



MISURA 16 – “COOPERAZIONE” - SOTTOMISURA 16.1
“Sostegno per la costituzione e la gestione dei Gruppi Operativi del PEI in
materia di produttività e sostenibilità dell’agricoltura”
OPERAZIONE 16.1.01 – “Gruppi Operativi PEI”
Focus area - 2A

Progetto

**Sistema di Gestione integrata dell’Ambiente nelle
stalle da LATte per migliorare il benessere e la
produttività delle bovine – GALA**



Relazioni sintetiche dei tre prototipi



Sommario

1. Società Agricola Eredi Merigo: Cascina S. Francesco	3
1.1 descrizione dell'azienda.....	3
1.2 prototipo installato	4
2. Società Agricola Berticelli Luigi S.S.....	7
2.1 Descrizione dell'azienda	7
2.2 Prototipo installato	8
3. Cekfarm S.S. Agricola.....	11
3.1 descrizione dell'azienda.....	11
3.2 Prototipo installato	12

1. Società Agricola Eredi Merigo: Cascina S. Francesco

1.1 descrizione dell'azienda

La Cascina S. Francesco è un allevamento di bovini da latte gestita dalla Società Agricola Eredi Merigo. L'azienda è situata nel Comune di Casaletto Vaprio (CR) ed ha una mandria di circa 115 vacche da latte di razza Frisona Italiana in lattazione. L'azienda dispone di un sistema di stabulazione libera con stalle libere. L'edificio monitorato è orientato NE-SO sul lato lungo dell'edificio, con la corsia di alimentazione situata sul lato SO (Figura 1). Sono presenti tende ombreggianti per proteggere il mangime e gli animali dalle radiazioni solari. La struttura della stalla presenta aperture su tutti i lati (Figura 2), tetto con materiali isolanti e apertura di colmo. La stalla è dotata di un sistema di ventilazione forzata sopra la zona di riposo e di irrigatori sopra la zona di alimentazione (questi ultimi sono stati installati a luglio 2021). La sezione monitorata della stalla ha tre file di cuccette a buca con solido separato come lettiera. Ha una superficie totale di 912 m² e ospita circa 115 vacche in lattazione. Il mangime viene distribuito una volta al giorno, intorno alle 8:30. Le vacche vengono munte due volte al giorno (alle 8:00 e alle 20:00) e l'intera routine di mungitura dura circa 2 ore. La produzione di latte non viene registrata automaticamente e viene registrata giornalmente solo la produzione di latte totale dell'intera mandria. La resa e la qualità del latte individuale sono rilevate mensilmente da ARAL. Le registrazioni degli eventi sanitari e i dati relativi agli eventi nella sezione monitorata (ad es. pulizia o visite veterinarie) vengono registrati manualmente dall'azienda. A scopo di confronto, nell'ambito di questo progetto è stato utilizzato un sistema accelerometrico commerciale basato su collare (Allflex® HTPro, C-sense™, SCR Engineers Ltd., Netanya, Israele) e montato su 60 vacche nell'aprile 2021. Il sistema classifica 6 comportamenti che si escludono a vicenda: ruminare, mangiare, respirare pesantemente, bassa attività/riposo, media attività e alta attività. Il fornitore ha fornito i dati orari, consentendo il confronto con i dati raccolti dal sistema GALA.



Figura 1. Immagine satellitare della Cascina S. Francesco con evidenziata in blu la sezione monitorata e in giallo la stazione meteorologica.



Figura 2: foto della struttura della stalla monitorata della Cascina S. Francesco.

1.2 prototipo installato

L'installazione iniziale è avvenuta tra aprile e agosto 2021. La struttura della stalla ha consentito l'installazione di tutti i tipi di nodi sensore che facevano parte del sistema GALA (vedi tabella 1). Otto nodi sensore N1 (temperatura, umidità relativa, luce) sono stati installati in varie posizioni della stalla (Figura 3), avendo cura di coprire l'intera area della stalla (da NE a SO), oltre a coprire diverse aree all'interno della stalla. Pertanto, due nodi N1 (di cui uno dotato di sensore di globotermometro) sono stati posizionati al di sopra della corsia di alimentazione, quattro nodi N1 (di cui due con sensori di globotermometro) sono stati posizionati al di sopra delle due file centrali di cuccette e due nodi N1 (uno con globotermometro) sono stati posizionati in corrispondenza della linea esterna delle cuccette. Due nodi sono stati posizionati vicino agli abbeveratoi, dove si prevedeva un'umidità maggiore. La posizione dei nodi N1 consente di ottenere una buona rappresentazione della variazione climatica all'interno della stalla. Ciò consente non solo di calcolare valori medi affidabili per l'intera stalla, ma può anche essere utilizzato per indicare aree specifiche in cui le condizioni climatiche non sono ottimali. I nodi N1 sono stati montati sui pilastri in acciaio della stalla con dei magneti (figura 4 a e b). L'utilizzo dei magneti facilita la rimozione dei sensori per la pulizia e l'ispezione. I sensori sono stati montati ad un'altezza di ca. 2,5 m, appena fuori dalla portata delle bovine. I sensori sulle colonne esterne sono stati montati all'interno della stalla con l'obiettivo di evitare l'esposizione diretta alla luce solare.

