

Luce naturale e artificiale in sala di mungitura

Le condizioni ambientali e operative nelle sale di mungitura non sono sempre ottimali, sia per il benessere degli animali, sia per garantire una corretta esecuzione delle attività di mungitura da parte degli operatori, che devono poter lavorare in piena sicurezza. Spesso, la sala di mungitura rappresenta l'area dell'azienda agricola con la peggiore intensità luminosa durante l'intera giornata. Rispetto al settore industriale, infatti, le sale di mungitura sono frequentemente poco illuminate, e ciò può compromettere l'efficienza e l'efficacia della routine di mungitura, la capacità degli operatori di individuare tempestivamente cambiamenti patologici del latte o della mammella, e il benessere e la salute di animali e lavoratori.

La American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) sottolinea l'importanza dell'illuminazione nelle sale di mungitura, raccomandando un livello di illuminamento di 500 lx per garantire condizioni ottimali di visibilità durante le operazioni di pulizia dei capezzoli, per individuare eventuali anomalie nel latte e per applicare correttamente i gruppi di mungitura.

La norma UNI EN 12464-1:2021 definisce i requisiti minimi di illuminazione per i luoghi di lavoro interni. Secondo tale normativa, l'illuminazione deve essere differenziata e concentrata nelle aree in cui è previsto uno specifico compito visivo, inteso come l'insieme degli elementi che l'operatore deve poter distinguere in maniera corretta e chiara per svolgere le proprie attività. Per le sale di mungitura, l'illuminamento medio minimo (E) deve essere almeno di 200 lux, livello che può essere raggiunto mediante luce naturale, luce artificiale oppure una combinazione delle due.

Nell'ambito del Progetto MungiLUX: "Uso efficiente dell'illuminazione artificiale e sfruttamento intensivo della luce naturale nelle sale di mungitura", finanziato da Regione Lombardia con il FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, Misura 16 "Cooperazione", Sottomisura 16, abbiamo stimato il contributo della luce naturale all'illuminamento delle aree sede dei compiti visivi orizzontali del mungitore nella sala di mungitura di una delle aziende partner del progetto (Figura 1). Lo scopo era quantificare percentualmente, per differenza, quanta luce artificiale fosse necessaria per soddisfare i requisiti normativi (200 lx) della VTA₁ (pavimento sotto-mammella e gruppi di mungitura) e della VTA₄ (zona filtro latte) in corrispondenza degli orari abituali di mungitura (6:00 e 18:00), nel corso di un anno (marzo 2023 – febbraio 2024). Ulteriori simulazioni sono state realizzate ipotizzando di posticipare e/o anticipare le sessioni di mungitura per massimizzare il contributo della luce naturale. La simulazione è stata realizzata con il software illuminotecnico DIALux® Evo v. 12.1, tenendo conto delle condizioni meteorologiche reali (tempo soleggiato, nuvoloso, piovoso). Per ciascuna area sede del compito visivo del mungitore, il contributo della luce naturale all'illuminamento è stato simulato utilizzando punti di misura organizzati in una griglia, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12464-1:2021.

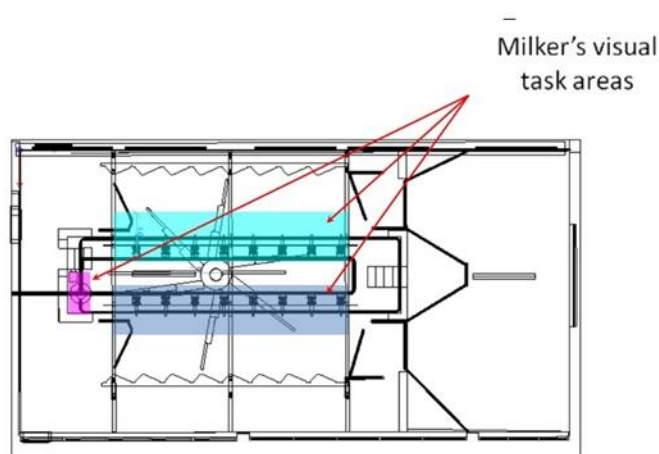


Figura 1. VTA₁ (in azzurro e blu) e VTA₄ (in rosa) della sala di mungitura a spina di pesce 8+8 poste.

I risultati delle simulazioni condotte negli orari abituali di mungitura (6:00 e 18:00), aggregati su base mensile, sono riportati in Tabella 1. Nonostante l'elevato rapporto (42%) tra le superfici delle finestre e del pavimento, la sala non riceve luce naturale quando la mungitura inizia alle 6:00. Anche nel periodo più favorevole (maggio-luglio), il contributo della luce naturale all'illuminamento delle VTA₁ e VTA₄ è trascurabile a causa

dell’orientamento dell’edificio (N-S). Durante la mungitura serale (ore 18:00), il contributo della luce naturale varia tra 0 e $134,5 \pm 10,0$ lux a seconda della stagione.

