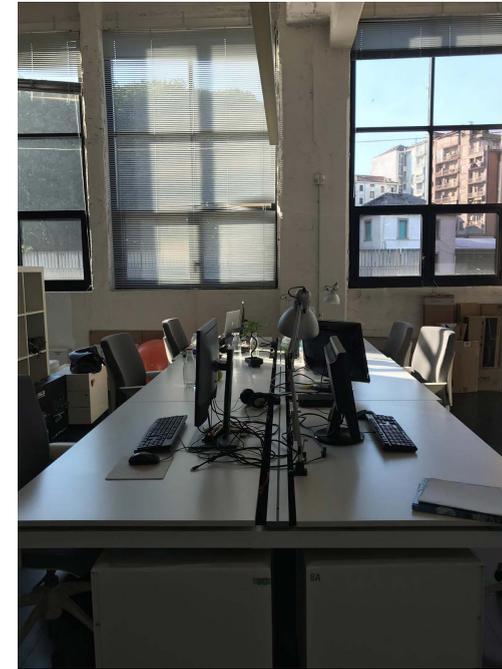
Feature 56 Solar glare control

Parte 1 View window shading (Precondition)

Parte 2 Daylight management (Precondition)

a. b. c. d. e.

2.COWORKING ACQUARIO



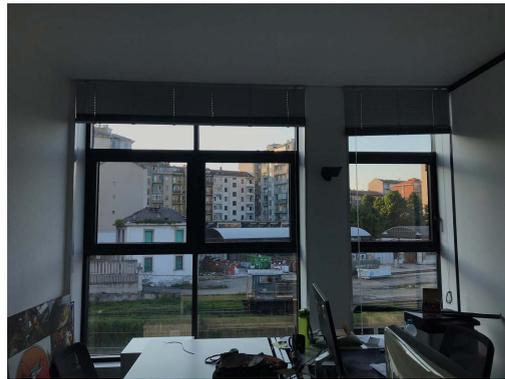
Presenza di schermature interne (veneziane).

4.COWORKING ORANGERIE



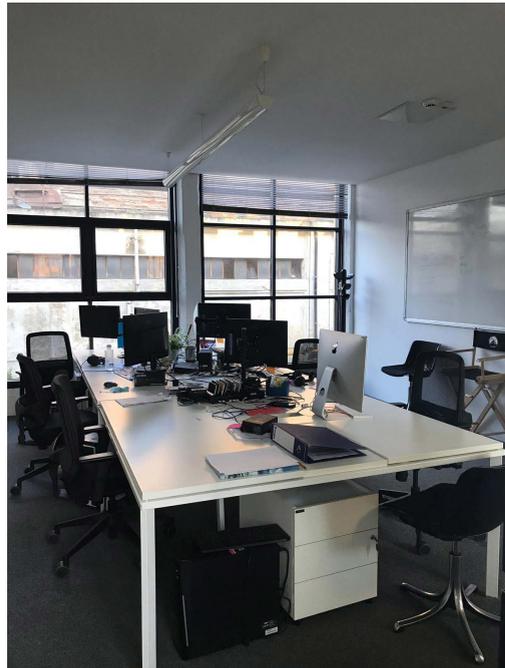
Presenza di schermature interne (tende).

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A



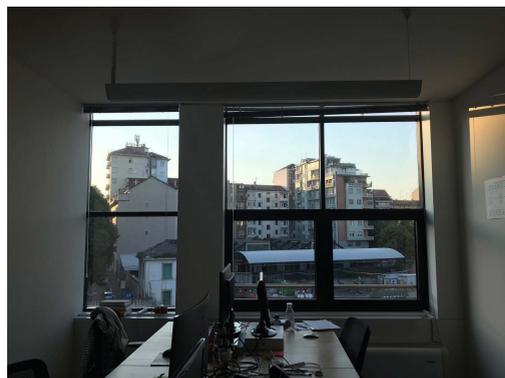
Presenza di schermature interne (veneziane).

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B



Presenza di schermature interne (veneziane).

8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A



Presenza di schermature interne (veneziane).

Feature 58 Color quality

Parte 1 Color rendering index (Optimization)

a. b.

1.INGRESSO

CRI= 85
CRI R9= 4

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

2.COWORKING ACQUARIO

CRI= 80
CRI R9= 0

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

3.SALA DA PRANZO

CRI= 85
CRI R9= 2

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

4.SALOTTINO

CRI= 89
CRI R9= 40

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

5.COWORKING ORANGERIE

CRI= 85
CRI R9= 0

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

CRI= 84
CRI R9= 0

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

CRI= 78
CRI R9= 0

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

CRI= 81
CRI R9= 3

Requisito: CRI= 80
Requisito : CRI R9= 50

Feature 59 Surface design

Parte 1 Working and learning area surface reflectivity (Optimization)

a. b. c.



1.INGRESSO

a.

L= 41,31 cd/m²

E= 251,6 lx

LRV_m = 0,51= 51%

Requisito: LRV_m ≥ 80%

b.

Intonaco bianco: L= 63,02 cd/m²

E= 253,7 lx

LRV= 0,78= 78%

Intonaco grigio: L= 41,31 cd/m²

E= 251,6 lx

LRV= 0,51= 51%

LRV_m = 0,64= 64%

Requisito: LRV_m ≥ 70%

c.

Desk bianco: L= 97,09 cd/m²

E= 428,91 lx

LRV= 0,71= 71%

Bussola porta nera: L= 1 cd/m²

E= 154,4 lx

LRV= 0,02= 2%

LRV_m = 0,36= 36%

Requisito: LRV_m ≥ 50%

2.COWORKING ACQUARIO

a.

L= 31,9 cd/m²

E= 129,8 lx

LRV_m = 0,77= 77%

Requisito: LRV_m ≥ 80%

Nota: il fattore di riflessione viene misurato su pilastri bianchi, con intonaco grezzo come il soffitto.

b.

Intonaco bianco: L= 19,56 cd/m²

E= 67,3 lx

LRV= 0,91= 91%

Pilastri bianchi: L= 31,9 cd/m²

E= 129,8 lx

LRV= 0,77= 77%

LRV_m = 0,84= 84%

Requisito: LRV_m ≥ 70%

c.

Mobile bianco: L= 45,92 cd/m²

E= 203,2 lx

LRV= 0,71= 71%

Scrivania: L= 183,5 cd/m²

E= 611,8 lx

LRV= 0,94= 94%

LRV_m = 0,82= 82%

Requisito: LRV_m ≥ 50%

5.COWORKING ORANGERIE

a.

L= 55,92 cd/m²

E= 246,5 lx

LRV_m = 0,71= 71%

Requisito: LRV_m ≥ 80%

b.

Intonaco bianco: L= 55,92 cd/m²

E= 246,5 lx

LRV= 0,71= 71%

Pilastri bianchi: L= 14,72 cd/m²

E= 48,9 lx

LRV= 0,94= 94%

LRV_m = 0,82= 82%

Requisito: LRV_m ≥ 70%

c.

Armadietti bianchi: L= 8,05 cd/m²

E= 38,2 lx

LRV= 0,66= 66%
Scrivania: L= 51,74 cd/m²
E= 392,3 lx
LRV= 0,41= 41%
LRV_m = 0,53= 53%

Requisito: LRV_m ≥ 50%

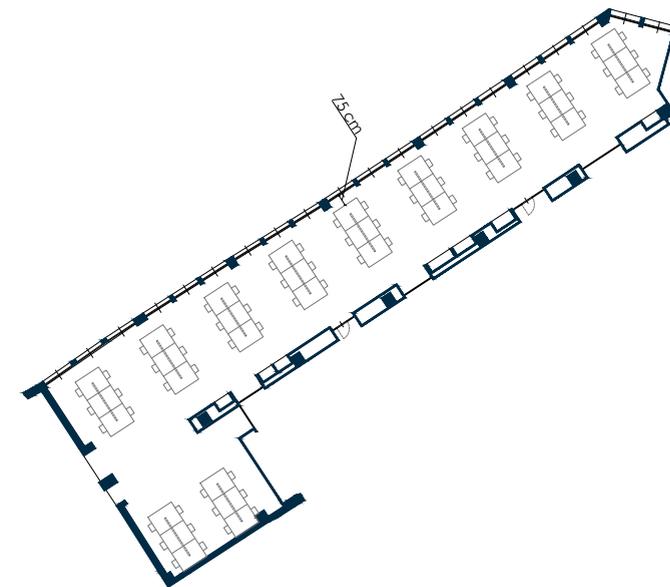
Feature 61 Right to light
Parte 1 Lease depth (Optimization)
Parte 2 Window access (Optimization)
a. b.

1.INGRESSO



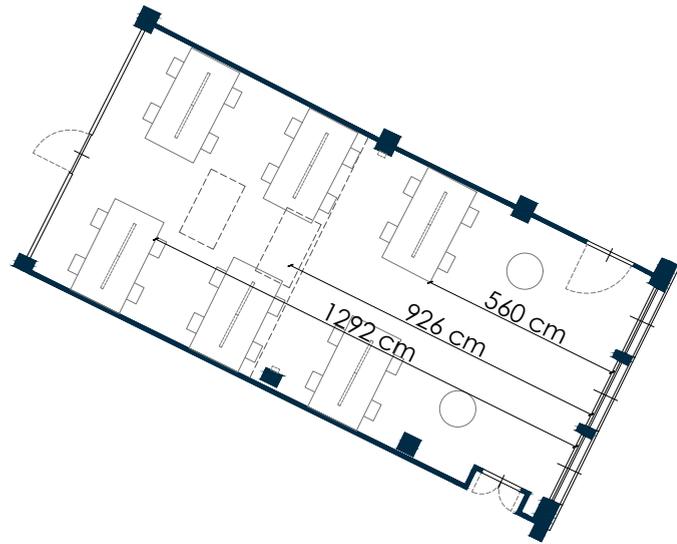
Non sono presenti "finestre con vista".

2.COWORKING ACQUARIO



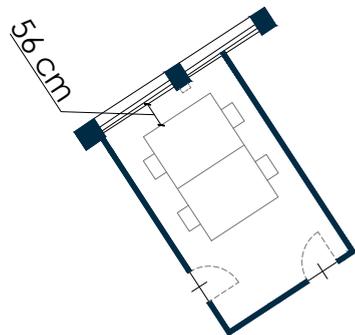
Requisito: 7,5 m da finestre con vista per il 75% delle postazioni o 12,5 m per il 95%

5. COWORKING ORANGERIE



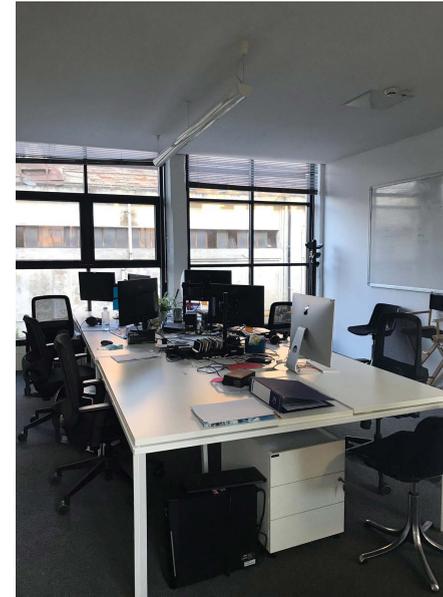
Questo locale non risulta verificato anche perché le finestre non sono da considerare “finestre con vista”, poiché affacciano sul parcheggio interno e di fronte è presente un altro edificio che ostacola la visuale.

6. UFFICIO PIANO PRIMO ALA A



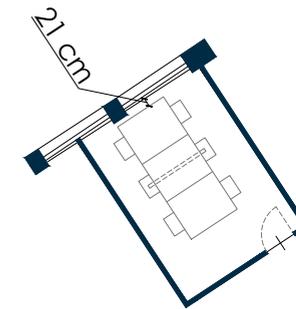
Requisito: 7,5 m da finestre con vista per il 75% delle postazioni o 12,5 m per il 95%

7. UFFICIO PIANO PRIMO ALA B



Non sono presenti “finestre con vista”.

