



**divas**

DIPARTIMENTO DI MEDICINA  
VETERINARIA E SCIENZE ANIMALI

# Oltre i sensori:

l'utilizzo della zootecnia di precisione per la  
valutazione del benessere in allevamento

**Emanuela Dalla Costa**

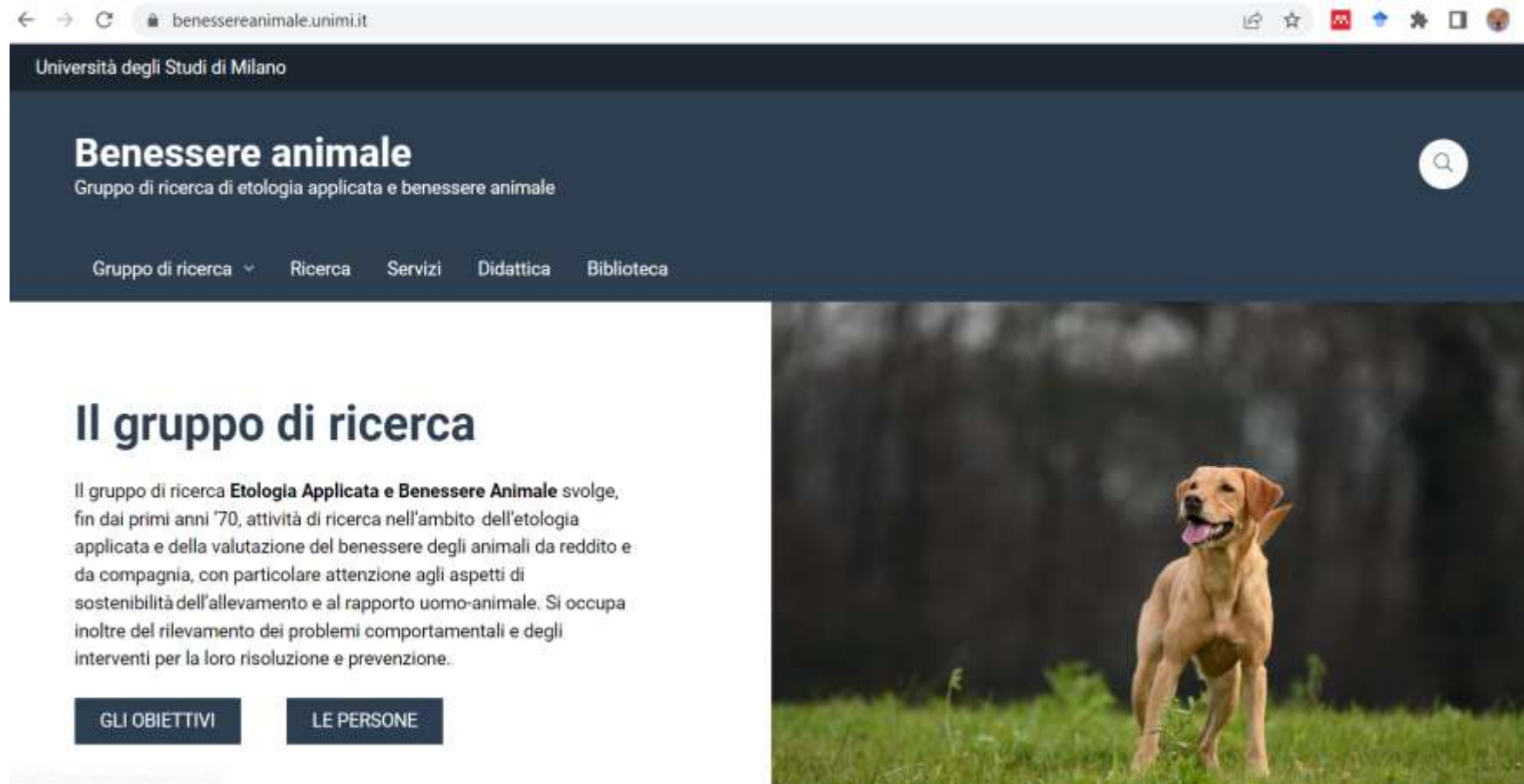
DVM, PhD, dip ECAWBM-AWSEL

[Emanuela.dallacosta@unimi.it](mailto:Emanuela.dallacosta@unimi.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

<https://benessereanimale.unimi.it/>



The screenshot shows a web browser displaying the website for the research group. The browser's address bar shows the URL. The website header includes the name of the university and the research group, along with a search icon. A navigation menu is visible below the header. The main content area features a large heading, a descriptive paragraph about the group's research, and two buttons for further information. A photograph of a dog is positioned to the right of the text.

← → ↻ 🔒 benessereanimale.unimi.it

Università degli Studi di Milano

## Benessere animale


Gruppo di ricerca di etologia applicata e benessere animale

Gruppo di ricerca ▾ Ricerca Servizi Didattica Biblioteca

### Il gruppo di ricerca

Il gruppo di ricerca **Etologia Applicata e Benessere Animale** svolge, fin dai primi anni '70, attività di ricerca nell'ambito dell'etologia applicata e della valutazione del benessere degli animali da reddito e da compagnia, con particolare attenzione agli aspetti di sostenibilità dell'allevamento e al rapporto uomo-animale. Si occupa inoltre del rilevamento dei problemi comportamentali e degli interventi per la loro risoluzione e prevenzione.

