



MUNGILUX WORKING GROUP: TECHNICAL NOTES

4. QUALITÀ DELLA LUCE ARTIFICIALE IN SALA MUNGITURA (QUALITY OF ARTIFICIAL LIGHTING IN MILKING PARLOUR)

Per poter definire un'illuminazione "di qualità" è necessario valutare diversi aspetti della luce.

È importante che essa sia sufficientemente intensa dove serve, direzionata correttamente, con la giusta composizione cromatica, ma al contempo non sia percepita come abbagliante dall'uomo e dalla bovina. Una sala di mungitura illuminata secondo criteri di qualità garantisce un comfort visivo adeguato, permette di operare in sicurezza aumentando la produttività del lavoro e contribuisce al benessere delle bovine favorendo la produzione di latte.

La norma UNI EN 12464-1:2021 [1], oltre a indicare un livello minimo di illuminamento per le diverse aree del compito o di attività (vedi scheda tecnica 3), prevede un valore minimo di resa del colore e un limite massimo di abbagliamento per potere classificare l'illuminazione come di "qualità" (Tabella 1).

To define 'quality' lighting, several aspects of the light need to be assessed. It is important that the light is of sufficient intensity where it is needed, is correctly directed, has the right colour composition, but is not perceived as dazzling by both man and cow. Good quality lighting in the milking parlour provides adequate visual comfort, enables safe operation by increasing labour productivity and contributes to cow welfare by promoting milk production.

The UNI EN 12464-1:2021 [1] standard, in addition to specify minimum illuminance levels for different tasks or activities (see data sheet 3), also defines minimum colour rendering values and maximum glare limits for lighting to be considered of "quality" (Table 1).

Tabella 1. Livelli raccomandati dei parametri qualitativi

Parametri qualitativi	Abbreviazione	Livelli raccomandati
Indice di resa cromatica	R _a	≥ 80
Abbagliamento	UGR	≤ 25

Table 1. Recommended levels of quality parameters

Quality parameters	Abbreviation	Recommended levels
Colour rendering index	R _a	≥ 80
Glare	UGR	≤ 25





ASPETTO CROMATICO DELLA LUCE

L'aspetto cromatico della luce si riferisce al colore apparente della luce emessa dalla sorgente luminosa e viene definito dalla **temperatura di colore** (T_c), misurata utilizzando la scala Kelvin. Valori inferiori ai 3300 K indicano una luce più calda o rossastra, valori superiori a 5300 K indicano una luce più fredda o bluastro, mentre valori intermedi indicano una luce tendenzialmente biancastra (Tabella 2).

Tabella 2. Aspetto cromatico delle sorgenti luminose [2]

Aspetto cromatico	Temperatura di colore (T_c)
Caldo	<3300 K
Neutro	3300-5300 K
Freddo	>5300 K

In sala di mungitura, luce fredda o calda?

Indicativamente, una luce fredda aiuta l'operatore a mantenere elevata la soglia di attenzione, minimizzando il rischio di errori, e tende ad assecondare una miglior visione da parte delle bovine. Invece, per identificare anomalie nel latte, considerando il suo caratteristico colore bianco opalescente dato dal diverso indice di rifrazione dei grassi dispersi in emulsione rispetto a quello dell'acqua, sarebbe indicata una luce neutra che ne riprenda i toni cromatici. Ottimale, quindi, sarebbe poter differenziare le sorgenti luminose nelle diverse aree della sala, diversificando ad esempio l'illuminazione dei corridoi di accesso da quella della fossa e delle poste di mungitura. Di fatto, per motivi sia impiantistici/strutturali che di costo (non sempre le caratteristiche delle sorgenti luminose disponibili sul mercato sono tali da poter essere impiegate in sala di mungitura), ma soprattutto culturali (l'illuminazione della sala di mungitura è percepita spesso come poco importante), spesso questa differenziazione non viene presa in considerazione.

LIGHT APPEARANCE

The **colour appearance** of the light refers to the apparent colour of the light emitted by the light source and is defined by the **colour temperature** (T_c) measured on the Kelvin scale. Values below 3300 K indicate warmer or reddish light, while values above 5300 K indicate cooler or bluish light, while intermediate values indicate light that tends to be whitish (Table 2).