8. UFFICIO PIANO SECONDO ALA A



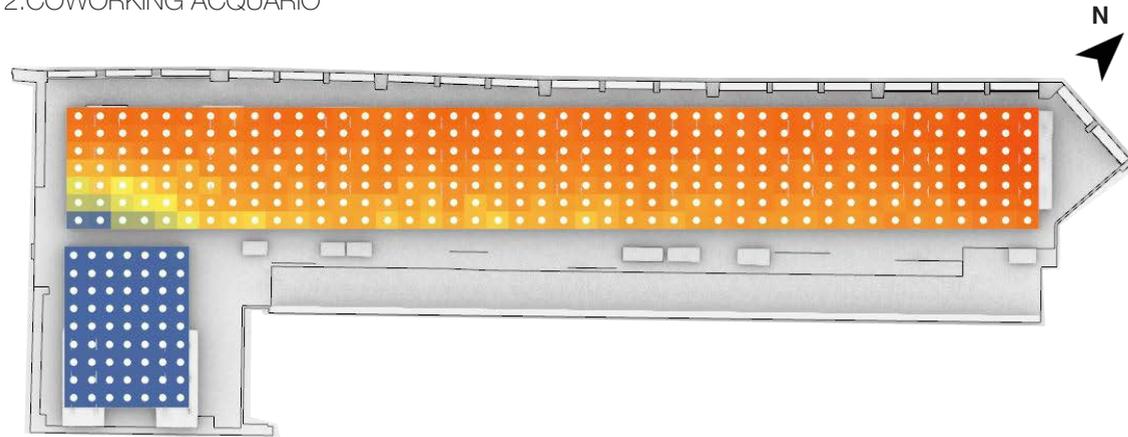
Requisito: 7,5 m da finestre con vista per il 75% delle postazioni o 12,5 m per il 95%

Feature 62 Daylight modeling

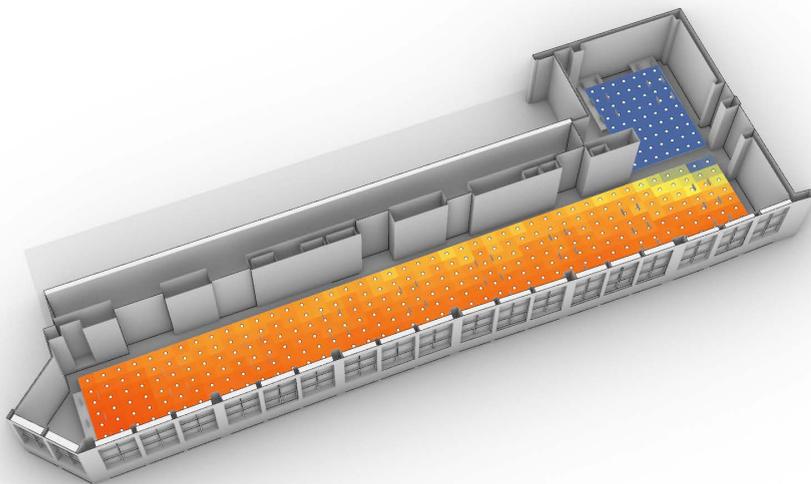
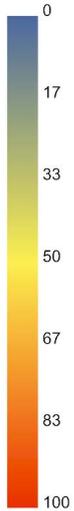
Parte 1 Healthy sunlight exposure (Optimization)

a. b.

2.COWORKING ACQUARIO



%sDA300,50%



-Il 79,8% dello spazio ha un valore di sDA300,50% per più del 50% delle ore di occupazione.

-Lo 0% dello spazio ha un valore di ASE1000,250 maggiore di 250 ore.

Feature 63 Daylight fenestration

Parte 1 Windows sizing for working and learning spaces (Optimization)

a.

2.COWORKING ACQUARIO

Area parete= 222,63 m²

Area finestre= 115,9 m²

Rapporto= 52%

Requisito: $20\% \leq A_f/A_p \leq 60\%$

5.COWORKING ORANGERIE

Area parete= 31,84 m²

Area finestre= 18,7 m²

Rapporto= 59%

Requisito: $20\% \leq A_f/A_p \leq 60\%$

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

Area parete= 8,72 m²

Area finestre= 6,97 m²

Rapporto= 80%

Requisito: $20\% \leq A_f/A_p \leq 60\%$

Non sono presenti schermature esterne o vetri opacizzanti.

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

Area parete= 12,15 m²

Area finestre= 9,64 m²

Rapporto= 79%

Requisito: $20\% \leq A_f/A_p \leq 60\%$

Non sono presenti schermature esterne o vetri opacizzanti.

8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

Area parete= 9,21 m²

Area finestre= 5,53 m²

Rapporto= 60%

Requisito: $20\% \leq A_f/A_p \leq 60\%$

Parte 1 Windows sizing for working and learning spaces (Optimization)

b.

2.COWORKING ACQUARIO

Area finestre= 115,9 m²

Area sopra 2,1 m= 81,7 m²

%= 52%

Requisito: $20\% \leq A_f \text{ sopra } 2,1 \text{ m} \leq 60\%$

5.COWORKING ORANGERIE

Area finestre= 18,7 m²

Area sopra 2,1 m= 12,67 m²

%= 59%

Requisito: $20\% \leq A_f \text{ sopra } 2,1 \text{ m} \leq 60\%$

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

Area finestre= 6,97 m²

Area sopra 2,1 m= 1,7 m²

%= **80%**

Requisito: $20\% \leq A_f \text{ sopra } 2,1 \text{ m} \leq 60\%$

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

Area finestre= 9,64 m²

Area sopra 2,1 m= 2,41 m²

%= **79%**

Requisito: $20\% \leq A_f \text{ sopra } 2,1 \text{ m} \leq 60\%$

8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

Area finestre= 5,53 m²

Area sopra 2,1 m= 1,7 m²

%= **60%**

Requisito: $20\% \leq A_f \text{ sopra } 2,1 \text{ m} \leq 60\%$

Parte 2 Windows transmittance in working and learning areas (Optimization)

b.

1.INGRESSO

$E_{int} = 57,9 \text{ lux}$

$E_{est} = 97,7 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,59 = \mathbf{59\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

2.COWORKING ACQUARIO

$E_{int} = 999,5 \text{ lux}$

$E_{est} = 2066 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,48 = \mathbf{48\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

3.SALA DA PRANZO

$E_{int} = 737,7 \text{ lux}$

$E_{est} = 1052 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,7 = \mathbf{70\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

5.COWORKING ORANGERIE

$E_{int} = 596,7 \text{ lux}$

$E_{est} = 1313 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,45 = \mathbf{45\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

6.UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

$E_{int} = 1517 \text{ lux}$

$E_{est} = 3122 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,49 = \mathbf{49\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

$E_{int} = 850,2 \text{ lux}$

$E_{est} = 1674 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,51 = \mathbf{51\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

7.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

$E_{int} = 1398 \text{ lux}$

$E_{est} = 2439 \text{ lux}$

$VT = E_{int}/E_{est} = 0,57 = \mathbf{57\%}$

Requisito: $VT \geq 50\%$

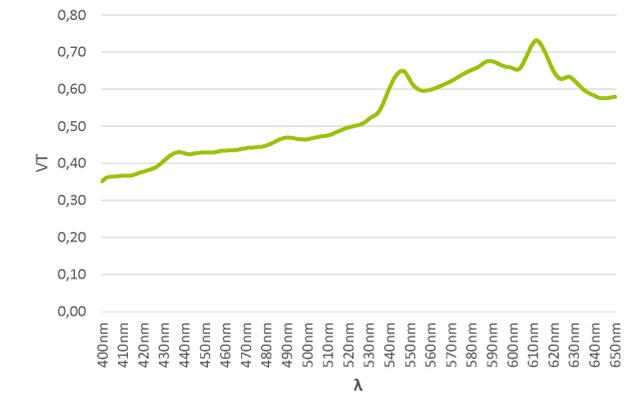
Parte 3 Uniform color transmittance (Optimization)

a.

1.INGRESSO

λ	VT	λ	VT	λ	VT	λ	VT
400nm	0,35	473nm	0,44	547nm	0,65	621nm	0,64
401nm	0,36	474nm	0,44	548nm	0,64	622nm	0,63
402nm	0,36	475nm	0,44	549nm	0,64	623nm	0,63
403nm	0,36	476nm	0,44	550nm	0,63	624nm	0,63
404nm	0,36	477nm	0,44	551nm	0,62	625nm	0,63
405nm	0,36	478nm	0,45	552nm	0,61	626nm	0,63
406nm	0,36	479nm	0,45	553nm	0,60	627nm	0,63
407nm	0,36	480nm	0,45	554nm	0,60	628nm	0,63
408nm	0,37	481nm	0,45	555nm	0,60	629nm	0,63
409nm	0,37	482nm	0,45	556nm	0,60	630nm	0,62
410nm	0,37	483nm	0,45	557nm	0,60	631nm	0,62
411nm	0,37	484nm	0,46	558nm	0,60	632nm	0,61
412nm	0,37	485nm	0,46	559nm	0,60	633nm	0,61
413nm	0,37	486nm	0,46	560nm	0,60	634nm	0,60
414nm	0,37	487nm	0,47	561nm	0,60	635nm	0,60
415nm	0,37	488nm	0,47	562nm	0,60	636nm	0,59
416nm	0,37	489nm	0,47	563nm	0,60	637nm	0,59
417nm	0,37	490nm	0,47	564nm	0,61	638nm	0,59
418nm	0,37	491nm	0,47	565nm	0,61	639nm	0,59
419nm	0,38	492nm	0,47	566nm	0,61	640nm	0,58
420nm	0,38	493nm	0,47	567nm	0,61	641nm	0,58
421nm	0,38	494nm	0,47	568nm	0,62	642nm	0,58
422nm	0,38	495nm	0,47	569nm	0,62	643nm	0,58
423nm	0,38	496nm	0,47	570nm	0,62	644nm	0,58
424nm	0,38	497nm	0,46	571nm	0,62	645nm	0,58
425nm	0,38	498nm	0,46	572nm	0,63	646nm	0,58
426nm	0,39	499nm	0,46	573nm	0,63	647nm	0,58
427nm	0,39	500nm	0,46	574nm	0,63	648nm	0,58
428nm	0,40	501nm	0,47	575nm	0,64	649nm	0,58
429nm	0,40	502nm	0,47	576nm	0,64	650nm	0,58
430nm	0,41	503nm	0,47	577nm	0,64		
431nm	0,41	504nm	0,47	578nm	0,65		
432nm	0,42	505nm	0,47	579nm	0,65		
433nm	0,42	506nm	0,47	580nm	0,65		
434nm	0,42	507nm	0,47	581nm	0,65		
435nm	0,43	508nm	0,47	582nm	0,66		
436nm	0,43	509nm	0,47	583nm	0,66		
437nm	0,43	510nm	0,48	584nm	0,66		
438nm	0,43	511nm	0,48	585nm	0,67		
439nm	0,43	512nm	0,48	586nm	0,67		
440nm	0,43	513nm	0,48	587nm	0,67		
441nm	0,43	514nm	0,48	588nm	0,68		
442nm	0,42	515nm	0,49	589nm	0,68		
443nm	0,42	516nm	0,49	590nm	0,68		
444nm	0,43	517nm	0,49	591nm	0,67		
445nm	0,43	518nm	0,49	592nm	0,67		
446nm	0,43	519nm	0,50	593nm	0,67		
447nm	0,43	520nm	0,50	594nm	0,67		
448nm	0,43	521nm	0,50	595nm	0,66		
449nm	0,43	522nm	0,50	596nm	0,66		
450nm	0,43	523nm	0,50	597nm	0,66		
451nm	0,43	524nm	0,50	598nm	0,66		
452nm	0,43	525nm	0,50	599nm	0,66		
453nm	0,43	526nm	0,51	600nm	0,66		
454nm	0,43	527nm	0,51	601nm	0,65		
455nm	0,43	528nm	0,51	602nm	0,65		
456nm	0,43	529nm	0,51	603nm	0,65		
457nm	0,43	530nm	0,52	604nm	0,66		
458nm	0,43	531nm	0,52	605nm	0,67		
459nm	0,43	532nm	0,53	606nm	0,68		
460nm	0,43	533nm	0,53	607nm	0,69		
461nm	0,43	534nm	0,53	608nm	0,70		
462nm	0,43	535nm	0,54	609nm	0,71		
463nm	0,43	536nm	0,55	610nm	0,72		
464nm	0,44	537nm	0,56	611nm	0,73		
465nm	0,44	538nm	0,57	612nm	0,73		
466nm	0,44	539nm	0,59	613nm	0,73		
467nm	0,44	540nm	0,60	614nm	0,72		
468nm	0,44	541nm	0,61	615nm	0,71		
469nm	0,44	542nm	0,62	616nm	0,70		
470nm	0,44	543nm	0,63	617nm	0,69		
471nm	0,44	544nm	0,64	618nm	0,67		
472nm	0,44	545nm	0,65	619nm	0,66		
		546nm	0,65	620nm	0,65		