GLI OBIETTIVI    LE PERSONE



# Scuola di specialità Etologia applicata e Benessere Animale

Instagram

Cerca



animalwelfarematters\_uni...

Messaggio



Post: 52

665 follower

34 profili seguiti

Animal Welfare Matters

Veterinario

Medici Veterinari specializzandi in Etologia Applicata e Benessere Animale

DIVAS - Università degli Studi di Milano

@lastatale\_milano\_official

[work.unimi.it/eventir/registrazione?code=7698](http://work.unimi.it/eventir/registrazione?code=7698)

Follower: animal\_wellness



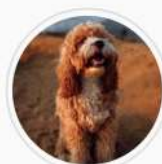
Cavallo



Cane



UNIMI



Patentino 🐕



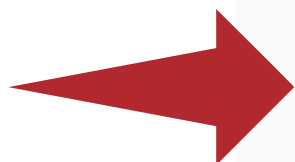
Pesci



Gatto



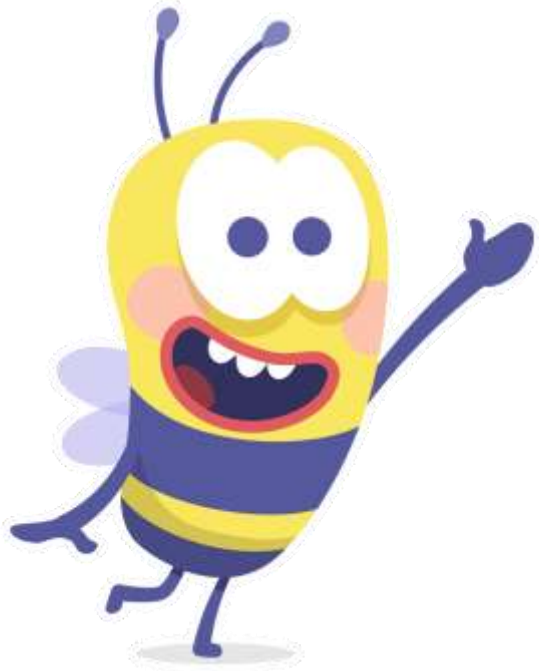
Suino



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA  
E SCIENZE ANIMALI



# Outline



## Precision livestock farming (PLF) – zootecnia di precisione

- Sensori/tecnologie presenti sul mercato per bovini e suini
- Vataggi
- Criticità

## Utilizzo PLF per monitorare il benessere in allevamento

- Introduzione al progetto Clearfarm
- Risultati preliminari

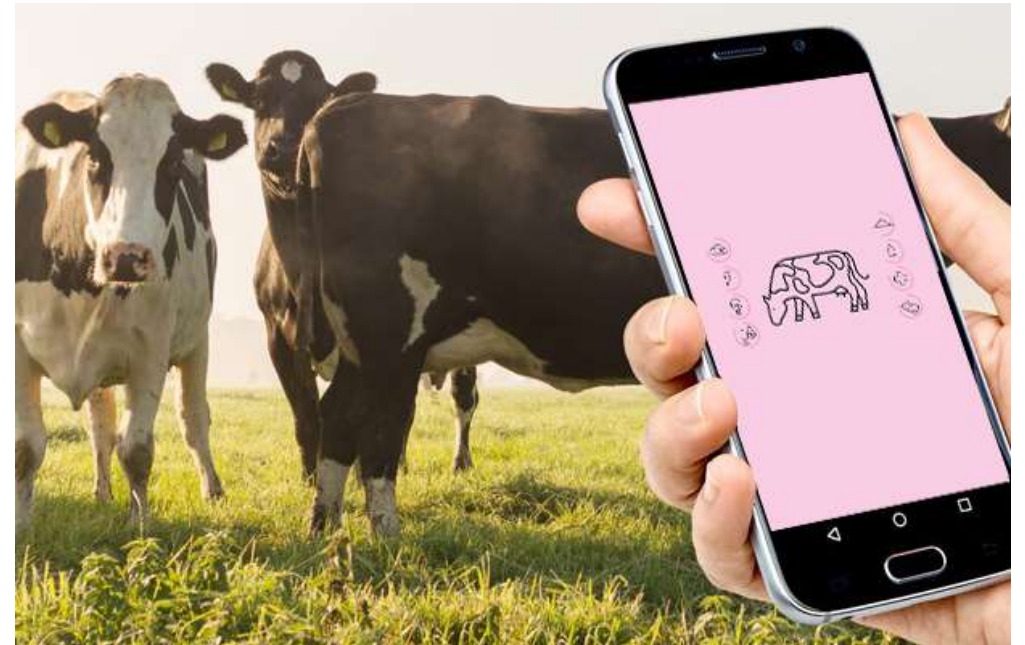
## Take home message



# Precision Livestock Farming (PLF)

La zootecnia di precisione (Precision livestock farming, PLF) indica l'utilizzo di tecnologie per misurare indicatori fisiologici, comportamentali, produttivi e riproduttivi sui singoli animali, con l'obiettivo di migliorare le strategie gestionali e le performance dei soggetti allevati

(Berkmans, 2017)