Table 2. Colour appearance of light sources [2]

Light appearance	Color temperature (T_{cp})
Warm	<3300 K
Neutral	3300-5300 K
Cold	>5300 K

In milking parlour, cold or warm light?

On the one hand, cold light would help the operator to maintain a high attention threshold, minimising the risk of error, and would help the cows to see better. On the other hand, in order to detect anomalies in the milk, given its opalescent white colour due to the different refractive index of the fats dispersed in the emulsion compared to that of water, a neutral light would be indicated that would pick up its hue. It would therefore be ideal to be able to differentiate the light sources in the different areas of the parlour, for example by differentiating the lighting of the access corridors from that of the pit and the milking stalls. In reality, this differentiation is not always possible, both for structural and cost reasons (the characteristics of the light sources available on the market are not always such that they can be used in the milking parlour) and for cultural reasons (the lighting of the milking parlour is often perceived as unimportant).



Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Iniziativa realizzata nell'ambito del Gruppo Operativo MUNGILUX cofinanziato dal FEASR
Operazione 16.1.01 "Gruppi Operativi PEI" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia.

Capofila del partenariato è l'Università degli Studi di Milano, realizzato con la collaborazione di
Azienda Agricola Fogliata Giacomo e Società Agricola Giacomelli Roberto Luigi Gianfranco.

Autorità di gestione del Programma: Regione Lombardia

INDICE DI RESA CROMATICA

Il colore di un oggetto è determinato dalla radiazione luminosa che esso riflette quando è illuminato. L'indice di resa cromatica (IRC) indica quanto una sorgente luminosa faccia apparire "naturali" i colori degli oggetti che illumina. L'IRC ha un valore compreso tra 0 (resa cromatica minima) e 100 (resa cromatica massima) corrispondente alla resa cromatica della luce naturale: quanto maggiore sarà l'IRC tanto più naturali risulteranno i colori degli oggetti (Figura 1). Il valore di IRC di una sorgente luminosa si determina con un metodo standard di calcolo che prevede di illuminare un set di 8 colori pastello di riferimento (R_1 - R_8) e di confrontare la resa del colore con quella ottenuta illuminando lo stesso set con una sorgente luminosa di riferimento (luce artificiale di tipo incandescente o luce naturale). In questo modo, tuttavia, quando una sorgente luminosa non ha uno spettro di emissione completo, i colori saturi potrebbero risultare carenti. Per superare questo limite, il set di colori di riferimento è stato ampliato introducendone altri 6, tra cui il rosso (R_9) e il blu (R_{12}), di tonalità satura (R_9 - R_{14}), e definendo un nuovo indice denominato IRC esteso (IRC_e).

Più recentemente, per rilevare i picchi spettrali delle sorgenti luminose a LED, è stato definito il sistema CQS (Color Quality Scale) che impiega un set di 15 colori di riferimento tutti saturi.

Per i locali adibiti ad attività di allevamento, in cui verosimilmente andrebbero comprese anche le sale di mungitura, la norma UNI EN 12464-1:2021 [1] fa riferimento ancora all'indice IRC, nonostante i suoi limiti, e indica per esso un valore minimo pari ad 80.

COLOUR RENDERING INDEX

The colour of an object is determined by the light waves it reflects when illuminated. The **colour rendering index (CRI)** indicates how 'natural' a light source makes the colours of the objects it illuminates appear. The CRI has a value between 0 (minimum colour rendering index) and 100 (maximum colour rendering index), corresponding to natural light: the higher the CRI, the more natural the colours of objects appear (Figure 1). The CRI value of a light source is obtained by a standard calculation method which involves illuminating a set of 8 reference pastel colours (R_1 - R_8) and comparing the colour rendering with that obtained by illuminating the same set with a reference light source (tungsten light or natural light). However, with this method, if a light source does not have a full emission spectrum, saturated colours may be lacking. To overcome this limitation, the set of reference colours was extended to include 6 more, including red (R_9) and blue (R_{12}) with a saturated hue (R_9 - R_{14}), defining a new index called Extended CRI (CRI_e).