Tabella1. Illuminamento medio (lx) delle VTA₁ e VTA₄ dovuto alla luce naturale durante gli orari abituali di mungitura (6:00 e 18:00)

Anno	Mese	6:00		18:00	
		Media	Std	Media	Std
2023	3	-	-	16.8	20.9
	4	-	-	59.6	20.6
	5	1.9 ^b	0.5	86.7 ^a	48.9
	6	5.1 ^b	4.2	134.5 ^a	10.0
	7	6.6 ^b	5.8	88.4 ^a	44.8
	8	-	-	89.2	32.9
	9	-	-	-	23.4
	10	-	-	-	18.5
	11	-	-	-	-
	12	-	-	-	-
	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-

^{a,b}Valori con lettere apicali diverse sulla stessa riga indicano una differenza statisticamente significativa (p<0.05)

Ritardare, tra maggio e luglio, l’inizio della prima sessione di mungitura di 1 ora (7:00), 2 ore (8:00) e 3 ore (9:00) comporterebbe un aumento medio del contributo di luce naturale rispettivamente di oltre 4, 8 e 12 volte, anche se i livelli assoluti di illuminamento resterebbero comunque molto bassi (Figura 2). Anticipare, tra marzo e settembre, l’inizio della seconda sessione di mungitura di due ore (16:00) permetterebbe di soddisfare con luce naturale fino al 67% dell’illuminamento richiesto per le VTA₁ e VTA₄, favorendo il risparmio energetico (Figura 3).

I risultati delle simulazioni evidenziano che il contributo della luce naturale all’illuminamento delle aree sede del compito visivo del mungitore possa potenzialmente aumentare gestendo opportunamente l’orario di inizio delle sessioni di mungitura mattutine e/o serali. Anche se va ricordato che i principali fattori che influenzano l’apporto di luce naturale all’interno degli ambienti zootecnici, come le sale di mungitura, sono l’orientamento dell’edificio rispetto all’asse eliotermico (E-O) e il rapporto tra la superficie finestrata e quella calpestabile, noto come WFR (Window to Floor Ratio).

Un edificio orientato lungo l’asse E-O consente di sfruttare in modo più efficiente la luce solare diretta e diffusa nelle diverse ore del giorno e nelle varie stagioni. In questo modo si ottiene una distribuzione della luce più omogenea, si minimizzano abbagliamenti e zone d’ombra, e si può contribuire a ridurre il fabbisogno di illuminazione artificiale, soprattutto nelle ore mattutine. Il WFR, invece, rappresenta un indicatore chiave per valutare la quantità potenziale di luce naturale che può penetrare negli ambienti interni. Un WFR troppo basso limita drasticamente l’apporto luminoso, mentre un valore troppo elevato può provocare surriscaldamenti o abbagliamenti, se non opportunamente gestito.

Per massimizzare l’efficacia della luce naturale, tuttavia, non è sufficiente considerare solo l’orientamento e le dimensioni delle aperture. È fondamentale adottare un approccio integrato di progettazione, che tenga conto anche della geometria degli spazi (altezza utile, profondità), dei materiali riflettenti o assorbenti delle superfici interne (pareti, pavimenti, soffitti), della tipologia e posizione delle aperture (verticali, zenitali, continue, frangisole), e dei sistemi di controllo attivo e passivo della luce (schermature mobili, vetri selettivi, sensori di luminosità integrati con l’illuminazione artificiale). Questi elementi, se progettati in modo sinergico, garantiscono un apporto adeguato e uniforme di luce naturale, un miglior comfort visivo per operatori e animali, una riduzione dei consumi energetici e il rispetto dei requisiti normativi (UNI EN 12464-1:2021).