# Evoluzione della zootecnia di precisione

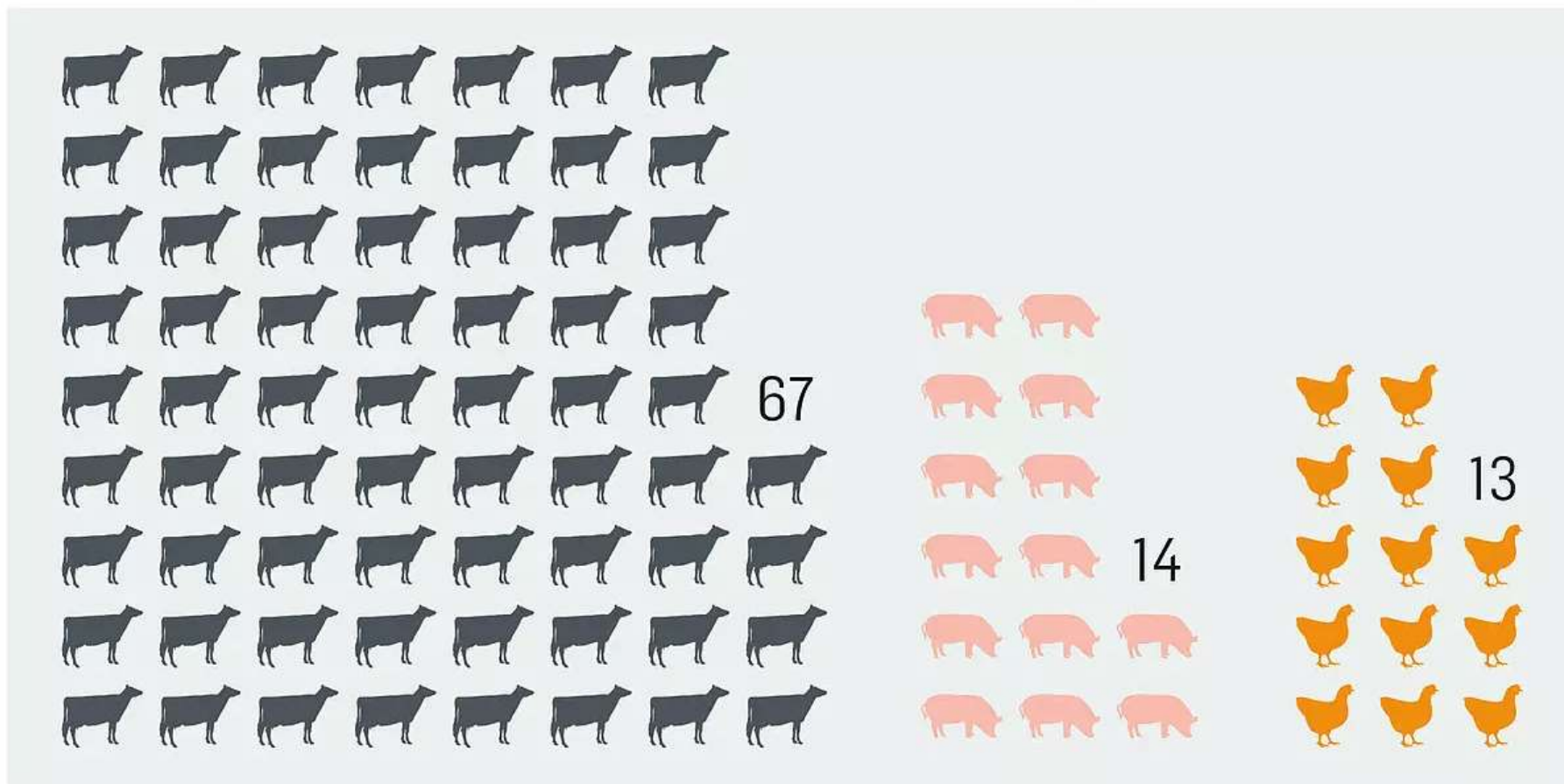


# Vantaggi

- Costi relativamente contenuti
- Semplice installazione ed utilizzo
- Metodo non invasivo di monitoraggio
- Monitoraggio in tempo reale
- Possibilità di monitorare e gestire il singolo soggetto e non solo il gruppo
- Creazione di un database (storico!)
- Tracciabilità dei prodotti