Per misurare le portate d'acqua di abbeverata sono stati installati sensori N3 in ognuna sulle tubazioni di alimentazione dei singoli abbeveratoi (4 in totale; figura 4 g), posizionati inizialmente sotto ogni abbeveratoio. Nell'ottobre 2021 è stato installato un quinto sensore N3 anche in corrispondenza del tubo che alimenta l'acqua delle doccette. Il sensore è posizionata all'estremità NE dell'area di alimentazione, ad un'altezza di circa 3 m (figura 4 j).

I quattro sensori N4 (lettiera) sono state distribuiti lungo la lunghezza della stalla (2 sul lato NE e 2 sul lato SO) e tra le diverse linee delle cuccette (2 nelle linee centrali e 2 sulla linea esterna). I sensori N4 sono stati posizionati nella parte centrale delle cuccette (Figura 4 e) sfruttando l'alveatura del riempimento delle cuccette e ricoprendolo da uno strato di lettiera (circa 10 cm).

I due sensori N5 (qualità dell'aria e suono) sono stati posizionati centralmente (1 sul lato NE e 1 sul lato SO). Poiché questi sensori erano un po' più larghi della colonna, sono stati prima fissati su una piastra in acciaio, che è stata poi fissata con viti sulle colonne in acciaio ad un'altezza di 3 m (figura 4 d).

Anche le 3 posizioni dei sensori N6 (velocità dell'aria) sono state definite in modo da essere rappresentative della stalla: 1 al centro, uno sul lato NE e uno sul lato SO. I sensori N6 sono stati montati a un'altezza di circa 3 m dal piano delle bovine, su un palo orizzontale in acciaio fissato alle colonne (figura 4 c).

Come i sensori N5, le due telecamere conta mosche sono state posizionate centralmente nella stalla, una sul lato NE e una sul lato SO. Il pannello giallo (su cui vengono rilevate le mosche) è stato fissato all'estremità di un grosso palo di acciaio e la telecamera è stata fissata sullo stesso palo ad una distanza di circa 1 m dalla piastra (figura 4 i). Questi pali sono stati fissati alle colonne d'acciaio della struttura.

Il sistema di videoregistrazione è stato realizzato con due telecamere posizionate centralmente sopra le mangiatoie. Sono state orientate in modo che le immagini si sovrapponevano leggermente. Le posizioni sono state scelte per ridurre al minimo la sovrapposizione, pur coprendo l'intera superficie della stalla. Le telecamere sono state fissate sulle colonne in acciaio appena sotto il tetto per garantire la visione dell'intera area occupata dagli animali (figura 4 f).

La centralina (con gateway interno) è stata posizionata centralmente sopra la rastrelliera su una colonna verso l'esterno in modo da potervi accedere (per ispezione o manutenzione) senza entrare nella stalla. È stata fissata ad un'altezza di circa 3 m per evitare danni causati dagli animali, irrigatori o veicoli di passaggio (figura 4h). La stazione meteorologica è stata installata in un campo a ca. 50 m dalla stalla, montata su un palo cementato nel terreno e controventato (figura 4 h).

Nel luglio-agosto 2021 i 60 sensori N2 fissati su collari sono stati montati su vacche che avevano già un collare di Allflex (figura 5). Questa selezione è stata fatta per poter successivamente confrontare i due sistemi. Il montaggio è stato effettuato bloccando brevemente le vacche in rastrelliera e legando il collare.