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



Valore minimo = 0,35

Valore massimo = 0,75

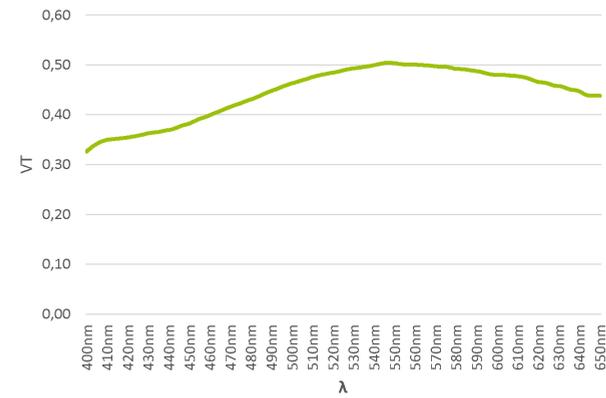
Val max/val min = 2,14

Requisito: $VT(400:650 \text{ nm})$ non deve variare di più di un fattore di 2

2. COWORKING ACQUARIO

	VT				
400nm	0,33	473nm	0,42	547nm	0,50
401nm	0,33	474nm	0,42	548nm	0,50
402nm	0,33	475nm	0,42	549nm	0,50
403nm	0,34	476nm	0,42	550nm	0,50
404nm	0,34	477nm	0,43	551nm	0,50
405nm	0,34	478nm	0,43	552nm	0,50
406nm	0,34	479nm	0,43	553nm	0,50
407nm	0,35	480nm	0,43	554nm	0,50
408nm	0,35	481nm	0,43	555nm	0,50
409nm	0,35	482nm	0,43	556nm	0,50
410nm	0,35	483nm	0,44	557nm	0,50
411nm	0,35	484nm	0,44	558nm	0,50
412nm	0,35	485nm	0,44	559nm	0,50
413nm	0,35	486nm	0,44	560nm	0,50
414nm	0,35	487nm	0,44	561nm	0,50
415nm	0,35	488nm	0,44	562nm	0,50
416nm	0,35	489nm	0,45	563nm	0,50
417nm	0,35	490nm	0,45	564nm	0,50
418nm	0,35	491nm	0,45	565nm	0,50
419nm	0,35	492nm	0,45	566nm	0,50
420nm	0,35	493nm	0,45	567nm	0,50
421nm	0,36	494nm	0,45	568nm	0,50
422nm	0,36	495nm	0,46	569nm	0,50
423nm	0,36	496nm	0,46	570nm	0,50
424nm	0,36	497nm	0,46	571nm	0,50
425nm	0,36	498nm	0,46	572nm	0,50
426nm	0,36	499nm	0,46	573nm	0,50
427nm	0,36	500nm	0,46	574nm	0,50
428nm	0,36	501nm	0,46	575nm	0,50
429nm	0,36	502nm	0,47	576nm	0,50
430nm	0,36	503nm	0,47	577nm	0,49
431nm	0,36	504nm	0,47	578nm	0,49
432nm	0,36	505nm	0,47	579nm	0,49
433nm	0,36	506nm	0,47	580nm	0,49
434nm	0,36	507nm	0,47	581nm	0,49
435nm	0,37	508nm	0,47	582nm	0,49
436nm	0,37	509nm	0,47	583nm	0,49
437nm	0,37	510nm	0,48	584nm	0,49
438nm	0,37	511nm	0,48	585nm	0,49
439nm	0,37	512nm	0,48	586nm	0,49
440nm	0,37	513nm	0,48	587nm	0,49
441nm	0,37	514nm	0,48	588nm	0,49
442nm	0,37	515nm	0,48	589nm	0,49
443nm	0,37	516nm	0,48	590nm	0,49
444nm	0,37	517nm	0,48	591nm	0,49
445nm	0,38	518nm	0,48	592nm	0,49
446nm	0,38	519nm	0,48	593nm	0,48
447nm	0,38	520nm	0,48	594nm	0,48
448nm	0,38	521nm	0,49	595nm	0,48
449nm	0,38	522nm	0,49	596nm	0,48
450nm	0,38	523nm	0,49	597nm	0,48
451nm	0,38	524nm	0,49	598nm	0,48
452nm	0,39	525nm	0,49	599nm	0,48
453nm	0,39	526nm	0,49	600nm	0,48
454nm	0,39	527nm	0,49	601nm	0,48
455nm	0,39	528nm	0,49	602nm	0,48
456nm	0,39	529nm	0,49	603nm	0,48
457nm	0,39	530nm	0,49	604nm	0,48
458nm	0,40	531nm	0,49	605nm	0,48
459nm	0,40	532nm	0,49	606nm	0,48
460nm	0,40	533nm	0,49	607nm	0,48
461nm	0,40	534nm	0,50	608nm	0,48
462nm	0,40	535nm	0,50	609nm	0,48
463nm	0,40	536nm	0,50	610nm	0,48
464nm	0,41	537nm	0,50	611nm	0,48
465nm	0,41	538nm	0,50	612nm	0,48
466nm	0,41	539nm	0,50	613nm	0,48
467nm	0,41	540nm	0,50	614nm	0,47
468nm	0,41	541nm	0,50	615nm	0,47
469nm	0,41	542nm	0,50	616nm	0,47
470nm	0,42	543nm	0,50	617nm	0,47
471nm	0,42	544nm	0,50	618nm	0,47
472nm	0,42	545nm	0,50	619nm	0,47
		546nm	0,50	620nm	0,47

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



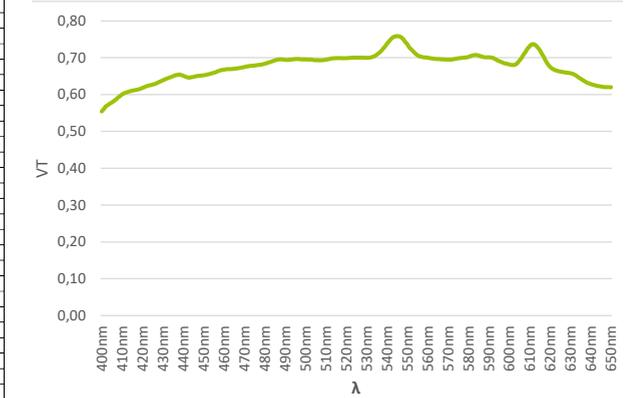
Valore minimo = 0,33
 Valore massimo = 0,50
 Val max/val min = 1,51

Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2

3. SALA DA PRANZO

	VT				
400nm	0,55	473nm	0,68	547nm	0,76
401nm	0,56	474nm	0,68	548nm	0,75
402nm	0,57	475nm	0,68	549nm	0,74
403nm	0,57	476nm	0,68	550nm	0,74
404nm	0,58	477nm	0,68	551nm	0,73
405nm	0,58	478nm	0,68	552nm	0,72
406nm	0,58	479nm	0,68	553nm	0,72
407nm	0,59	480nm	0,68	554nm	0,71
408nm	0,59	481nm	0,69	555nm	0,71
409nm	0,60	482nm	0,69	556nm	0,70
410nm	0,60	483nm	0,69	557nm	0,70
411nm	0,60	484nm	0,69	558nm	0,70
412nm	0,61	485nm	0,69	559nm	0,70
413nm	0,61	486nm	0,69	560nm	0,70
414nm	0,61	487nm	0,70	561nm	0,70
415nm	0,61	488nm	0,70	562nm	0,70
416nm	0,61	489nm	0,69	563nm	0,70
417nm	0,61	490nm	0,69	564nm	0,70
418nm	0,61	491nm	0,69	565nm	0,70
419nm	0,62	492nm	0,69	566nm	0,70
420nm	0,62	493nm	0,69	567nm	0,70
421nm	0,62	494nm	0,70	568nm	0,70
422nm	0,62	495nm	0,70	569nm	0,70
423nm	0,62	496nm	0,70	570nm	0,69
424nm	0,63	497nm	0,70	571nm	0,69
425nm	0,63	498nm	0,70	572nm	0,70
426nm	0,63	499nm	0,70	573nm	0,70
427nm	0,63	500nm	0,70	574nm	0,70
428nm	0,63	501nm	0,70	575nm	0,70
429nm	0,64	502nm	0,70	576nm	0,70
430nm	0,64	503nm	0,69	577nm	0,70
431nm	0,64	504nm	0,69	578nm	0,70
432nm	0,64	505nm	0,69	579nm	0,70
433nm	0,65	506nm	0,69	580nm	0,70
434nm	0,65	507nm	0,69	581nm	0,70
435nm	0,65	508nm	0,69	582nm	0,71
436nm	0,65	509nm	0,69	583nm	0,71
437nm	0,65	510nm	0,69	584nm	0,71
438nm	0,65	511nm	0,70	585nm	0,71
439nm	0,65	512nm	0,70	586nm	0,70
440nm	0,65	513nm	0,70	587nm	0,70
441nm	0,65	514nm	0,70	588nm	0,70
442nm	0,65	515nm	0,70	589nm	0,70
443nm	0,65	516nm	0,70	590nm	0,70
444nm	0,65	517nm	0,70	591nm	0,70
445nm	0,65	518nm	0,70	592nm	0,70
446nm	0,65	519nm	0,70	593nm	0,70
447nm	0,65	520nm	0,70	594nm	0,69
448nm	0,65	521nm	0,70	595nm	0,69
449nm	0,65	522nm	0,70	596nm	0,69
450nm	0,65	523nm	0,70	597nm	0,69
451nm	0,65	524nm	0,70	598nm	0,68
452nm	0,65	525nm	0,70	599nm	0,68
453nm	0,66	526nm	0,70	600nm	0,68
454nm	0,66	527nm	0,70	601nm	0,68
455nm	0,66	528nm	0,70	602nm	0,68
456nm	0,66	529nm	0,70	603nm	0,68
457nm	0,66	530nm	0,70	604nm	0,68
458nm	0,67	531nm	0,70	605nm	0,69
459nm	0,67	532nm	0,70	606nm	0,70
460nm	0,67	533nm	0,70	607nm	0,71
461nm	0,67	534nm	0,70	608nm	0,72
462nm	0,67	535nm	0,71	609nm	0,72
463nm	0,67	536nm	0,71	610nm	0,73
464nm	0,67	537nm	0,72	611nm	0,74
465nm	0,67	538nm	0,72	612nm	0,74
466nm	0,67	539nm	0,73	613nm	0,73
467nm	0,67	540nm	0,74	614nm	0,73
468nm	0,67	541nm	0,74	615nm	0,72
469nm	0,67	542nm	0,75	616nm	0,71
470nm	0,67	543nm	0,76	617nm	0,70
471nm	0,68	544nm	0,76	618nm	0,69
472nm	0,68	545nm	0,76	619nm	0,68
		546nm	0,76	620nm	0,68

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



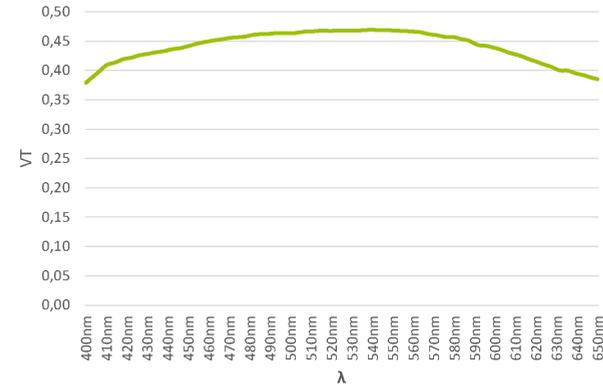
Valore minimo = 0,55
 Valore massimo = 0,76
 Val max/val min = 1,38

Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2

5. COWORKING ORANGERIE

400nm	0,38	VT	473nm	0,46	547nm	0,47	621nm	0,41
401nm	0,38		474nm	0,46	548nm	0,47	622nm	0,41
402nm	0,38		475nm	0,46	549nm	0,47	623nm	0,41
403nm	0,39		476nm	0,46	550nm	0,47	624nm	0,41
404nm	0,39		477nm	0,46	551nm	0,47	625nm	0,41
405nm	0,39		478nm	0,46	552nm	0,47	626nm	0,41
406nm	0,40		479nm	0,46	553nm	0,47	627nm	0,41
407nm	0,40		480nm	0,46	554nm	0,47	628nm	0,41
408nm	0,40		481nm	0,46	555nm	0,47	629nm	0,40
409nm	0,41		482nm	0,46	556nm	0,47	630nm	0,40
410nm	0,41		483nm	0,46	557nm	0,47	631nm	0,40
411nm	0,41		484nm	0,46	558nm	0,47	632nm	0,40
412nm	0,41		485nm	0,46	559nm	0,47	633nm	0,40
413nm	0,41		486nm	0,46	560nm	0,47	634nm	0,40
414nm	0,41		487nm	0,46	561nm	0,47	635nm	0,40
415nm	0,41		488nm	0,46	562nm	0,47	636nm	0,40
416nm	0,42		489nm	0,46	563nm	0,47	637nm	0,40
417nm	0,42		490nm	0,46	564nm	0,46	638nm	0,40
418nm	0,42		491nm	0,46	565nm	0,46	639nm	0,40
419nm	0,42		492nm	0,46	566nm	0,46	640nm	0,39
420nm	0,42		493nm	0,46	567nm	0,46	641nm	0,39
421nm	0,42		494nm	0,46	568nm	0,46	642nm	0,39
422nm	0,42		495nm	0,46	569nm	0,46	643nm	0,39
423nm	0,42		496nm	0,46	570nm	0,46	644nm	0,39
424nm	0,42		497nm	0,46	571nm	0,46	645nm	0,39
425nm	0,42		498nm	0,46	572nm	0,46	646nm	0,39
426nm	0,43		499nm	0,46	573nm	0,46	647nm	0,39
427nm	0,43		500nm	0,46	574nm	0,46	648nm	0,39
428nm	0,43		501nm	0,46	575nm	0,46	649nm	0,39
429nm	0,43		502nm	0,46	576nm	0,46	650nm	0,39
430nm	0,43		503nm	0,46	577nm	0,46		
431nm	0,43		504nm	0,46	578nm	0,46		
432nm	0,43		505nm	0,47	579nm	0,46		
433nm	0,43		506nm	0,47	580nm	0,46		
434nm	0,43		507nm	0,47	581nm	0,46		
435nm	0,43		508nm	0,47	582nm	0,46		
436nm	0,43		509nm	0,47	583nm	0,45		
437nm	0,43		510nm	0,47	584nm	0,45		
438nm	0,43		511nm	0,47	585nm	0,45		
439nm	0,43		512nm	0,47	586nm	0,45		
440nm	0,43		513nm	0,47	587nm	0,45		
441nm	0,44		514nm	0,47	588nm	0,45		
442nm	0,44		515nm	0,47	589nm	0,45		
443nm	0,44		516nm	0,47	590nm	0,45		
444nm	0,44		517nm	0,47	591nm	0,44		
445nm	0,44		518nm	0,47	592nm	0,44		
446nm	0,44		519nm	0,47	593nm	0,44		
447nm	0,44		520nm	0,47	594nm	0,44		
448nm	0,44		521nm	0,47	595nm	0,44		
449nm	0,44		522nm	0,47	596nm	0,44		
450nm	0,44		523nm	0,47	597nm	0,44		
451nm	0,44		524nm	0,47	598nm	0,44		
452nm	0,44		525nm	0,47	599nm	0,44		
453nm	0,44		526nm	0,47	600nm	0,44		
454nm	0,45		527nm	0,47	601nm	0,44		
455nm	0,45		528nm	0,47	602nm	0,44		
456nm	0,45		529nm	0,47	603nm	0,44		
457nm	0,45		530nm	0,47	604nm	0,43		
458nm	0,45		531nm	0,47	605nm	0,43		
459nm	0,45		532nm	0,47	606nm	0,43		
460nm	0,45		533nm	0,47	607nm	0,43		
461nm	0,45		534nm	0,47	608nm	0,43		
462nm	0,45		535nm	0,47	609nm	0,43		
463nm	0,45		536nm	0,47	610nm	0,43		
464nm	0,45		537nm	0,47	611nm	0,43		
465nm	0,45		538nm	0,47	612nm	0,43		
466nm	0,45		539nm	0,47	613nm	0,42		
467nm	0,45		540nm	0,47	614nm	0,42		
468nm	0,45		541nm	0,47	615nm	0,42		
469nm	0,45		542nm	0,47	616nm	0,42		
470nm	0,46		543nm	0,47	617nm	0,42		
471nm	0,46		544nm	0,47	618nm	0,42		
472nm	0,46		545nm	0,47	619nm	0,42		
			546nm	0,47	620nm	0,42		

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



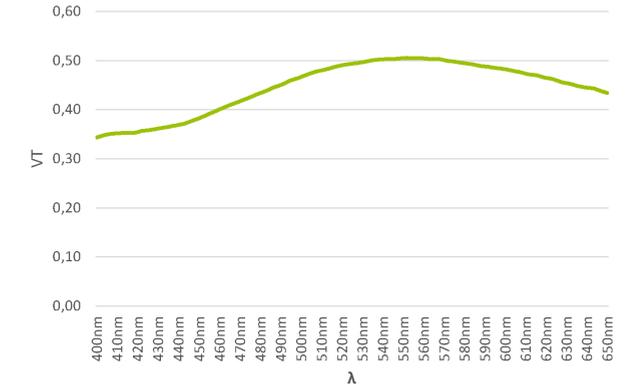
Valore minimo = 0,38
 Valore massimo = 0,47
 Val max/val min = 1,24

Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2

6. UFFICIO PIANO PRIMO ALA A

400nm	0,34	VT	473nm	0,42	547nm	0,50	621nm	0,46
401nm	0,34		474nm	0,42	548nm	0,50	622nm	0,46
402nm	0,35		475nm	0,43	549nm	0,50	623nm	0,46
403nm	0,35		476nm	0,43	550nm	0,51	624nm	0,46
404nm	0,35		477nm	0,43	551nm	0,51	625nm	0,46
405nm	0,35		478nm	0,43	552nm	0,51	626nm	0,46
406nm	0,35		479nm	0,43	553nm	0,51	627nm	0,46
407nm	0,35		480nm	0,43	554nm	0,50	628nm	0,46
408nm	0,35		481nm	0,44	555nm	0,50	629nm	0,46
409nm	0,35		482nm	0,44	556nm	0,50	630nm	0,45
410nm	0,35		483nm	0,44	557nm	0,50	631nm	0,45
411nm	0,35		484nm	0,44	558nm	0,50	632nm	0,45
412nm	0,35		485nm	0,44	559nm	0,51	633nm	0,45
413nm	0,35		486nm	0,44	560nm	0,50	634nm	0,45
414nm	0,35		487nm	0,45	561nm	0,50	635nm	0,45
415nm	0,35		488nm	0,45	562nm	0,50	636nm	0,45
416nm	0,35		489nm	0,45	563nm	0,50	637nm	0,45
417nm	0,35		490nm	0,45	564nm	0,50	638nm	0,45
418nm	0,35		491nm	0,45	565nm	0,50	639nm	0,45
419nm	0,35		492nm	0,45	566nm	0,50	640nm	0,44
420nm	0,35		493nm	0,46	567nm	0,50	641nm	0,44
421nm	0,36		494nm	0,46	568nm	0,50	642nm	0,44
422nm	0,36		495nm	0,46	569nm	0,50	643nm	0,44
423nm	0,36		496nm	0,46	570nm	0,50	644nm	0,44
424nm	0,36		497nm	0,46	571nm	0,50	645nm	0,44
425nm	0,36		498nm	0,46	572nm	0,50	646nm	0,44
426nm	0,36		499nm	0,46	573nm	0,50	647nm	0,44
427nm	0,36		500nm	0,47	574nm	0,50	648nm	0,44
428nm	0,36		501nm	0,47	575nm	0,50	649nm	0,44
429nm	0,36		502nm	0,47	576nm	0,50	650nm	0,43
430nm	0,36		503nm	0,47	577nm	0,50		
431nm	0,36		504nm	0,47	578nm	0,50		
432nm	0,36		505nm	0,47	579nm	0,50		
433nm	0,36		506nm	0,48	580nm	0,49		
434nm	0,36		507nm	0,48	581nm	0,49		
435nm	0,37		508nm	0,48	582nm	0,49		
436nm	0,37		509nm	0,48	583nm	0,49		
437nm	0,37		510nm	0,48	584nm	0,49		
438nm	0,37		511nm	0,48	585nm	0,49		
439nm	0,37		512nm	0,48	586nm	0,49		
440nm	0,37		513nm	0,48	587nm	0,49		
441nm	0,37		514nm	0,48	588nm	0,49		
442nm	0,37		515nm	0,49	589nm	0,49		
443nm	0,37		516nm	0,49	590nm	0,49		
444nm	0,37		517nm	0,49	591nm	0,49		
445nm	0,37		518nm	0,49	592nm	0,49		
446nm	0,38		519nm	0,49	593nm	0,49		
447nm	0,38		520nm	0,49	594nm	0,49		
448nm	0,38		521nm	0,49	595nm	0,49		
449nm	0,38		522nm	0,49	596nm	0,48		
450nm	0,38		523nm	0,49	597nm	0,48		
451nm	0,38		524nm	0,49	598nm	0,48		
452nm	0,39		525nm	0,49	599nm	0,48		
453nm	0,39		526nm	0,49	600nm	0,48		
454nm	0,39		527nm	0,49	601nm	0,48		
455nm	0,39		528nm	0,50	602nm	0,48		
456nm	0,39		529nm	0,50	603nm	0,48		
457nm	0,39		530nm	0,50	604nm	0,48		
458nm	0,40		531nm	0,50	605nm	0,48		
459nm	0,40		532nm	0,50	606nm	0,48		
460nm	0,40		533nm	0,50	607nm	0,48		
461nm	0,40		534nm	0,50	608nm	0,48		
462nm	0,40		535nm	0,50	609nm	0,47		
463nm	0,41		536nm	0,50	610nm	0,47		
464nm	0,41		537nm	0,50	611nm	0,47		
465nm	0,41		538nm	0,50	612nm	0,47		
466nm	0,41		539nm	0,50	613nm	0,47		
467nm	0,41		540nm	0,50	614nm	0,47		
468nm	0,41		541nm	0,50	615nm	0,47		
469nm	0,42		542nm	0,50	616nm	0,47		
470nm	0,42		543nm	0,50	617nm	0,47		
471nm	0,42		544nm	0,50	618nm	0,47		
472nm	0,42		545nm	0,50	619nm	0,47		
			546nm	0,50	620nm	0,47		

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



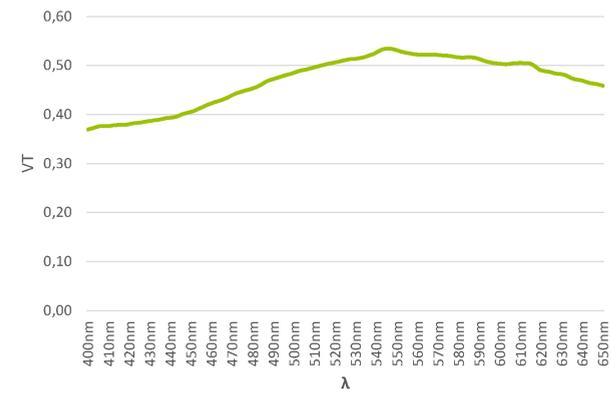
Valore minimo = 0,34
 Valore massimo = 0,51
 Val max/val min = 1,50

Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2

7.UFFICIO PIANO PRIMO ALA B

	VT		VT		VT		VT
400nm	0,37	473nm	0,44	547nm	0,53	621nm	0,49
401nm	0,37	474nm	0,45	548nm	0,53	622nm	0,49
402nm	0,37	475nm	0,45	549nm	0,53	623nm	0,49
403nm	0,37	476nm	0,45	550nm	0,53	624nm	0,49
404nm	0,37	477nm	0,45	551nm	0,53	625nm	0,49
405nm	0,38	478nm	0,45	552nm	0,53	626nm	0,48
406nm	0,38	479nm	0,45	553nm	0,53	627nm	0,48
407nm	0,38	480nm	0,45	554nm	0,53	628nm	0,48
408nm	0,38	481nm	0,45	555nm	0,53	629nm	0,48
409nm	0,38	482nm	0,46	556nm	0,52	630nm	0,48
410nm	0,38	483nm	0,46	557nm	0,52	631nm	0,48
411nm	0,38	484nm	0,46	558nm	0,52	632nm	0,48
412nm	0,38	485nm	0,46	559nm	0,52	633nm	0,48
413nm	0,38	486nm	0,47	560nm	0,52	634nm	0,48
414nm	0,38	487nm	0,47	561nm	0,52	635nm	0,47
415nm	0,38	488nm	0,47	562nm	0,52	636nm	0,47
416nm	0,38	489nm	0,47	563nm	0,52	637nm	0,47
417nm	0,38	490nm	0,47	564nm	0,52	638nm	0,47
418nm	0,38	491nm	0,47	565nm	0,52	639nm	0,47
419nm	0,38	492nm	0,47	566nm	0,52	640nm	0,47
420nm	0,38	493nm	0,48	567nm	0,52	641nm	0,47
421nm	0,38	494nm	0,48	568nm	0,52	642nm	0,47
422nm	0,38	495nm	0,48	569nm	0,52	643nm	0,47
423nm	0,38	496nm	0,48	570nm	0,52	644nm	0,46
424nm	0,38	497nm	0,48	571nm	0,52	645nm	0,46
425nm	0,38	498nm	0,48	572nm	0,52	646nm	0,46
426nm	0,38	499nm	0,48	573nm	0,52	647nm	0,46
427nm	0,38	500nm	0,49	574nm	0,52	648nm	0,46
428nm	0,39	501nm	0,49	575nm	0,52	649nm	0,46
429nm	0,39	502nm	0,49	576nm	0,52	650nm	0,46
430nm	0,39	503nm	0,49	577nm	0,52		
431nm	0,39	504nm	0,49	578nm	0,52		
432nm	0,39	505nm	0,49	579nm	0,52		
433nm	0,39	506nm	0,49	580nm	0,52		
434nm	0,39	507nm	0,49	581nm	0,52		
435nm	0,39	508nm	0,49	582nm	0,52		
436nm	0,39	509nm	0,49	583nm	0,52		
437nm	0,39	510nm	0,50	584nm	0,52		
438nm	0,39	511nm	0,50	585nm	0,52		
439nm	0,39	512nm	0,50	586nm	0,52		
440nm	0,39	513nm	0,50	587nm	0,52		
441nm	0,39	514nm	0,50	588nm	0,52		
442nm	0,39	515nm	0,50	589nm	0,51		
443nm	0,40	516nm	0,50	590nm	0,51		
444nm	0,40	517nm	0,50	591nm	0,51		
445nm	0,40	518nm	0,50	592nm	0,51		
446nm	0,40	519nm	0,51	593nm	0,51		
447nm	0,40	520nm	0,51	594nm	0,51		
448nm	0,40	521nm	0,51	595nm	0,51		
449nm	0,40	522nm	0,51	596nm	0,51		
450nm	0,41	523nm	0,51	597nm	0,50		
451nm	0,41	524nm	0,51	598nm	0,50		
452nm	0,41	525nm	0,51	599nm	0,50		
453nm	0,41	526nm	0,51	600nm	0,50		
454nm	0,41	527nm	0,51	601nm	0,50		
455nm	0,41	528nm	0,51	602nm	0,50		
456nm	0,42	529nm	0,51	603nm	0,50		
457nm	0,42	530nm	0,51	604nm	0,50		
458nm	0,42	531nm	0,51	605nm	0,50		
459nm	0,42	532nm	0,51	606nm	0,50		
460nm	0,42	533nm	0,52	607nm	0,50		
461nm	0,42	534nm	0,52	608nm	0,50		
462nm	0,43	535nm	0,52	609nm	0,51		
463nm	0,43	536nm	0,52	610nm	0,51		
464nm	0,43	537nm	0,52	611nm	0,51		
465nm	0,43	538nm	0,52	612nm	0,50		
466nm	0,43	539nm	0,52	613nm	0,50		
467nm	0,43	540nm	0,53	614nm	0,50		
468nm	0,43	541nm	0,53	615nm	0,50		
469nm	0,44	542nm	0,53	616nm	0,50		
470nm	0,44	543nm	0,53	617nm	0,50		
471nm	0,44	544nm	0,53	618nm	0,50		
472nm	0,44	545nm	0,53	619nm	0,49		
		546nm	0,53	620nm	0,49		