# 2017: numero di tecnologie disponibili nelle specie zootecniche



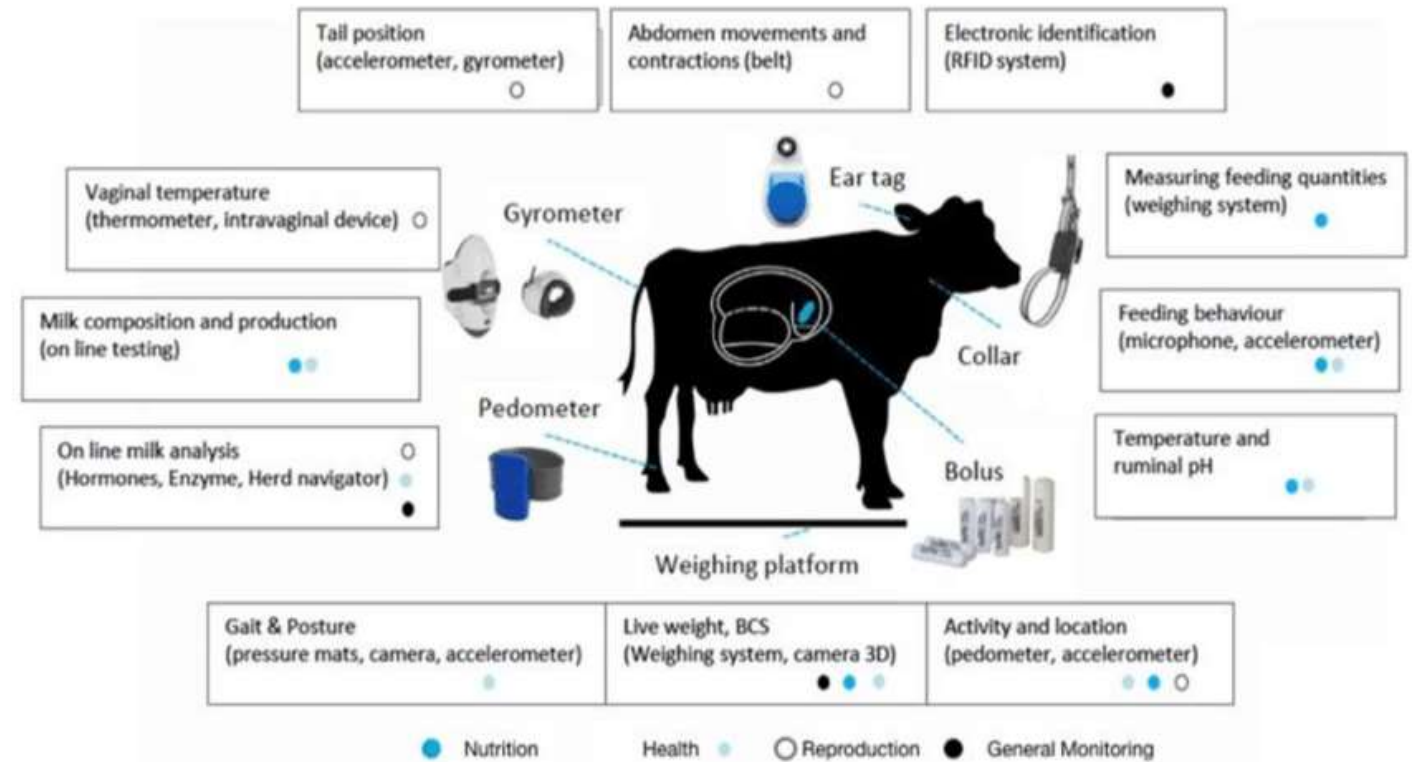
Field readiness of precision livestock farming monitoring systems by farm animal species. Source: BIOMIN, 2017



# Sensori e dispositivi per la vacca da latte

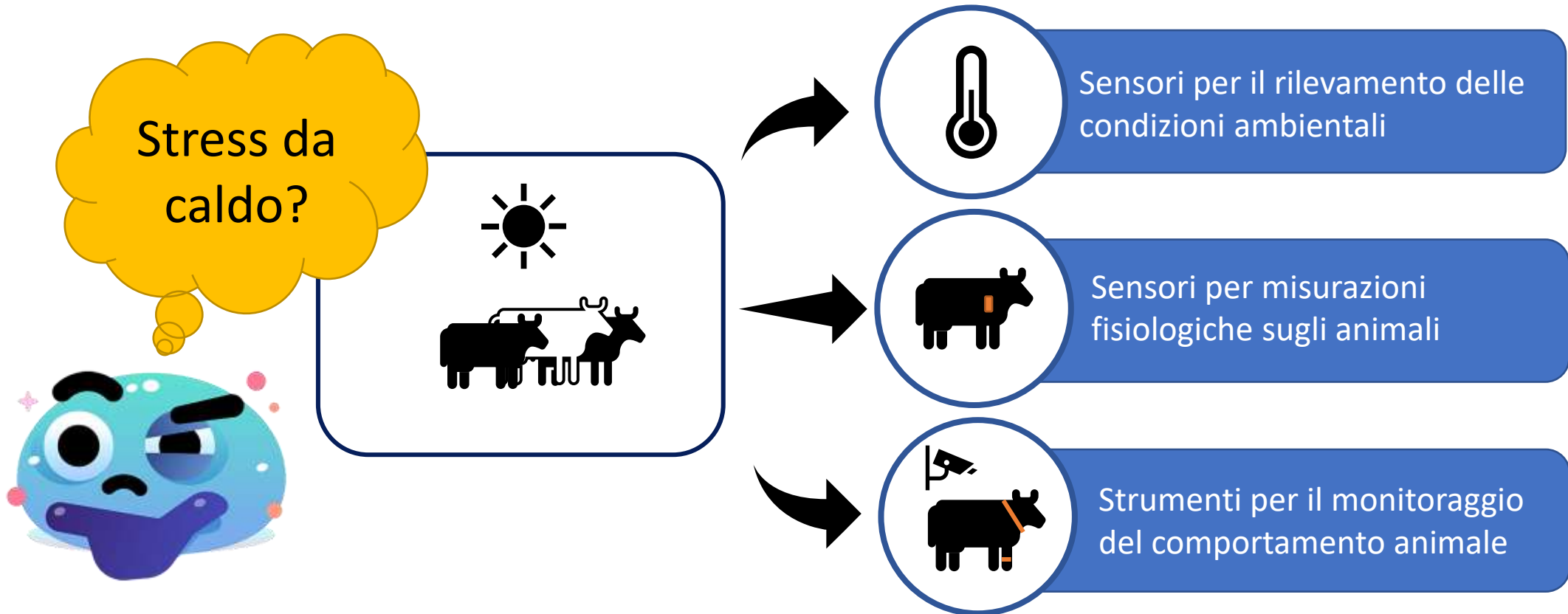
- Le tecnologie disponibili sul mercato per gli allevatori di vacche da latte sono 129, prodotte da 67 diversi fornitori in 21 diversi paesi
- Sensori sia ambientali che sull'animale