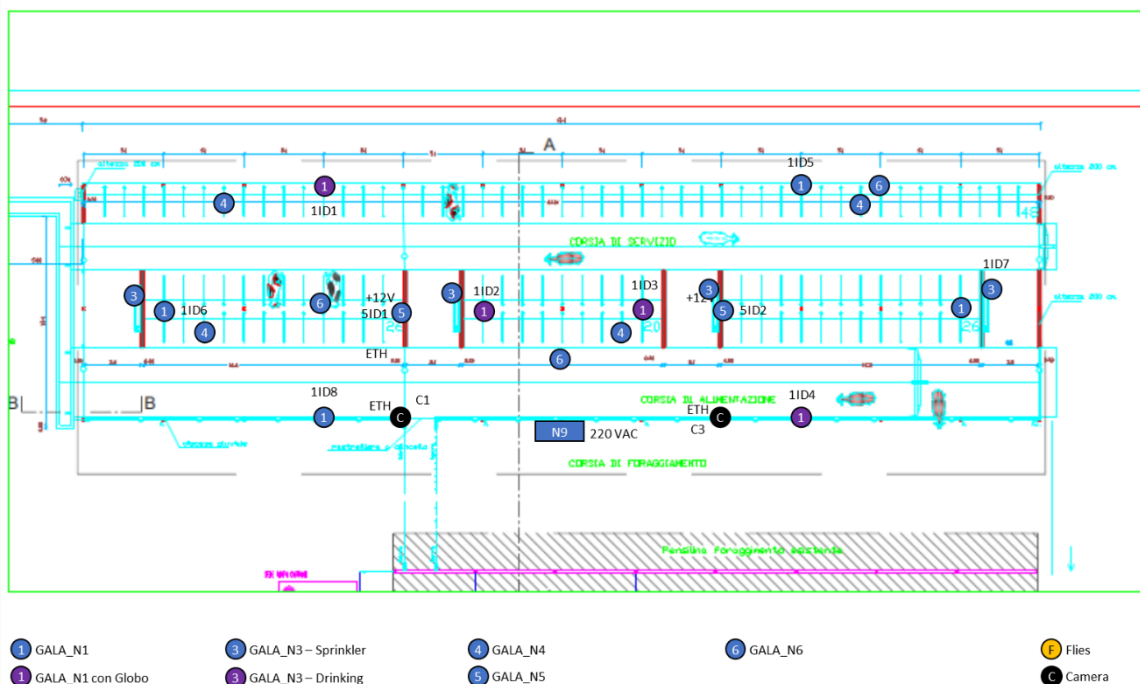


Figura 3. Schema dell'installazione presso Cascina S. Francesco (Merigo) dei diversi sensori. N1: temperatura, umidità e illuminamento; N1 con Globo: come N1 con Globotermometro; N3: contatore di acqua; N4: umidità e temperatura della lettiera; N5: concentrazione NH₃, CO₂, H₂S e pressione sonora; N6 velocità dell'aria.



Figura 4: Installazione dei sensori presso Cascina S. Francesco. a: sensore N1, b: retro del sensore N1 con magneti, c: sensore N6, d: sensore N5 (aperto), e: sensore N4, f: telecamera, g: sensore N3 (per acqua potabile), h: centraline (aperto), i: camera conta mosche, j: sensore N3 (per le doccette), k: stazione meteorologica con gateway esterno.



Figura 5: I sensori N2 montati sulle vacche. A sinistra: una vacca che indossa un sensore con la protezione originale che consisteva in diversi strati di nastro adesivo e un'etichetta bianca per identificare il numero del sensore. Al centro: protezione successiva, realizzata in gomma termorestringente per adattarsi perfettamente alla scatola del sensore. I numeri erano scritti sulla gomma con un pennarello bianco. A destra: una vacca che indossa un sensore con protezione in gomma, oltre a un sensore commerciale (Allflex® HTPro, C-sense™, SCR Engineers Ltd., Netanya, Israele).

2. Società Agricola Berticelli Luigi S.S.

2.1 Descrizione dell'azienda

La Società Agricola Berticelli Luigi S.S. possiede un allevamento di bovini da latte con 175 vacche da latte Holstein italiane in lattazione. L'azienda è situata nei pressi del comune di Vailate (CR) e presenta un sistema di stabulazione libera con cuccette. La sezione monitorata ha un orientamento NO-SE sul lato lungo, con una corsia di alimentazione situata sul lato NO (Figura 6). Sono presenti pareti laterali sul lato della corsia di alimentazione e sui due lati corti (Figura 7). La stalla è dotata di un sistema di ventilazione forzata sopra la zona di riposo e di irrigatori sopra la zona di alimentazione. La sezione monitorata della stalla ha due file di cuccette e una superficie totale di 1797 m². In quest'area sono ospitate 120 vacche in lattazione. Le bovine possono usufruire di un paddock esterno di 309 m². La razione viene distribuita due volte al giorno da maggio a settembre (alle 7:00 e alle 18:00) e una volta al giorno nella stagione più fredda (da ottobre ad aprile, alle 7:00). Le vacche vengono munte due volte al giorno (alle 3:00 e alle 15:00) con una routine di mungitura che dura circa 1 ora per sessione. L'allevamento utilizza un sistema accelerometrico basato su collare commerciale (Afimilk, Agricultural Cooperative Society Ltd., Kibbutz Afikim, Israele) per registrare il comportamento delle vacche (attività, alimentazione e ruminazione), la produzione di latte individuale. I dati comportamentali sono stati registrati ad intervalli orari, consentendo il confronto con i dati raccolti dal sistema GALA. La resa e la qualità del latte individuale sono anche rilevate mensilmente da ARAL.