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



Valore minimo = 0,37
 Valore massimo = 0,53
 Val max/val min = 1,43

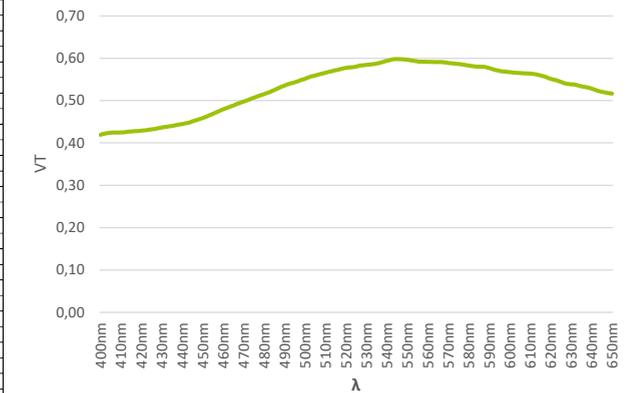
Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2



8.UFFICIO PIANO SECONDO ALA A

	VT		VT		VT		VT
400nm	0,42	473nm	0,50	547nm	0,60	621nm	0,55
401nm	0,42	474nm	0,50	548nm	0,60	622nm	0,55
402nm	0,42	475nm	0,51	549nm	0,60	623nm	0,55
403nm	0,42	476nm	0,51	550nm	0,60	624nm	0,55
404nm	0,42	477nm	0,51	551nm	0,60	625nm	0,54
405nm	0,42	478nm	0,51	552nm	0,59	626nm	0,54
406nm	0,42	479nm	0,51	553nm	0,59	627nm	0,54
407nm	0,42	480nm	0,52	554nm	0,59	628nm	0,54
408nm	0,42	481nm	0,52	555nm	0,59	629nm	0,54
409nm	0,42	482nm	0,52	556nm	0,59	630nm	0,54
410nm	0,42	483nm	0,52	557nm	0,59	631nm	0,54
411nm	0,43	484nm	0,52	558nm	0,59	632nm	0,54
412nm	0,43	485nm	0,53	559nm	0,59	633nm	0,54
413nm	0,43	486nm	0,53	560nm	0,59	634nm	0,54
414nm	0,43	487nm	0,53	561nm	0,59	635nm	0,53
415nm	0,43	488nm	0,53	562nm	0,59	636nm	0,53
416nm	0,43	489nm	0,53	563nm	0,59	637nm	0,53
417nm	0,43	490nm	0,54	564nm	0,59	638nm	0,53
418nm	0,43	491nm	0,54	565nm	0,59	639nm	0,53
419nm	0,43	492nm	0,54	566nm	0,59	640nm	0,53
420nm	0,43	493nm	0,54	567nm	0,59	641nm	0,53
421nm	0,43	494nm	0,54	568nm	0,59	642nm	0,52
422nm	0,43	495nm	0,54	569nm	0,59	643nm	0,52
423nm	0,43	496nm	0,55	570nm	0,59	644nm	0,52
424nm	0,43	497nm	0,55	571nm	0,59	645nm	0,52
425nm	0,43	498nm	0,55	572nm	0,59	646nm	0,52
426nm	0,43	499nm	0,55	573nm	0,59	647nm	0,52
427nm	0,43	500nm	0,55	574nm	0,59	648nm	0,52
428nm	0,43	501nm	0,55	575nm	0,59	649nm	0,52
429nm	0,44	502nm	0,56	576nm	0,59	650nm	0,52
430nm	0,44	503nm	0,56	577nm	0,58		
431nm	0,44	504nm	0,56	578nm	0,58		
432nm	0,44	505nm	0,56	579nm	0,58		
433nm	0,44	506nm	0,56	580nm	0,58		
434nm	0,44	507nm	0,56	581nm	0,58		
435nm	0,44	508nm	0,56	582nm	0,58		
436nm	0,44	509nm	0,56	583nm	0,58		
437nm	0,44	510nm	0,57	584nm	0,58		
438nm	0,44	511nm	0,57	585nm	0,58		
439nm	0,44	512nm	0,57	586nm	0,58		
440nm	0,44	513nm	0,57	587nm	0,58		
441nm	0,45	514nm	0,57	588nm	0,58		
442nm	0,45	515nm	0,57	589nm	0,58		
443nm	0,45	516nm	0,57	590nm	0,58		
444nm	0,45	517nm	0,57	591nm	0,58		
445nm	0,45	518nm	0,58	592nm	0,57		
446nm	0,45	519nm	0,58	593nm	0,57		
447nm	0,45	520nm	0,58	594nm	0,57		
448nm	0,46	521nm	0,58	595nm	0,57		
449nm	0,46	522nm	0,58	596nm	0,57		
450nm	0,46	523nm	0,58	597nm	0,57		
451nm	0,46	524nm	0,58	598nm	0,57		
452nm	0,46	525nm	0,58	599nm	0,57		
453nm	0,46	526nm	0,58	600nm	0,57		
454nm	0,47	527nm	0,58	601nm	0,57		
455nm	0,47	528nm	0,58	602nm	0,57		
456nm	0,47	529nm	0,58	603nm	0,57		
457nm	0,47	530nm	0,58	604nm	0,57		
458nm	0,48	531nm	0,58	605nm	0,56		
459nm	0,48	532nm	0,59	606nm	0,56		
460nm	0,48	533nm	0,59	607nm	0,56		
461nm	0,48	534nm	0,59	608nm	0,56		
462nm	0,48	535nm	0,59	609nm	0,56		
463nm	0,48	536nm	0,59	610nm	0,56		
464nm	0,49	537nm	0,59	611nm	0,56		
465nm	0,49	538nm	0,59	612nm	0,56		
466nm	0,49	539nm	0,59	613nm	0,56		
467nm	0,49	540nm	0,59	614nm	0,56		
468nm	0,49	541nm	0,60	615nm	0,56		
469nm	0,50	542nm	0,60	616nm	0,56		
470nm	0,50	543nm	0,60	617nm	0,56		
471nm	0,50	544nm	0,60	618nm	0,55		
472nm	0,50	545nm	0,60	619nm	0,55		
		546nm	0,60	620nm	0,55		

VT per le le lunghezze d'onda tra 400 e 650 nm



Valore minimo = 0,42
 Valore massimo = 0,60
 Val max/val min = 1,43

Requisito: VT(400:650 nm) non deve variare di più di un fattore di 2

Feature 64 Interior fitness circulation (FITNESS)
Parte 3 Facilitative aesthetics (Optimization)
c. d.

1.INGRESSO



Presenza di finestre > 1 m² e finestre con vista.

CORRIDOIO SPAZIO 2



Presenza di finestre > 1 m² e finestre con vista.

SALA D'ATTESA



Presenza di finestre > 1 m².

SCALE ALA A



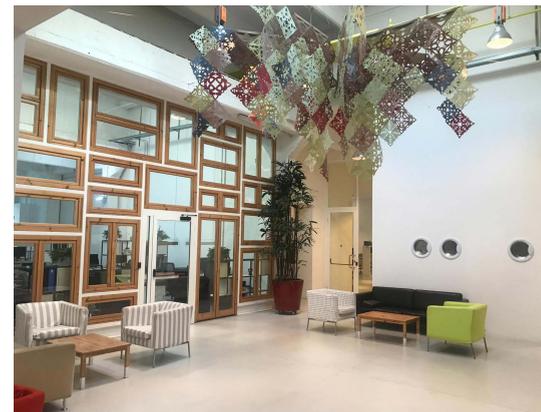
Presenza di finestre > 1 m².

RAMPA



Non sono presenti finestre.

4.SALOTTINO



Non sono presenti finestre.

CORRIDOIO SPAZIO 6



Non sono presenti "finestre con vista".

CORRIDOIO SPAZIO 7



Non sono presenti "finestre con vista".

SCALE PIANO PRIMO ALA B



Non sono presenti "finestre con vista".

CORRIDOIO SPAZIO 8



Non sono presenti "finestre con vista".

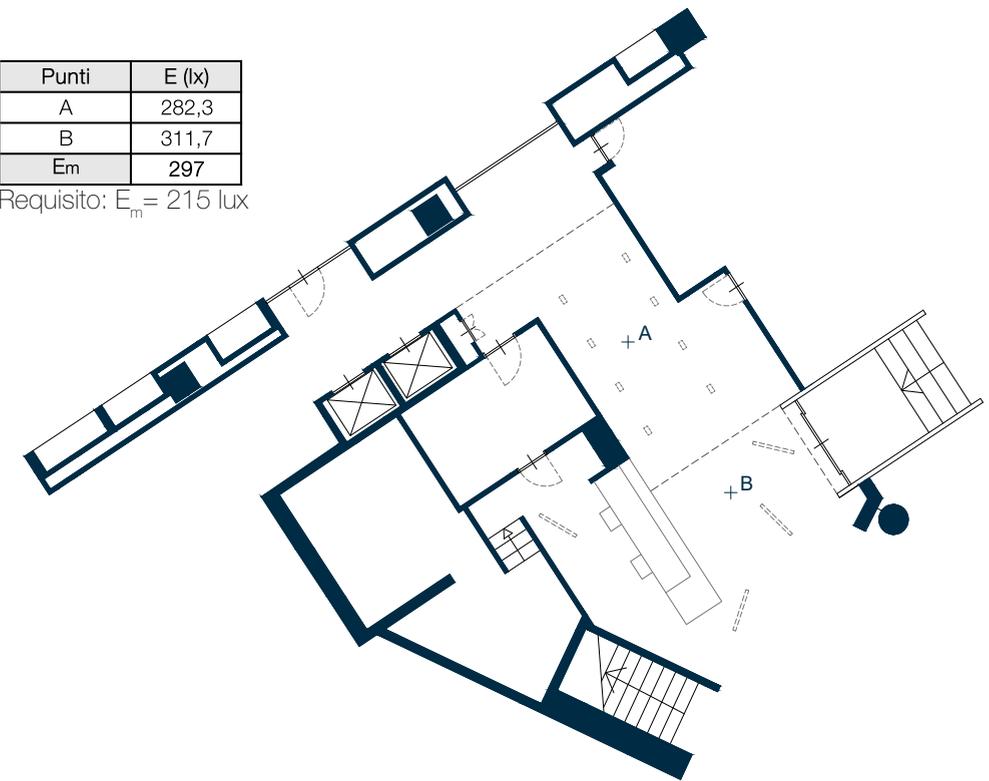
Parte 3

e.