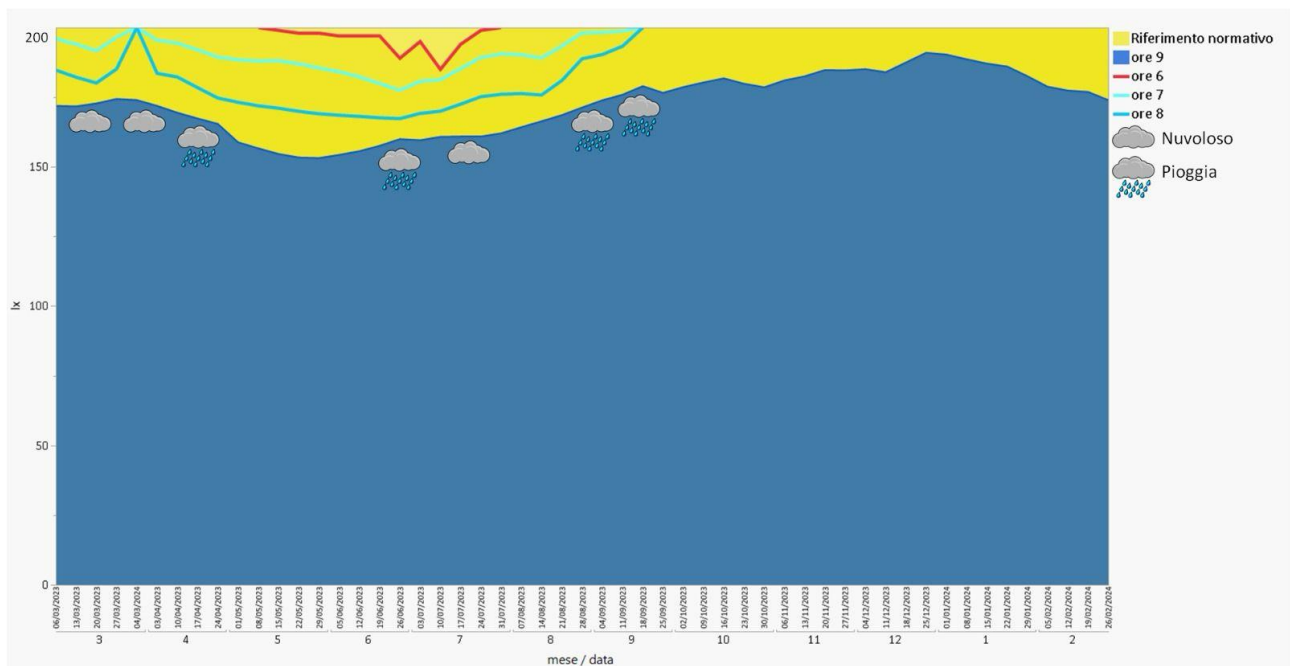


Figura 2. Nella sala di mungitura oggetto di studio, il maggior contributo della luce naturale al soddisfacimento dei requisiti normativi (200 lx) si otterrebbe posticipando l'inizio della prima sessione di mungitura alle ore 9:00 (massima estensione dell'area gialla del grafico). Le linee blu chiaro, azzurra e rossa, invece, delimitano il contributo della luce naturale quando la mungitura inizia rispettivamente alle ore 8:00, 7:00 e 6:00. Si noti come all'ora abituale di inizio della mungitura (ore 6:00, linea rossa) il contributo della luce naturale sia di fatto nullo. In queste condizioni, l'illuminamento della sala di mungitura può essere realizzato esclusivamente con luce artificiale.

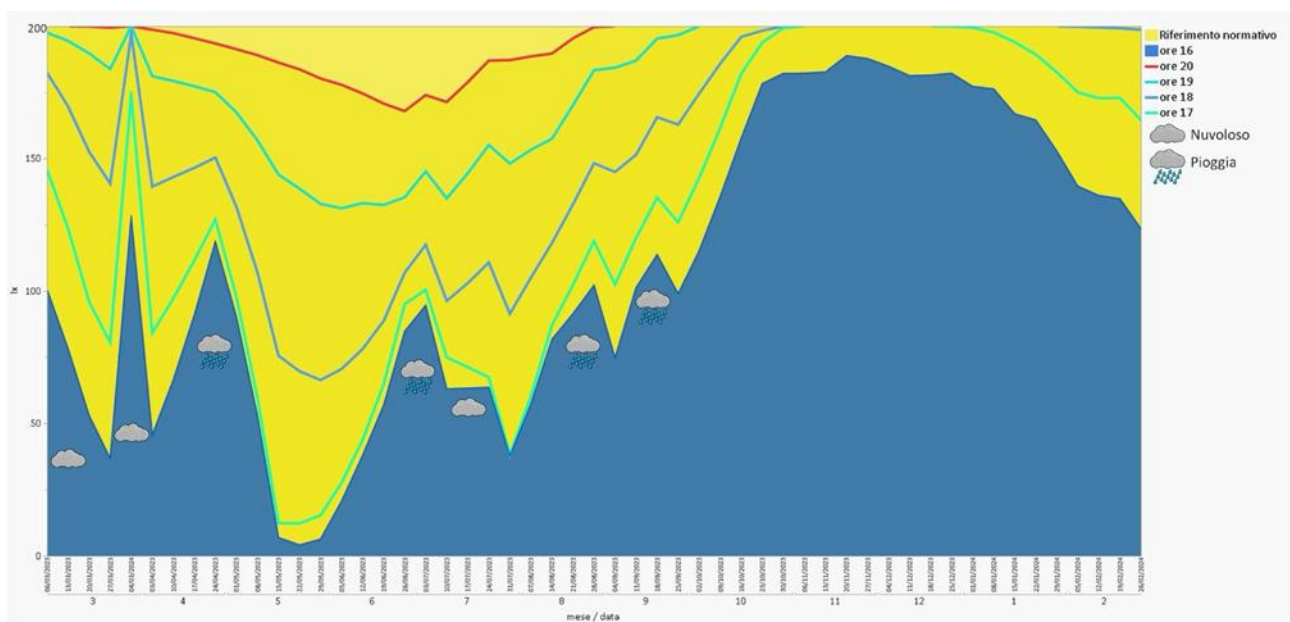


Figura 3. Il maggior sfruttamento della luce naturale durante la seconda sessione di mungitura si otterrebbe anticipando la sessione di lavoro alle ore 16:00 (massima estensione dell'area gialla). Dalle ore 17:00 alle ore 20:00, invece, aumenta progressivamente la necessità di utilizzare luce artificiale per raggiungere i 200 lx previsti dalla norma UNI EN 12464-1:2021 per illuminare le aree sede dei compiti visivi del mungitore.