Figura 6. Immagine satellitare della Società Agricola Berticelli Luigi S.S. con evidenziata in blu la sezione monitorata e in giallo la stazione meteorologica.



Figura 7: Interno della struttura della stalla dell'azienda Società Agricola Berticelli Luigi S.S.

2.2 Prototipo installato

L'installazione iniziale è avvenuta tra maggio e ottobre 2021.

Analogamente all'installazione presso Cascina S. Francesco, i sensori sono stati installati in modo da ottenere una buona rappresentatività (Figura 8). Le posizioni dei sensori N1 sono state distribuite su tutta la lunghezza della stalla, 4 sul lato NO (di cui 2 con globotermometro) e 4 sul lato SE (di cui 2 con globotermometro). Poiché la stalla non aveva colonne in acciaio, si è deciso di installare pali in acciaio sulle piantane delle cuccette e di fissare 6 sensori N1 su questi pali (Figura 9 a). Gli altri due sensori N1 sono stati fissati su una piastra in acciaio all'estremità di un palo fissato alle travi della stalla, insieme ad altri sensori (N5 e N6; figure 9c e d).

Le cuccette a fondo pieno non hanno consentito di installare i sensori N4 senza lavori di muratura che avrebbero compromesso il fondo delle cuccette. Quindi in questa struttura non sono stati utilizzati questi sensori.

Per quanto riguarda il consumo di acqua di abbeverata, è stato rilevato come il collegamento delle tubazioni aziendali è stato configurato ad anello per garantire un maggior equilibrio della pressione nei diversi punti di prelievo. Dato che questi includevano anche strutture aziendali diverse da quella monitorata, il dato che si poteva ottenere non era specifico e di scarsa utilità. Per questo non è stato installato il sensore N3 previsto.

Invece il sensore N3 per rilevare l'uso dell'acqua delle doccette, che utilizza una tubazione separata, è stato posizionato sulla parete NO installando il relativo contatore lanciaimpulsi (figura 9 g).

Come nella Cascina S. Francesco, i sensori N5 sono stati posizionati in due punti della stalla. Poiché questi sensori richiedono l'alimentazione di rete dato che il loro consumo è troppo elevato per una alimentazione a batteria, sono state realizzate delle strutture di sostegno e per il passaggio dei cavi utilizzando una barra passacavi fissata alle travi della copertura della stalla (figura 9c e d). Questo supporto è stato sfruttato anche per i sensori N1 e N6.

Gli altri due sensori N6 sono stati distribuiti nella stalla, 1 posizionato sopra la rastrelliera (figura 9 e) e uno posizionato sopra le cuccette. Un sensore N6 è stato montato sullo stesso palo in acciaio di un sensore N1 (appena sopra il sensore N1; figura 9b).

Poiché l'area monitorata in questa azienda agricola era più ampia rispetto a Cascina S. Francesco, sono state installate quattro telecamere. Come in Cascina S. Francesco, le telecamere erano posizionate centralmente e leggermente sovrapposte. Le posizioni sono state scelte per ridurre al minimo la sovrapposizione, pur coprendo l'intera superficie della stalla. Le telecamere sono state fissate alle travi della struttura per garantire la visuale di tutta la stalla (figura 9 h e 9 i).

Il previsto montaggio del sistema per contare le mosche non è stato effettuato dopo le esperienze non positive svolte nelle altre stalle.

La centralina N9 con il gateway interno è stata fissata su una parete NE (più lunga) all'esterno dell'area monitorata, fuori dalla portata di animali e veicoli (figura 9 f).

La stazione meteorologica è stata installata al bordo di un appezzamento a ca. 120 m dalla stalla, su un palo fissato a terra (figura 9 j).

Da luglio a ottobre 2021 i 60 sensori N2 fissati sui collari sono stati montati sulle bovine preferendo quelle all'inizio della lattazione.