1.INGRESSO

Punti	E (lx)
A	282,3
B	311,7
Em	297

Requisito: $E_m = 215 \text{ lux}$



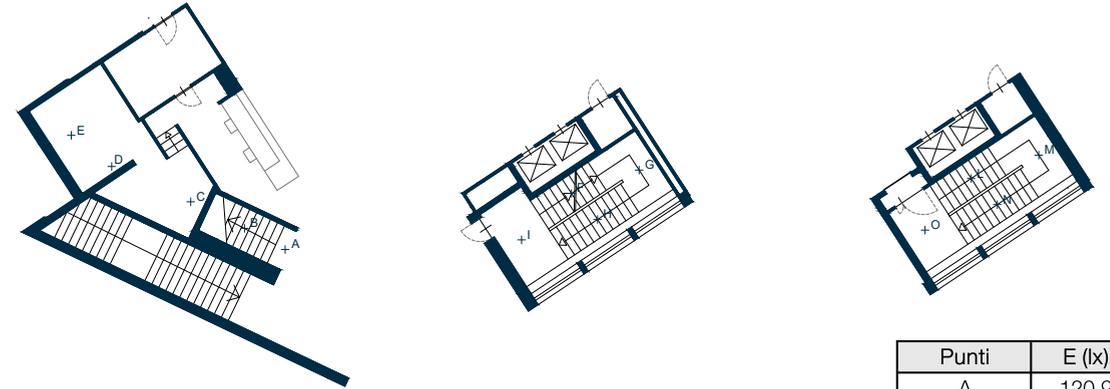
CORRIDOIO SPAZIO 2

Punti	E (lx)
A	199,2
B	79,6
C	93,3
D	90,3
E	115,5
F	91,1
Em	111,5

Requisito: $E_m = 215$ lux



SCALE ALA A



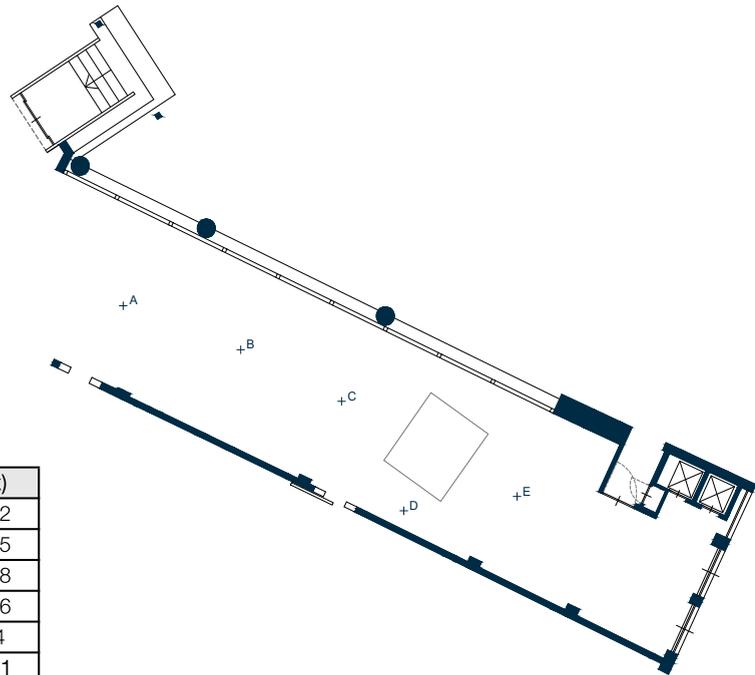
Punti	E (lx)
A	120,9
B	88
C	98
D	135,4
E	50,3
F	34,9
G	104,9
H	52,8
I	69,1
L	33,2
M	38,3
N	28,2
O	20
Em	67,2

Requisito: $E_m = 215$ lux

SALA D'ATTESA

Punti	E (lx)
A	299,2
B	271,5
C	235,8
D	231,6
E	97,4
Em	227,1

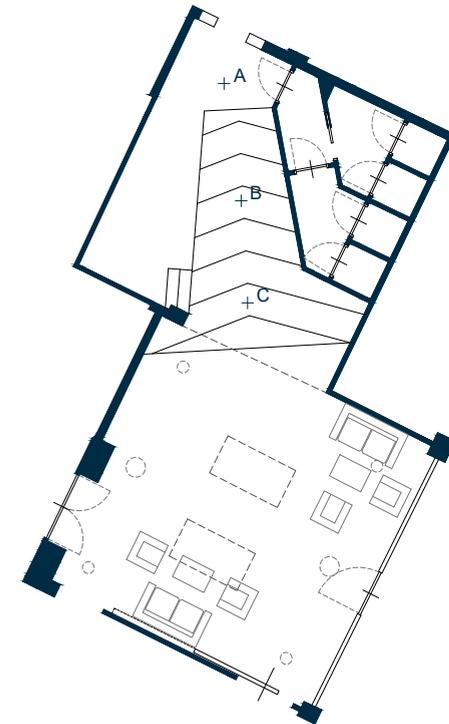
Requisito: $E_m = 215$ lux



RAMPA

Punti	E (lx)
A	175,6
B	72,7
C	74,8
Em	107,7

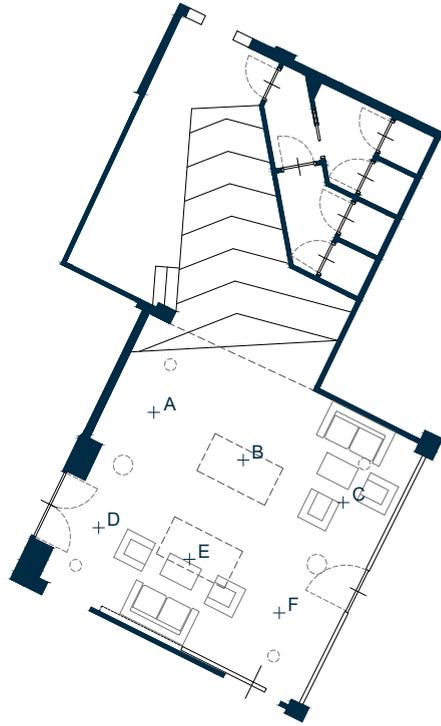
Requisito: $E_m = 215$ lux



4.SALOTTINO

Punti	E (lx)
A	110,5
B	125,1
C	117,8
D	99,2
E	117,6
F	154,5
Em	120,8

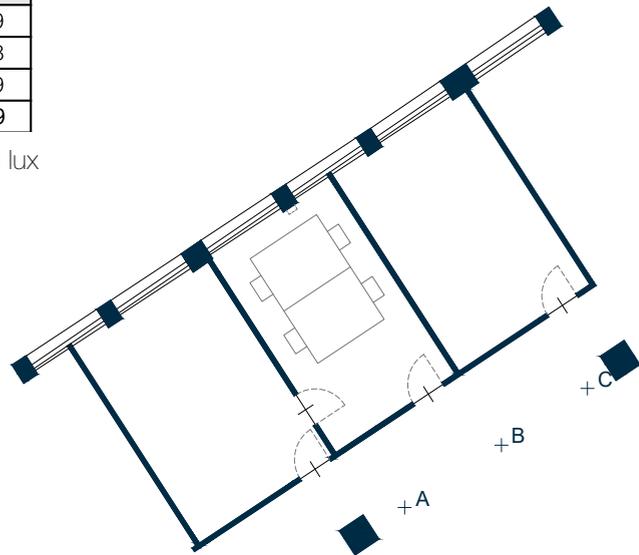
Requisito: $E_m = 215$ lux



CORRIDOIO SPAZIO 6

Punti	E (lx)
A	132,9
B	142,8
C	227,9
Em	167,9

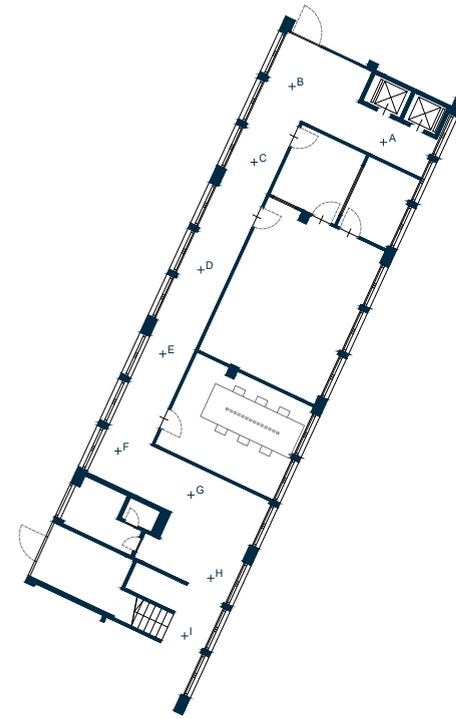
Requisito: $E_m = 215$ lux



CORRIDOIO SPAZIO 7

Punti	E (lx)
A	283,8
B	115,6
C	64
D	168
E	66,3
F	178,2
G	276,8
H	41,3
I	14,6
Em	134,3

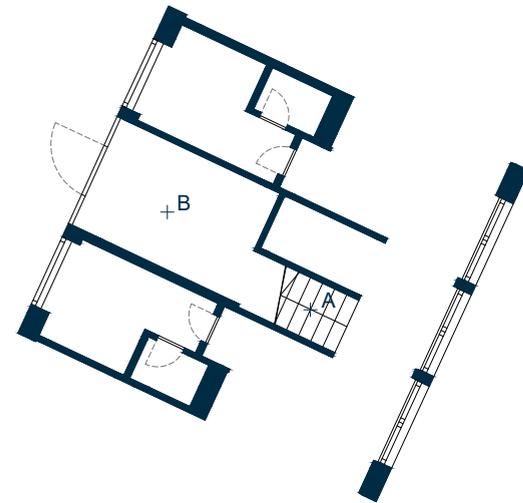
Requisito: $E_m = 215$ lux



SCALE PIANO PRIMO ALA B

Punti	E (lx)
A	19,5
B	104,3
Em	61,9

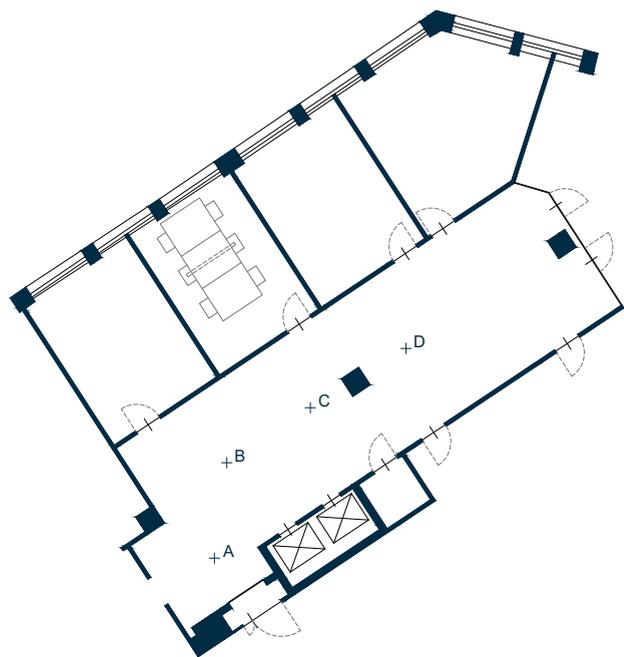
Requisito: $E_m = 215$ lux



CORRIDOIO SPAZIO 8

Punti	E (lx)
A	91,21
B	184,1
C	215,31
D	103,8
E_m	121

Requisito: $E_m = 215 \text{ lux}$



ALLEGATO B

Strumenti e metodologie di misura

Per quanto riguarda la luce, che sia naturale o artificiale, esistono una serie di metriche, come quelle elencate nei primi due capitoli, e di strumenti di misura per quantificarne le varie grandezze.

La misura della luce e del colore

Come già accennato in precedenza, i principali parametri che caratterizzano l'ambiente luminoso sono:

- Illuminamento
- Luminanza
- Abbagliamento
- Resa dei colori e colore apparente della luce
- Direzione della luce e variabilità
- Sfarfallamento

I più importanti sono i primi quattro.

Per quanto riguarda, invece, gli effetti non visivi della luce, il principale parametro da considerare è:

- Potenza spettrale

Grandezza	Indici	Strumento
ILLUMINAMENTO	Illuminamento medio mantenuto (E_m) (lx)	Luxmetro
	Uniformità di illuminamento (U_0)	
LUMINANZA	Distribuzione di luminanza (L) (cd/m^2)	Luminanzometro, Videoluminanzometro
	Rapporti di luminanza	
	Indici di abbagliamento	
IRRADIANZA SPETTRALE	Temperatura di colore (T_{cp}) (K)	Colorimetro, Spettrofotometro
	Indice di resa cromatica (R_a)	

Il luxmetro

Il luxmetro è lo strumento principale utilizzato per misurare l'illuminamento, ma esso è anche in grado di misurare la luminanza.



Figura 1 – Luxmetro DeltaOhm.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL FOTORICETTORE

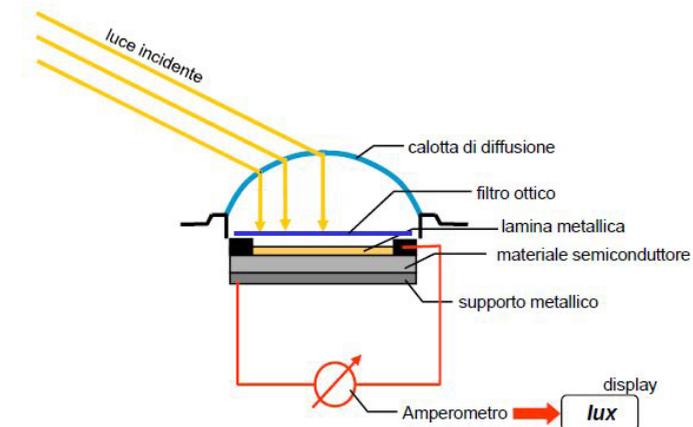


Figura 2 - [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018]

In relazione all'impiego ai luxmetri è richiesta un'accuratezza di misura, secondo la norma UNI 11142:2004 "Luce e illuminazione - Fotometri portatili - Caratteristiche prestazionali".