(Stygar et al. 2021)



Tekin et al., 2021

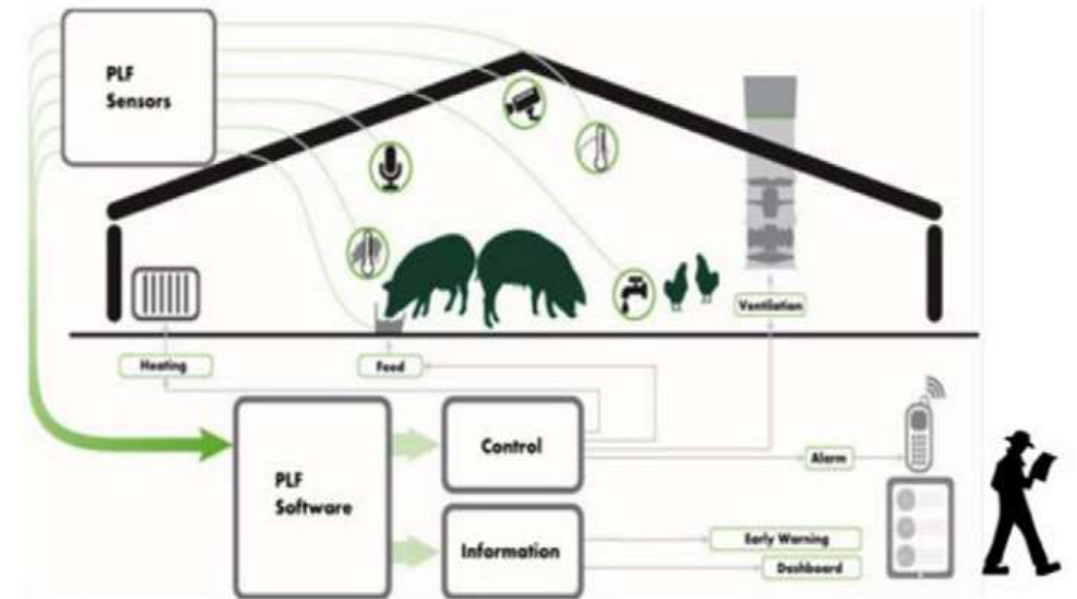
# Un esempio



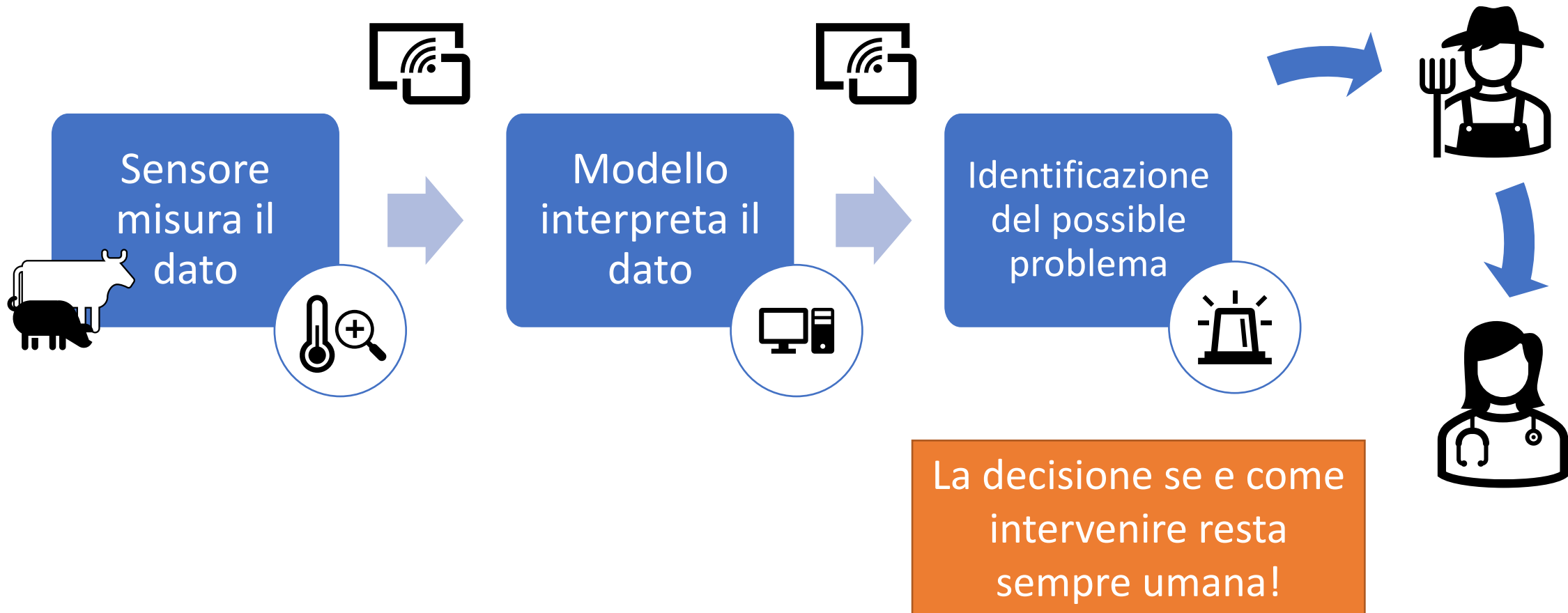
# Sensori e dispositivi per i suini

- Le tecnologie disponibili sul mercato per gli allevatori di suini sono 83, prodotte da 46 diversi fornitori in 17 diversi paesi
- In totale 10 tipologie di sensori sono state utilizzate nell'allevamento suino
- Maggior parte dei sensori sono ambientali