More recently, the CQS (Colour Quality Scale) system has been defined to identify the spectral peaks of LED light sources, using a set of 15 reference colours, all of which are saturated.

For premises used for livestock farming, which would probably include milking parlours, standard EN 12464-1:2021 [1], despite its limitations, still refers to the CRI index and gives a minimum value of 80 for it.



Figura 1: Variazione della percezione del colore all'aumentare dell'IRC (R_1 - R_8).

Figure 1: Variation in colour perception as CRI increases (R_1 - R_8).



ABBAGLIAMENTO

L'**abbagliamento** è un disturbo transitorio della vista che si manifesta come una sensazione eccessiva di luce causata da valori elevati e/o da una distribuzione disomogenea di luminanza nel campo visivo. Si manifesta quando aree troppe luminose sono all'interno del campo visivo o quando il rapporto di contrasto è ridotto da riflessioni velanti.

L'abbagliamento può essere:

- **Diretto o molesto**, che deriva direttamente dalle sorgenti luminose come finestre e apparecchi di illuminazione. Per valutare il verificarsi dell'**abbagliamento molesto prodotto dalla luce diurna** si rimanda alla norma UNI EN 17037:2022 [2] (luce diurna negli edifici) che introduce il concetto di probabilità di abbagliamento da luce diurna (DGP). La DGP è definita da una formula empirica che tiene conto di alcune grandezze fisiche misurabili come, ad esempio, l'illuminamento all'altezza degli occhi, la luminanza del cielo e/o del sole vista attraverso una apertura, il numero di sorgenti di abbagliamento, ecc. I valori di DGP sono suddivisi in categorie, relative alla diversa percezione dell'abbagliamento. Con DGP inferiori a 0,35 l'abbagliamento non è percepito. Valori compresi tra 0,35 e 0,40 corrispondono ad un abbagliamento percepito, ma non fastidioso. Valori superiori a 0,40 fino a 0,45 indicano un abbagliamento fastidioso. Infine, valori maggiori di 0,45 definiscono un abbagliamento insopportabile.

Per valutare l'**abbagliamento molesto prodotto da luce elettrica**, invece, si utilizza l'indice unificato di abbagliamento UGR (Unified Glare Rating) definito nella norma UNI EN 12464:1-2021 [1]. L'indice UGR tiene conto della luminanza di sfondo (soffitto e pareti) e della somma dell'effetto di abbagliamento di ogni apparecchio luminoso collocato nel locale, relativi alla posizione dell'osservatore. L'UGR è compreso tra 10 (assenza di abbagliamento) e 30 (abbagliamento fisiologico considerevole) con valori distanziati di 3 unità (13, 16, 19, 22, 25, 28): più basso è il valore, minore è l'abbagliamento.

GLARE

Glare is a transient visual disturbance that manifests itself as an excessive light perception caused by excessive and/or uneven luminance distribution in the visual field. It occurs when there are too many bright areas in the field of view or when the contrast ratio is reduced by glare.

Glare can be:

- **Direct**, caused directly by light sources such as windows and luminaires. To assess the occurrence of **direct glare from daylight**, we refer to the UNI EN 17037:2022 [2] standard (daylight in buildings), which introduces the concept of daylight glare probability (DGP). The DGP is defined by an empirical formula that takes into account certain measurable physical quantities such as illuminance at eye level, luminance of the sky and/or sun seen through an opening, number of glare sources, etc. The DGP values are divided into categories that relate to different levels of glare perception. For DGP values below 0.35, glare is not perceived. Values between 0.35 and 0.40 correspond to glare that is perceived but not annoying. Values between 0.40 and 0.45 indicate annoying glare. Finally, values greater than 0.45 define intolerable glare.

On the other hand, the **Unified Glare Rating (UGR)**, defined in UNI EN 12464:1-2021, is used to assess the annoying glare produced by electric light. The UGR index takes into account the background luminance (ceiling and walls) and the sum of the glare produced by each luminaire in the room, relative to the position of the observer. The UGR ranges from 10 (no glare) to 30 (significant physiological glare) with values 3 units apart (13, 16, 19, 22, 25, 28): the lower the value, the less glare. The UGR is not defined for luminaires with an indirect lighting component of more than 65% (adjustable and/or wall-



**Regione
Lombardia**

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Iniziativa realizzata nell'ambito del Gruppo Operativo MUNGILUX cofinanziato dal FEASR
Operazione 16.1.01 "Gruppi Operativi PEI" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia.