Classe	Impiego	Limite di incertezza di misura
A	Misure di precisione	5%
B	Misure su impianti in esercizio	10%
C	Misure orientative	20%

È obbligatorio verificare la taratura degli strumenti fotometrici una volta ogni due anni presso laboratori ufficiali (cetri SIT).

CONDIZIONI DI MISURA

- Definire i piani di riferimento e le altezze di misura:
 - superfici orizzontali
 - superfici verticali
 - superfici relative al compito visivo
- Posizionare la fotocellula parallelamente al piano di riferimento
- Evitare di ombreggiare la fotocellula con il proprio corpo
- Attendere l'adattamento della fotocellula al livello di illuminamento presente in ambiente
- Calibrare il luxmetro prima di ogni ciclo di misurazione (lettura corrente di buio)

In condizioni di luce artificiale:

- misurazione dell'illuminamento interno in assenza di luce naturale

In condizioni di luce naturale (per calcolare il fattore medio di luce diurna FLD_m):

- misurazione dell'illuminamento interno in assenza di luce artificiale
- misurazione contemporanea dell'illuminamento esterno su un piano orizzontale esposto all'intera volta celeste in assenza di irraggiamento diretto (cielo coperto)

DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Come si definisce la griglia di misura in corrispondenza del compito visivo:

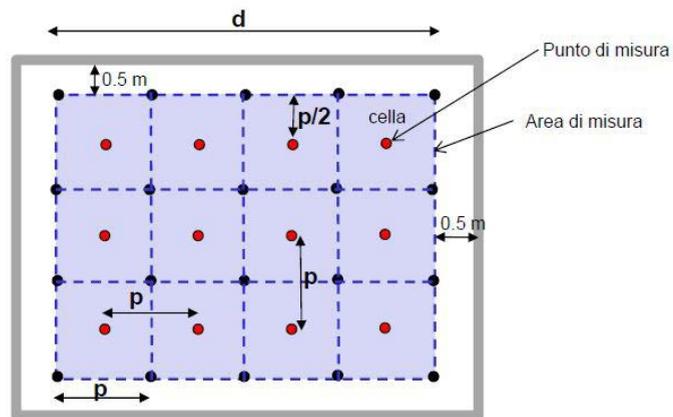


Figura 3 - Schema esemplificativo per la definizione dei punti di misura [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018].

Interdistanza tra i punti: $p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)}$

Numero punti: $n = d/p$ (numero intero superiore)

Le griglie di calcolo devono escludere 0,5 m dalle pareti, a meno che l'area del compito visivo sia posizionata vicino alla parete.

Una volta ottenuto l'illuminamento medio E_m bisogna confrontare i dati con i requisiti normativi:

$$U_0 = E_{\min}/E_m$$

Il luminanzometro

Il luminanzometro è uno strumento utilizzato per misurare la luminanza.



Figura 1 – Luminanzometro Konica Minolta.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

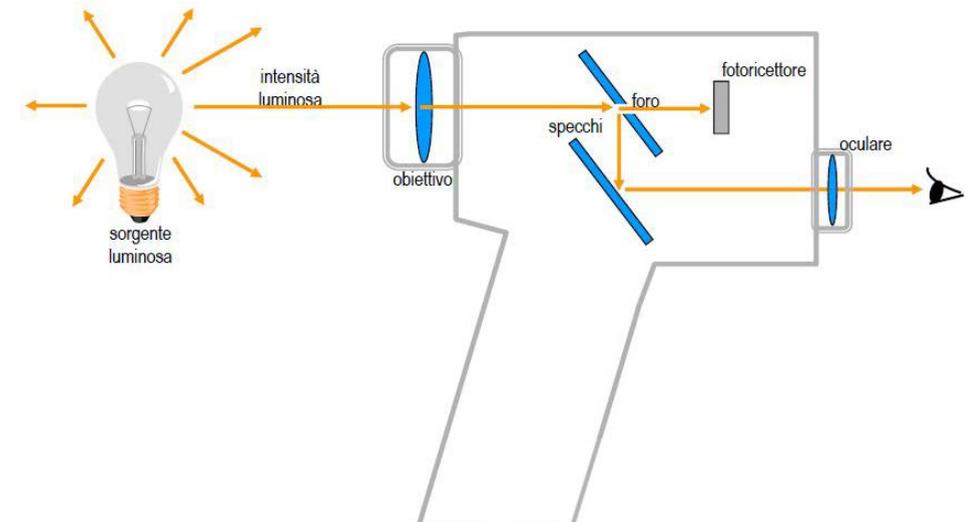


Figura 2 - [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018].

In relazione all'impiego dei luxmetri è richiesta un'accuratezza di misura, secondo la norma UNI 11142.

Classe	Impiego	Limite di incertezza di misura
A	Misure di precisione	7,5%
B	Misure su impianti in esercizio	10%
C	Misure orientative	20%

PROCEDURA DI MISURAZIONE

In condizioni di illuminazione naturale e artificiale:

- Definizione delle postazioni di rilievo
- Rilievo della luminanza delle superfici (pareti, arredi, pavimento, soffitti)
- Rilievo della luminanza delle sorgenti luminose:
 - Naturali (finestre, lucernari)
 - Artificiali (sorgenti e apparecchi di illuminazione)

DISTRIBUZIONE DI LUMINANZA

Secondo la norma UNI EN 12464-1: 2011:

Superficie del locale	Fattore di riflessione
Soffitto	da 0,7 a 0,9
Parete	da 0,5 a 0,8
Pavimento	da 0,2 a 0,4

Per misurare il fattore di riflessione è possibile utilizzare il luxmetro per determinare la quantità di illuminamento che riceve la superficie in questione e il luminanzometro per determinare la luminanza, puntandolo verso la superficie scelta, utilizzando la formula: $\rho = L \cdot \pi / E$.

VERIFICA DELL'ABBAGLIAMENTO

Abbagliamento diretto:

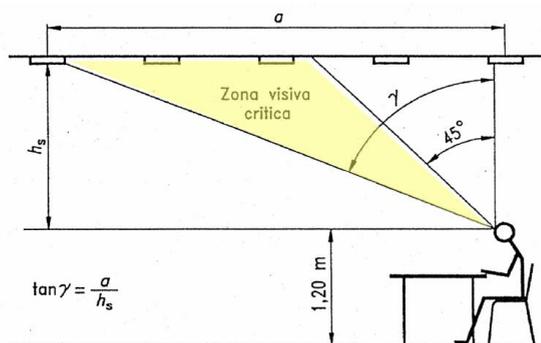


Figura 3 – Geometria di riferimento per la valutazione della zona visiva critica [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018].

Abbagliamento riflesso:



Figura 4 - [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018].

Classi degli schermi (ISO 9242-302)	Schermo ad elevata luminanza $L > 200 \text{ cd m}^2$	Schermo a media luminanza $L \leq 200 \text{ cd m}^2$
Caso A (schermo piatto con polarità positiva con esigenze normali, es. uffici, scuole)	$\leq 3000 \text{ cd m}^2$	$\leq 1500 \text{ cd m}^2$
Caso B (schermo piatto polarità negativa con elevate esigenze, es. CAD, ispezione colori)	$\leq 1500 \text{ cd m}^2$	$\leq 1000 \text{ cd m}^2$

Il videoluminanzometro

Il videoluminanzometro è uno strumento utilizzato per misurare la luminanza, in particolare è indicato quando bisogna definire la mappatura di luminanza del compito visivo, come previsto dalla norma UNI EN 12464-1:2011 nella sezione che riguarda l'illuminamento sull'area del compito visivo "4.3 Illuminazione" (vedi *Parte I, Cap. 1*).



Figura 1 – Fotocamera Canon con videoluminanzometro TecnoTeam.

Il videoluminanzometro acquisisce valori di luminanza mediante la tecnica High Dynamic Range (HDR).

DISTRIBUZIONE DI LUMINANZA



Figura 2 – Esempio di acquisizione in falsi di colori della distribuzione di luminanza all'interno di un locale.

VALUTAZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO

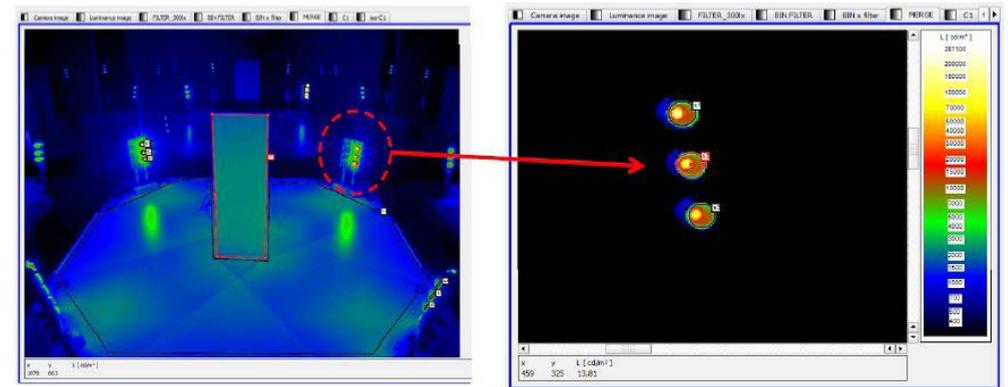


Figura 3 - [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico", 2018].

$$UGR = 8 \log_{10} (0,25/L_b \sum (L^2 \cdot \omega)/p^2)$$

Dove:

L_b : luminanza di sfondo

L : luminanza, delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione nella direzione dell'occhio dell'osservatore

ω : angolo solido, delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione nella direzione dell'occhio dell'osservatore

p : indice di posizione di Guth, per ogni apparecchio di illuminazione rispetto agli occhi dell'osservatore

Secondo la norma UNI EN 12464-1:2011:

Tipo di area, compito o attività	UGR_L
Compilazione, copiatura, ecc.	19
Scrittura, digitazione, lettura, elaborazione dati	19
Disegno tecnico	16
Postazioni di lavoro CAD	19
Sale riunioni e conferenze	19
Bancone reception	22
Archivi	25

Il colorimetro

Il colorimetro serve per misurare l'illuminamento, le coordinate cromatiche x e y, la differenza di colore (DE) e la temperatura di colore correlata (T_{cc}).



Figura 1 – Colorimetro tristimolo PCE.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

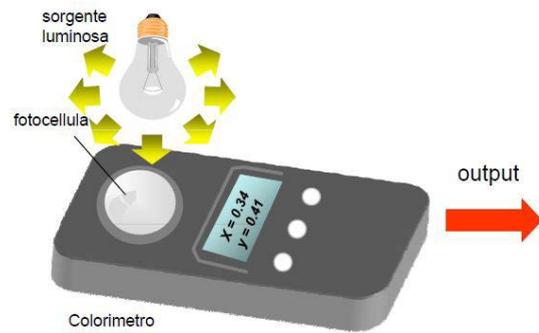


Figura 2 - [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico"", 2018].

Il software di gestione calcola le coordinate cromatiche e le temperature correlate di colore.

Lo spettrofotometro

Lo spettrofotometro viene utilizzato per misurare l'illuminamento, le coordinate cromatiche x e y e u' v', la differenza di colore (DE), la temperatura di colore correlata (T_{cc}), l'indice di resa cromatica (Ra) e la lunghezza d'onda dominante.

Questo strumento è utile nel momento in cui è necessario andare a fare un'analisi sulla luce circadiana, poichè registra l'illuminamento per ogni lunghezza d'onda facente parte della banda del visibile, da 360 a 780 nm.



Figura 1 – Spettrofotometro Konica Minolta.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Nello spettrofotometro è presente un sistema ottico che ha la funzione di focalizzare la luce su un monocromatore che scompone la luce policromatica in radiazioni monocromatiche misurabili da un singolo elemento o da una serie di elementi fotosensibili. Il monocromatore può essere un prisma di cristallo o una griglia di diffrazione. Se è presente una serie di cellule fotosensibili, in una singola misura sono acquisibili tutte le lunghezze d'onda monocromatiche previste dallo strumento. Questo tipo di strumento per questo tipo di misure è controllato da un microprocessore interno o da un computer esterno che raccoglie, tratta e presenta i dati nel formato desiderato.

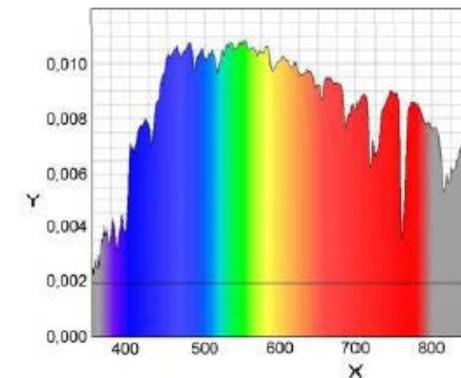


Figura 2 – Esempio di misurazione dell'emissione spettrale della luce naturale [Fonte: dispense "Workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico"", 2018].