(Gomez et al. 2021)



# Come funzionano?



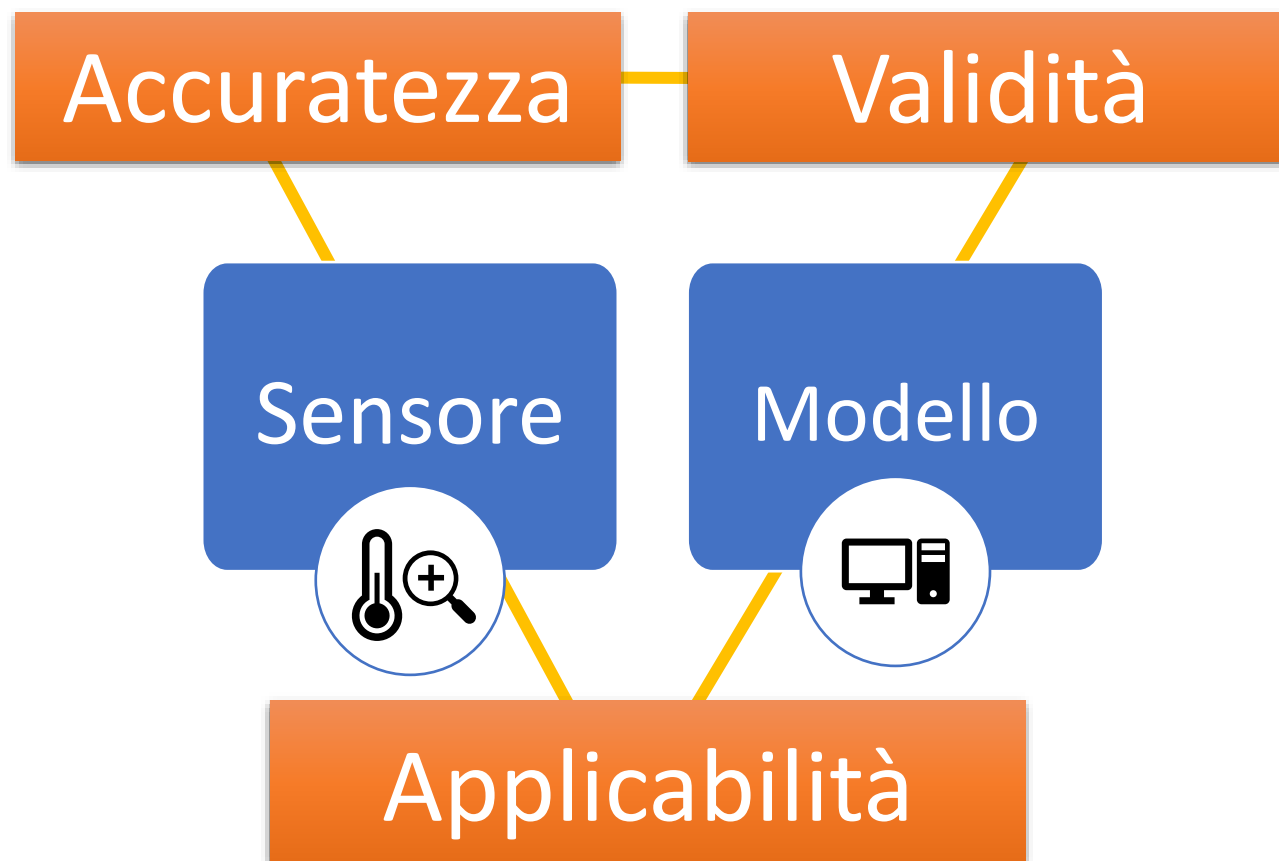


# Cosa cambia?



- Gli operatori devono acquisire spesso competenze che non sempre erano presenti nella realtà aziendale preesistente
- Capacità di interpretazione del dato (è necessario conoscere anche i limiti del sistema)
- Riduzione nei tempi di individuazione e diagnosi di una patologia
  - una riduzione nell'impiego di farmaci e presidi terapeutici
  - una maggiore probabilità di successo nel recupero

# Come faccio a valutare se fidarmi di un sistema PLF?





# Accuratezza del sensore

- L'accuratezza di uno strumento di misura (es. il sensore) indica quanto **il risultato della misura** di una grandezza, effettuata con lo strumento, **si avvicina al valore reale** (misurato con un *gold standard*)
- Per garantire una buona accuratezza, è necessario che la **frequenza delle misurazioni sia elevata** contestualmente alla variabile in questione (Guarino, 2005)





# Validità del modello

Misura ciò che penso che misuri?  
(es. Tempo di ruminazione)



E' in grado di identificare i soggetti che manifestano il comportamento?

SENSIBILITÀ



E' in grado di identificare i soggetti che non manifestano il comportamento?