Capofila del partenariato è l'Università degli Studi di Milano, realizzato con la collaborazione di
Azienda Agricola Fogliata Giacomo e Società Agricola Giacomelli Roberto Luigi Gianfranco.

Autorità di gestione del Programma: Regione Lombardia



L'UGR non è definito per apparecchi con una componente di illuminazione indiretta superiore al 65% (faretti regolabili e/o con montaggio a parete, superfici luminose molto piccole o molto grandi). In ambito zootecnico la norma UNI EN 112464-1 [2] stabilisce un valore massimo di UGR pari a 25 per i luoghi destinati all'utilizzo di macchinari e alla presenza di animali, comprendendo quindi anche le sale di mungitura.

- **Riflesso**, che è provocato dalla riflessione della luce su superfici e/o oggetti che hanno una elevata capacità riflettente. Nel caso delle sale di mungitura questo fenomeno potrebbe verificarsi in presenza di superfici metalliche lucide ed estese come ad esempio le culattiere parafeci, solitamente realizzate in acciaio inox.

Entrambi i tipi di abbagliamento descritti vanno evitati in quanto portano ad un affaticamento visivo, stress, difficoltà di concentrazione, riduzione della capacità di attenzione, aumento della probabilità di errore e diminuzione di rendimento.

L'abbagliamento in sala di mungitura può essere evitato, ad esempio, posizionando correttamente le lampade rispetto all'operatore, schermando opportunamente le sorgenti luminose (lampade e finestre) e opacizzando le culattiere parafeci (acciaio satinato).

SFARFALLIO

Un altro fenomeno da evitare è lo **sfarfallio**, ovvero una variazione visibile, rapida e intermittente del flusso luminoso della luce, che può essere provocato, ad esempio, da variazioni di carico nella rete elettrica non compensate dall'alimentatore, da una bassa qualità dell'alimentatore e dal processo di dimmerazione degli apparecchi luminosi. Lo sfarfallio può provocare affaticamento visivo e disagio oculare, distrazione o generare effetti fisiologici come le cefalee.

Per approfondimenti:

1. Norma UNI EN 12464-1:2011
2. Norma UNI EN 17037:2022

mounted luminaires, very small or very large light surfaces). In the zootechnical sector, UNI EN 112464-1 [1] sets a maximum UGR value of 25 for areas where machinery is used and animals are present, including milking parlours.

- **Reflected**, caused by the reflection of light from surfaces and/or objects with a high reflective capacity. In the case of milking parlours, this phenomenon can occur in the presence of shiny, large metal surfaces such as the chafing dishes, which are usually made of stainless steel.

Both types of glare should be avoided as they lead to visual fatigue, stress, difficulty concentrating, reduced attention span, increased likelihood of errors and reduced performance.

Glare in the milking parlour can be avoided by, for example, correct positioning of the lamps in relation to the operator, appropriate shielding of the light sources (lamps and windows) and opaque (satinised steel) chick-guard breeches.

FLICKER

Another phenomenon to be avoided is **flicker**, i.e. a visible, rapid and intermittent change in the luminous flux of light, which can be caused, for example, by load variations in the mains supply that are not compensated for by the ballast, by poor ballast quality and by the dimming of luminaires. Flicker can cause visual fatigue and eye discomfort, distraction or physiological effects such as headaches.

For further details:

1. Norma UNI EN 12464-1:2011
2. Norma UNI EN 17037:2022



Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Iniziativa realizzata nell'ambito del Gruppo Operativo MUNGILUX cofinanziato dal FEASR
Operazione 16.1.01 "Gruppi Operativi PEI" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia.

Capofila del partenariato è l'Università degli Studi di Milano, realizzato con la collaborazione di

Azienda Agricola Fogliata Giacomo e Società Agricola Giacomelli Roberto Luigi Gianfranco.

Autorità di gestione del Programma: Regione Lombardia