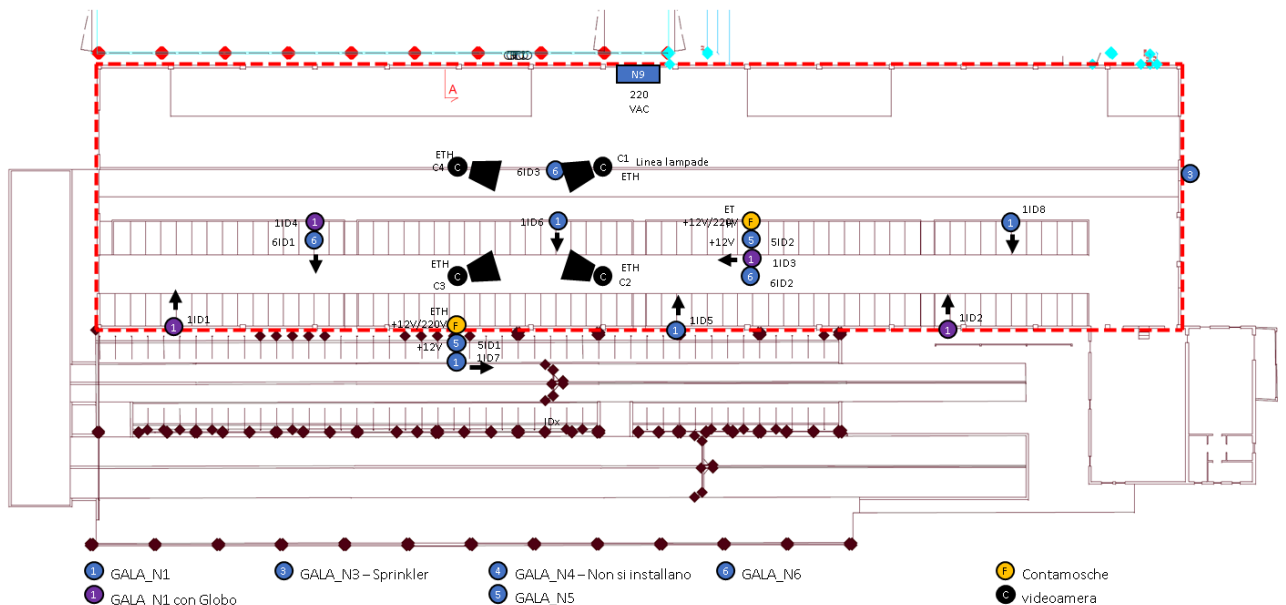


Figura 8. Schema dell'installazione presso Società Agricola Berticelli Luigi S.S. dei diversi sensori. N1: temperatura, umidità e illuminamento; N1 con Globo: come N1 con Globotermometro; N3: contatore di acqua; N4: umidità e temperatura della lettiera; N5: concentrazione NH3, CO2, H2S e pressione sonora; N6 velocità dell'aria.