SPECIFICITÀ





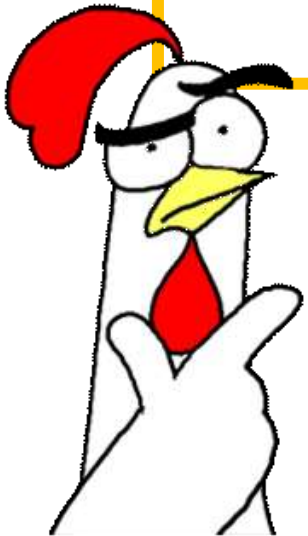
# Applicabilità del sistema in azienda

- Non tutti i sensori sviluppati in laboratorio e testati in condizioni sperimentali sono applicabili in aziende zootecniche (Stygar et al., 2021)
- Limiti tecnologici: WiFi, connessione...
- Limiti ambientali: temperatura, umidità, polvere...



...per una corretta valutazione del benessere animale in azienda utilizzando la PLF, è essenziale validare la tecnologia a livello commerciale (validazione esterna)

Stygar et al., 2021



# I limiti della PLF al giorno d'oggi: validazione esterna

- Vacche da latte:

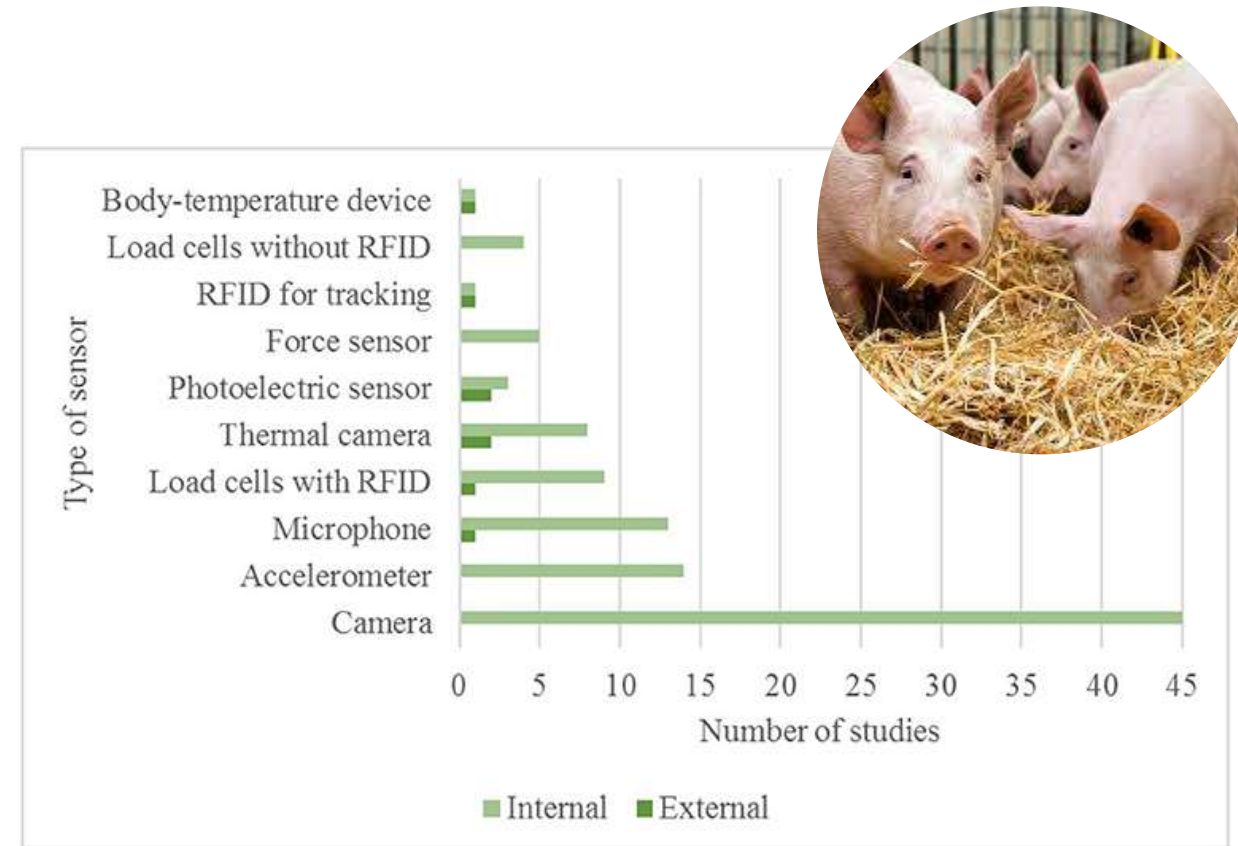
- solo il 14% dei sensori disponibili sul mercato sono stati validati esternamente

(Stygar et al., 2021)

- Suini:

- Solo il 7% dei sensori disponibili sul mercato sono stati validati esternamente

(Gomez et al. 2021)