Strumenti di misura impiegati

LUXMETRO

Marca: Delta Ohm
Modello: HD 2302.0



HD 2302.0

HD2302.0 FOTORADIOMETRO

L'HD2302.0 è uno strumento portatile con un grande display LCD. Misura l'illuminamento, la luminanza, il PAR e l'irradimento (nelle regioni spettrali VIS-NIR, UVA, UVB e UVC o nella misura dell'irradimento efficace secondo la curva di azione UV).
Le sonde sono provviste di modulo di riconoscimento automatico SICRAM: oltre al riconoscimento è automatica la selezione dell'unità di misura. Al loro interno hanno memorizzati i dati di taratura di fabbrica. La funzione Max, Min e Avg calcola i valori massimo, minimo e medio. Altre funzioni sono: la misura relativa REL, la funzione HOLD e lo spegnimento automatico escludibile. Lo strumento ha grado di protezione IP67.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STRUMENTO

Strumento
Dimensioni (Lunghezza x Larghezza x Altezza) 140x88x38mm
Peso 160g (completo di batterie)
Materiali ABS
Display 2x4½ cifre più simboli - 52x42mm
Area visibile: 52x42mm

Condizioni operative
Temperatura operativa -5 ... 50°C
Temperatura di magazzino -25 ... 65°C
Umidità relativa di lavoro 0 ... 90% UR, no condensa
Grado di protezione IP67

Alimentazione
Batterie 3 batterie 1.5V tipo AA
Autonomia 200 ore con batterie alcaline da 1800mAh
Corrente assorbita a strumento spento 20µA

Unità di misura
lux - fcd - µmol/m²·s - cd/m² - W/m² - µW/cm²
µW/lumen

Collegamenti
Ingresso modulo per sonde Connettore 8 poli maschio DIN45326

LC-10

Caratteristiche tecniche delle sonde fotometriche e radiometriche complete di modulo SICRAM da collegarsi in linea con lo strumento

Sonda di misura dell'ILLUMINAMENTO LP 471 PHOT	
Campo di misura (lux):	0.10...199.99 ...1999.9 ...19999 ...199.99-10³
Risoluzione (lux):	0.01 0.1 1 0.01-10³
Campo spettrale:	in accordo con curva fotopica standard V(λ)
α (coefficiente di temp.) f _α (T)	<0.05%K
Incertezza di calibrazione:	<4%
f ₁ (accordo con risposta fotopica V(λ)):	<6%
f ₂ (risposta come legge del coseno):	<3%
f ₃ (linearità):	<1%
f ₄ (errore sulla lettura dello strumento):	<0.5%
f ₅ (fatica):	<0.5%
Classe	B
Deriva ad un anno:	<1%
Temperatura di lavoro:	0...50°C
Norma di riferimento	CIE n°69 - UNI 11142

Sonda fotometrica per la misura dell'ILLUMINAMENTO, risposta spettrale in accordo a visione fotopica standard, diffusore per la correzione del coseno. Campo di misura: 0.10 lux...200-10³ lux.

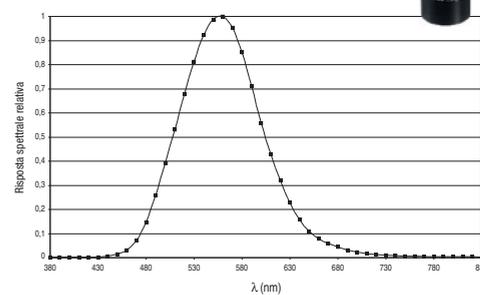


Sonda di misura della LUMINANZA LP 471 LUM 2	
Campo di misura (cd/m²):	1.0...1999.9 ...19999 ...199.99-10³ ...1999.9-10³
Risoluzione (cd/m²):	0.1 1 0.01-10³ 0.1-10³
Angolo di campo:	2°
Campo spettrale:	in accordo con curva fotopica standard V(λ)
α (coefficiente di temp.) f _α (T)	<0.05%K
Incertezza di calibrazione:	<5%
f ₁ (accordo con risposta fotopica V(λ)):	<8%
f ₄ (errore sulla lettura dello strumento):	<0.5%
f ₅ (fatica):	<0.5%
Classe	C
Deriva ad un anno:	<1%
Temperatura di lavoro:	0...50°C
Norma di riferimento	CIE n°69 - UNI 11142

Sonda fotometrica per la misura della LUMINANZA, risposta spettrale in accordo a visione fotopica standard, angolo di vista 2°. Campo di misura: 1.0 cd/m²...2000-10³ cd/m².



Curva di risposta tipica: per sonde LP 471 PHOT e LP 471 LUM 2



SPETTROFOTOMETRO

Marca: Konica Minolta
Modello: Illuminance spectrophotometer CL-500A



Specifications

Model name	Illuminance Spectrophotometer CL-500A
Illuminance meter class	Conforms to JIS C 1609-1: 2006 for General Class AA Illuminance Meters*1 Conforms to DIN 5032 Part 7 Class B
Spectral wavelength range	360 to 780 nm
Output wavelength pitch	1 nm
Spectral bandwidth	Approximately 10 nm (half bandwidth)
Wavelength precision	±0.3 nm (Median wavelengths of 435.8 nm, 546.1 nm, and 585.3 nm** as specified in JIS Z 8724)**3
Measuring range	0.1 to 100,000 lx (Chromaticity display requires at least 5 lx.)
Accuracy**4 **5 (Standard Illuminant A)	Ev: ±2% ±1 digit of displayed value xy: ±0.0015 (500 to 100,000 lx) xy: ±0.002 (5 to 10 lx)
Repeatability (2σ)**4 (Standard Illuminant A)	Ev: 0.5% + 1 digit xy: 0.0005 (500 to 100,000 lx) xy: 0.001 (100 to 500 lx) xy: 0.002 (30 to 100 lx) xy: 0.004 (5 to 30 lx)
Visible-region relative spectral response characteristics (f _v)	1.5% or less
Cosine response (f _c)	Ev: 3% or less
Temperature drift (f _T)	Ev: ±3% of displayed value Xy: ±0.003
Humidity drift (f _H)	Ev: ±3% of displayed value Xy: ±0.003
Measurement time	Super Fast Mode: Approximately 0.2 seconds (When connected to PC only) FAST Mode: Approximately 0.5 seconds SLOW Mode: Approximately 2.5 seconds Automatic exposure time setting (high accuracy mode): Approximately 0.5 to 27 seconds
Display mode	XYZ; X,Y,Z; Ev xy; Ev u'v'; dominant wavelength; excitation purity; Ev; Correlated color temperature; Δ uv; General color-rendering index (Ra); Special color-rendering indexes (Ri (i=1-15)); spectral graph; peak wavelength; Δ (XYZ); Δ (X,Y,Z); Δ (Ev xy); Δ (Ev u'v'); rank display; scotopic lux; S/P ratio; spectral irradiance
Other functions	Data memory: 100 items; user calibration (when connected to computer); continuous measurement; average measurement; delayed measurement; auto power off
Display languages	Japanese, English, Chinese
Interface	USB2.0
Power	Built-in lithium-ion battery *Possible operation time:6 hours operation (between full charges, for a new product); AC adapter; USB power bus
Operation temperature and humidity ranges	-10 to 40°C, relative humidity of 85% or less (at 35°C) with no condensation
Storage temperature and humidity ranges	-10 to 45°C, relative humidity of 85% or less (at 35°C) with no condensation
Dimensions	70 (W) x 165 (D) x 83 (H) mm
Weight	350 g

*1 "Section 7.6.3 Response Time" conforms when measurement speed mode is FAST.

*2 585.3 nm evaluation performed using substitute wavelength of 587.6 nm.

*3 Based on Konica Minolta test standards (5°C or less temperature change after zero calibration).

*4 Automatic exposure time setting (high accuracy) mode

*5 Linear for Ev (illuminance)

Appendix



LUMINANZOMETRO Minolta LS – 100



✓ CARATTERISTICHE TECNICHE

Sensore:	fotocellula al Silicio
Campo di misura:	in modalità "FAST": da 0.001 a 299.900 cd/m ² ; in modalità "SLOW": da 0.001 a 49.990 cd/m ²
Risposta spettrale:	± 2% della curva V(λ) di visione fotopica CIE (illuminante A, nell'intervallo 400 nm < λ < 760 nm)
Angolo di accettazione:	1°
Angolo di osservazione:	9°
Sistema ottico:	85 mm f/lente 2.8, sistema SLR (Single-Lens-Reflex) accessorio: lente "close – up"
Distanza di focalizzazione	da 1014 mm a ∞ da 205 mm a ∞ con lente "close – up"
Area di misura minima:	φ = 14.4 mm a 1014 mm di distanza φ = 1.3 mm a 205 mm di distanza con lente "close – up"
Interfaccia:	RS-232c standard
Peso:	850 g
Alimentazione:	batteria da 9V

Electronics	Sensor / Resolution File format PC-Interface	CMOS Canon APS-C with 5566(H) x 3706(V) 14 Bit RAW - data as uncompressed Bayer structure CR2 image file transfer via USB 2.0 to the PC																														
Measurement results	Luminance image resolution Dynamic resolution	2748(H) x 1834(V) Single measurement: 1:4000 High-Dyn measurement: 1:30000 (1/1000 s < t _i < 8 s)																														
Configuration	Selection of measuring range Measuring distance Focus Aperture values Focal length Viewing angle Exposure time	selecting aperture value, exposure time and ISO speed > ca. 280mm automatic focus / manual focus F4 - F11 (calibrated for luminance measurements) in 1/3 steps 17mm - 50mm stepless focal length 17mm: 65°(H) x 45°(V) focal length 50mm: 28°(H) x 19°(V) 30s - 1/1000s																														
Measurement	Light sensitivity (typical full scale)	<table border="1"> <tr> <td>aperture</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>ISO</td> <td>100</td> <td>1600</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>t_i = 0.001 s</td> <td>12 kcd/m²</td> <td>750 cd/m²</td> <td>90 kcd/m²</td> </tr> <tr> <td>t_i = 3.0 s</td> <td>4 cd/m²</td> <td>0.2 cd/m²</td> <td>30 cd/m²</td> </tr> </table>	aperture	4	4	11	ISO	100	1600	100	t _i = 0.001 s	12 kcd/m ²	750 cd/m ²	90 kcd/m ²	t _i = 3.0 s	4 cd/m ²	0.2 cd/m ²	30 cd/m ²														
aperture	4	4	11																													
ISO	100	1600	100																													
t _i = 0.001 s	12 kcd/m ²	750 cd/m ²	90 kcd/m ²																													
t _i = 3.0 s	4 cd/m ²	0.2 cd/m ²	30 cd/m ²																													
	V(λ)-matching	numerical transformation from R,G,B – sensor data 																														
	Integral spectral mismatch in % for several lamp types / spectra	<table border="1"> <tr> <td>Halogen metal discharge lamps</td> <td>2-9%</td> </tr> <tr> <td>High pressure sodium discharge lamp</td> <td>7-13%</td> </tr> <tr> <td>Fluorescent lamp</td> <td>8-10%</td> </tr> <tr> <td>LED white</td> <td>5-12%</td> </tr> </table>	Halogen metal discharge lamps	2-9%	High pressure sodium discharge lamp	7-13%	Fluorescent lamp	8-10%	LED white	5-12%																						
Halogen metal discharge lamps	2-9%																															
High pressure sodium discharge lamp	7-13%																															
Fluorescent lamp	8-10%																															
LED white	5-12%																															
	Calibration uncertainty ΔL in % Repeatability ΔL in % Uniformity ΔL in % Measuring uncertainty ΔL in % (standard illuminant A)	ΔL = 2.5% (standard illuminant A) ΔL = 0.5 ... 2% ΔL ± 2% (f ₂₂ ≤ 4%) <table border="1"> <tr> <td>Ti/Av</td> <td>4</td> <td>5,6</td> <td>8</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>1 ms</td> <td>6.6</td> <td>7.0</td> <td>7.2</td> <td>7.8</td> </tr> <tr> <td>2.5 ms</td> <td>5.0</td> <td>5.3</td> <td>5.5</td> <td>6.2</td> </tr> <tr> <td>25 ms</td> <td>4.8</td> <td>5.2</td> <td>5.4</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>0.25 s</td> <td>4.8</td> <td>5.2</td> <td>5.4</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>2.5 s</td> <td>4.8</td> <td>5.2</td> <td>5.4</td> <td>6.0</td> </tr> </table>	Ti/Av	4	5,6	8	11	1 ms	6.6	7.0	7.2	7.8	2.5 ms	5.0	5.3	5.5	6.2	25 ms	4.8	5.2	5.4	6.0	0.25 s	4.8	5.2	5.4	6.0	2.5 s	4.8	5.2	5.4	6.0
Ti/Av	4	5,6	8	11																												
1 ms	6.6	7.0	7.2	7.8																												
2.5 ms	5.0	5.3	5.5	6.2																												
25 ms	4.8	5.2	5.4	6.0																												
0.25 s	4.8	5.2	5.4	6.0																												
2.5 s	4.8	5.2	5.4	6.0																												
Operating data	Memory Operating system Software	SDHC card memory chip 16GB (ca. 21MB per image) Windows 10/8/7 LVIK LabSoft (monochrome luminance analysis software)																														