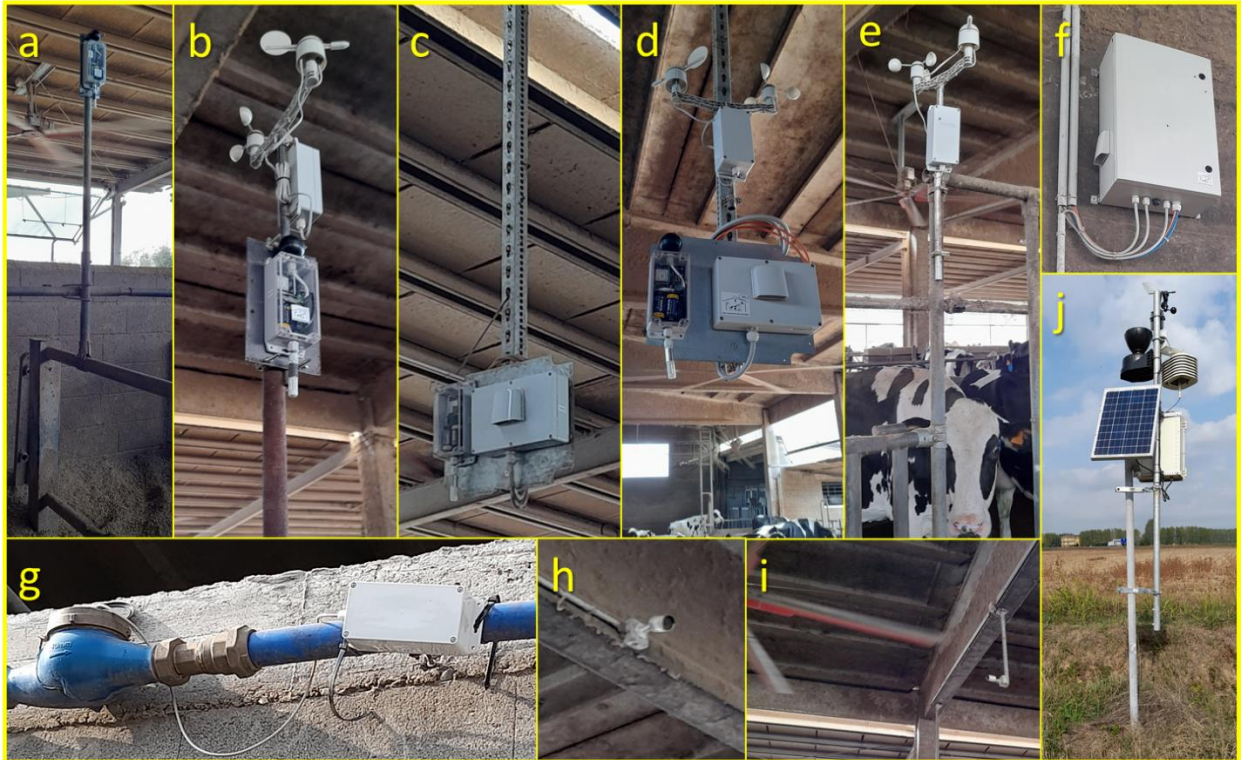


Figura 9: i sensori installati presso la Società Agricola Berticelli Luigi S.S. a: sensore N1 su palo in acciaio, b: sensori N1 e N6 su palo in acciaio, c: sensore N1 e N5 fissato su palo in acciaio con piastra metallica appeso al soffitto, d: sensori N1, N5 e N6 fissati su un palo in acciaio con piastra metallica appesa al soffitto, e: sensore N6 attaccato al palo fissato sull'alimentatore, f: centralina (gateway interno), g: sensore N3 per misurare i volumi di acqua di raffreddamento, h: telecamera fissata a soffitto, i: telecamera 3 fissata su palo appeso al soffitto, j: stazione meteorologica con il gateway esterno.

3. Cekfarm S.S. Agricola

3.1 descrizione dell'azienda

Cekfarm S.S. Agricola è un allevamento di bovini da latte con 300 vacche da latte Holstein italiane in lattazione. L'azienda è situata nel comune di Camisano (CR) e presenta un sistema di stabulazione libera a cuccette. La sezione monitorata è orientata NE-SO sul lato lungo, con la corsia di alimentazione orientata SO (Figura 10). Sono presenti tende ombreggianti mobili per proteggere l'alimento e gli animali dalle radiazioni solari. La stalla è stata costruita nel 2018. È completamente aperta su tutti i lati ma è affiancata a un'altra struttura a Nord. Il tetto è isolato con cupolino centrale (figura 11). La stalla è dotata di un sistema di ventilazione forzata sopra la zona di riposo e di sistema di raffrescamento (doccette e ventilatori) sopra la zona di alimentazione. La sezione monitorata ha due file di cuccette e una superficie totale di 2121 m². In media, in quest'area sono stabulate 145 vacche in lattazione. L'alimento viene distribuito due volte al giorno, alle 9:00 e alle 17:00. Le vacche vengono munte due volte al giorno (alle 4:00 e alle 16:00) con una routine di mungitura che dura circa 1 ora per sessione. Viene utilizzato un sistema con accelerometri commerciale "Boumatic real time activity" (Boumatic, Madison, WI, USA) la cui installazione è stata completata nel 2021. Questo sistema registra il comportamento delle vacche (attività, alimentazione e ruminazione) e la produzione di latte individuale. I dati comportamentali sono stati registrati con cadenza giornaliera, consentendo il confronto con i dati raccolti dal sistema GALA. La resa e la qualità del latte individuale sono state testate mensilmente da ARAL. I dati sanitari non sono stati registrati in modo coerente e quindi non sono stati utilizzati nelle successive elaborazioni.



Figura 10. Immagine satellitare di Cekfarm S.S. Agricola con evidenziata in blu la zona mointorata e in giallo la stazione meteorologica.



Figura 11: Foto della struttura della struttura Cekfarm S.S. Agricola.

3.2 Prototipo installato

L'installazione è avvenuta tra luglio e ottobre 2021. La struttura della stalla ha consentito l'installazione di tutti i tipi di sensori che facevano parte del sistema GALA (vedi tabella 1). Come negli altri allevamenti, le posizioni dei sensori sono state scelte per ottenere una buona rappresentatività dell'intera stalla (Figura 12).

I sensori N1 sono stati distribuiti su tutta la lunghezza della stalla, 4 sul lato NE (di cui 2 con globotermometro) e 4 sul lato SO (di cui 2 con globotermometro). I sensori sulla linea a nord della stalla sono stati montati sui pilastri di acciaio con magneti, come è stato fatto anche a Cascina S. Francesco, ad un'altezza di 2,5 m dal piano degli animali (Figura 13 a). Per l'installazione di altri 3 sensori N1 è stata utilizzata una metodologia simile a quella utilizzata presso la Società Agricola Berticelli Luigi S.S., ovvero sono stati fissati pali in acciaio lunghi 3 m alla struttura delle cuccette e i sensori sono stati fissati a questi pali con fascette in plastica. In una fase successiva sono state predisposte delle piastre di acciaio fissate ai pali e i sensori installati con magneti. Un sensore N1 è stato fissato a una struttura in acciaio che sosteneva anche la camera conta mosche e un sensore N5 e N6 e che era posizionata sopra le cuccette in prossimità di un abbeveratoio (figura 13 c). I nodi del sensore N1 erano rivolti all'interno della stalla con l'obiettivo di evitare l'esposizione diretta alla luce solare.

Per quanto riguarda il consumo di acqua di abbeverata, è stato installato un contatore lanciainpulsu su tubo che porta l'acqua a tutti gli abbeveratoi della stalla monitorata, in un pozzetto all'esterno della stalla. Il sensore N3 relativo è stato installato sulla parete esterna della stalla (figura 13 k). Due sensori N3 che misuravano la temperatura dell'acqua potabile sono stati posizionati in corrispondenza degli abbeveratoi con la sonda temperatura immersa nella vaschetta dell'abbeveratoio (figura 13 h). Un ulteriore sensore N3 è stato collegato alla tubazione che porta l'acqua alle doccette, all'estremità SE della rastrelliera, ad un'altezza di circa 3 m (figura 13 i).

I sensori N4 sono stati installati posizionando il nodo sui pilastri di acciaio e la sonda nelle cuccette. In questa stalla, la mancanza di un supporto alveolare al materiale di lettiera ha reso instabile il posizionamento della sonda e di conseguenza gli animali hanno potuto raggiungere il cavo di collegamento con la conseguente rottura dello stesso. Pertanto, i rilievi hanno riguardato pochi giorni. LA misura risulta fattibile, ma richiede un intervento anche murario intervenendo direttamente sulle cuccette, che non è stato effettuato.

Come negli altri allevamenti, i sensori N5 sono stati posizionati in punti centrali della stalla. Uno è stato montato su una colonna esterna in acciaio con magneti (figura 13 e) e l'altro è stato fissato con magneti a una piastra in acciaio fissata sulla struttura in acciaio insieme conta mosche, ai sensori N1 e N6 (figura 13 c).

I 3 sensori N6 sono stati posizionati lungo la linea centrale delle cuccette, uno al centro, uno sul lato NO e uno sul lato SE. Uno è montato sulla citata struttura che ospita anche N1 e N5. Gli altri 2 sensori N6 sono stati fissati sui pali in acciaio che sostenevano anche i sensori N1 (appena sopra il sensore N1; figura 13 b).

I conta mosche sono state posizionati nello stesso punto dei sensori N5 (figura 4 i e figura 13 c).

Sono state installate 4 telecamere per la videoregistrazione. Due telecamere sono state posizionate nella zona centrale della stalla sui pilastri del lato nord. Sono state fissate ai pilastri, appena sotto il tetto per massimizzare l'inquadratura (figura 13 f). Le altre due telecamere sono state montate sui pilastri all'esterno della zona di stabulazione negli angoli NO e SE (figura 13 g).

La centralina (gateway interno) è stata montata su un pilastro nella zona centrale della stalla, in modo da garantire una buona ricezione dai sensori installati (figura 13 d).

La stazione meteorologica è stata installata in un campo a ca. 100 m dal fienile, utilizzando lo stesso metodo descritto per la Società Agricola Berticelli Luigi S.S. (figura 13 i).

Da luglio a ottobre 2021 i 60 sensori N2 fissati sui collari sono stati montati su sulle bovine, preferendo quelle all'inizio della lattazione.

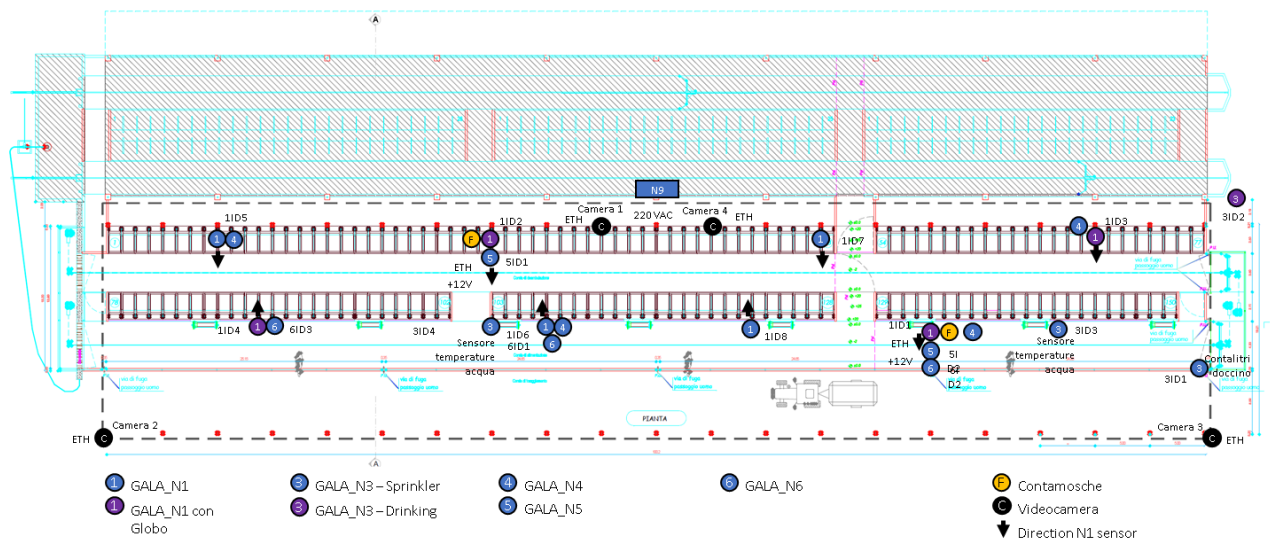


Figura 12. Schema dell'installazione presso Cekfarm S.S. Agricola dei diversi sensori. N1: temperatura, umidità e illuminamento; N1 con Globo: come N1 con Globotermometro; N3: contatore di acqua; N4: umidità e temperatura della lettiera; N5: concentrazione NH3, CO2, H2S e pressione sonora; N6 velocità dell'aria.

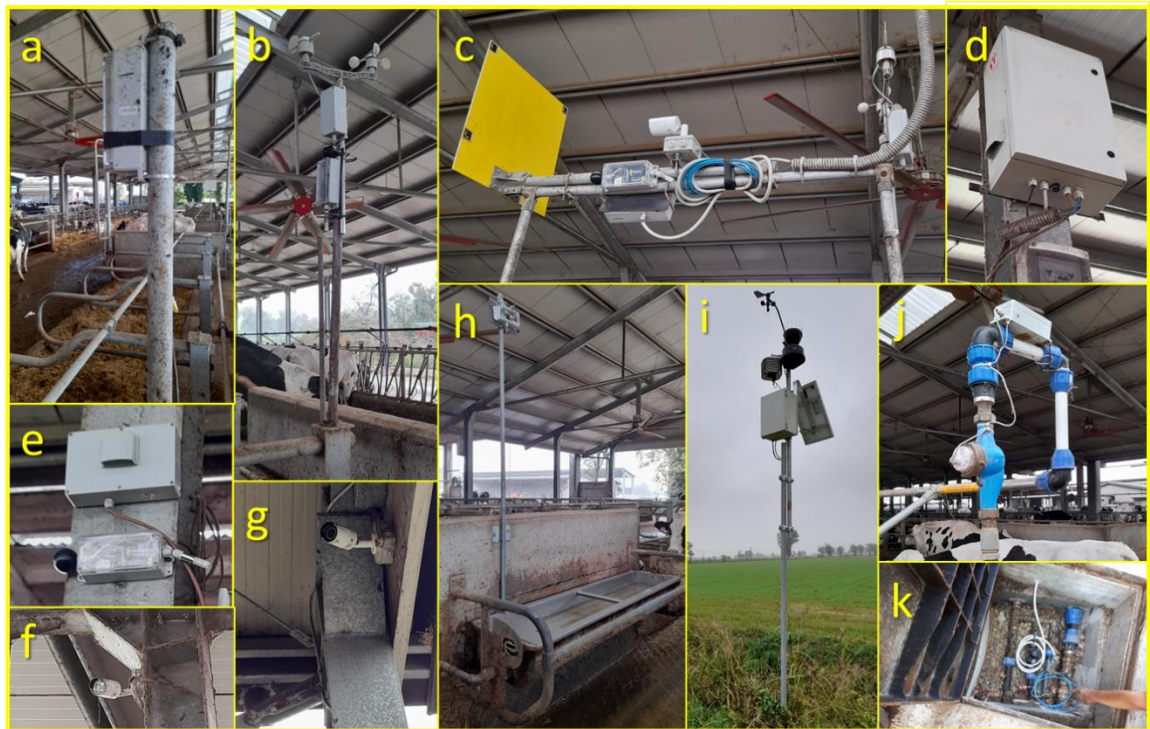


Figura 13: i sensori così come sono stati installati presso Cekfarm S.S. Agricola. a: sensore N1 installato su un tubo fissato alla struttura delle cuccette, b: sensori N1 e N6 su un palo in acciaio, c: struttura in acciaio con sensori N1, N5 e N6 e contamosche, d: gateway interno, e: sensore N5, f: videocamera su pilastro di acciaio all'esterno della stalla, g: videocamera sulla struttura esterna della stalla, h: sensore N3 per la misura della temperatura dell'acqua potabile, i: stazione meteorologica e gateway esterno, j: sensore N3 per l'uso dell'acqua delle doccette, k: sensore N3 per i consumi di acqua di abbeverata.