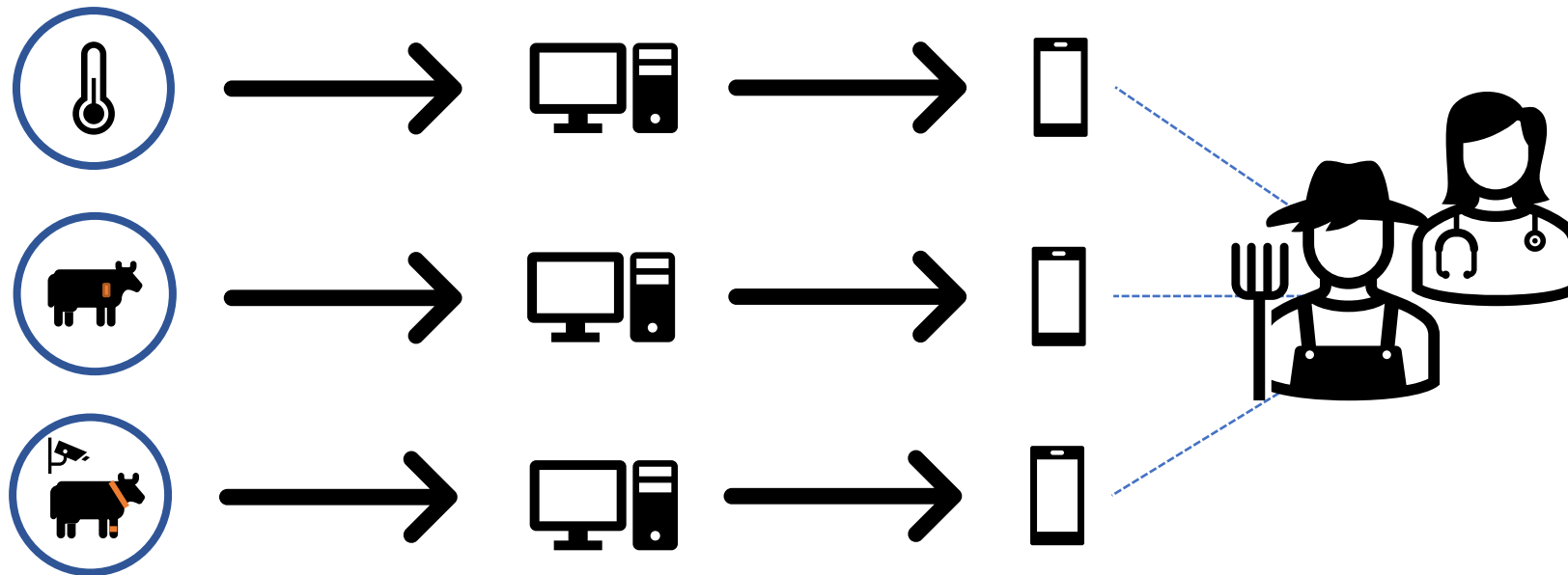


# Ma cosa significa «validazione esterna»?

- Il sistema è stato valutato utilizzando un **dataset completamente indipendente** rispetto a quello della creazione dell'algoritmo
- I dati sono stati raccolti in **diversi allevamenti commerciali** non utilizzati per la creazione dell'algoritmo
- La ricerca è stata condotta da **scienziati non coinvolti** nello sviluppo tecnologico

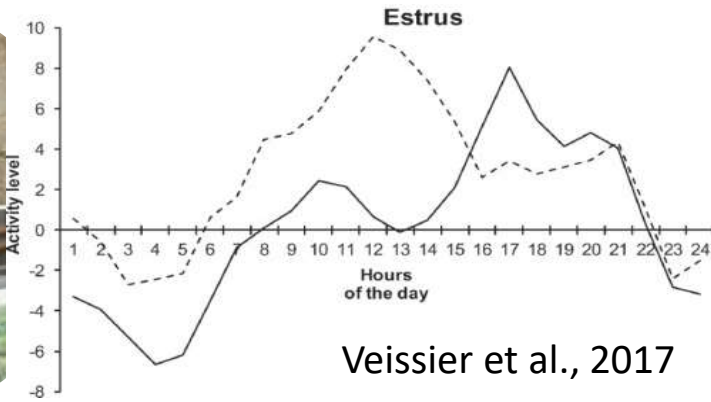


# I limiti della PLF al giorno d'oggi: integrazione

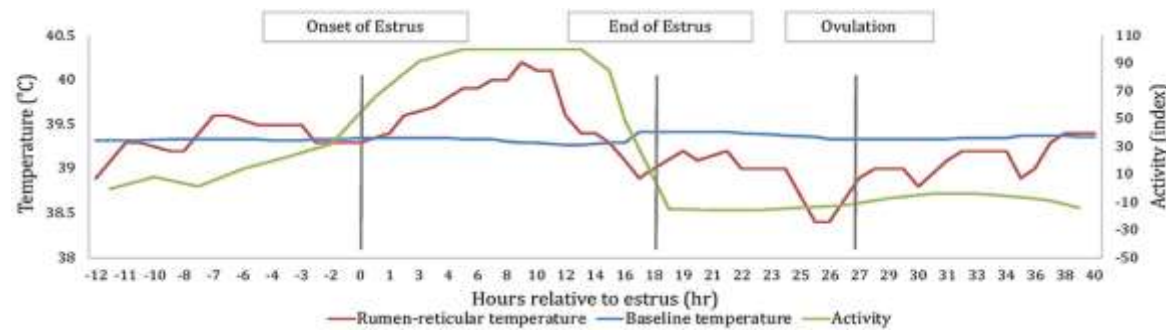
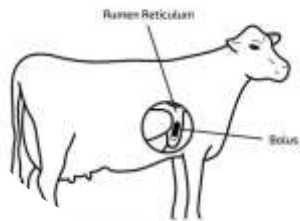




# Un esempio: individuazione dell'estro



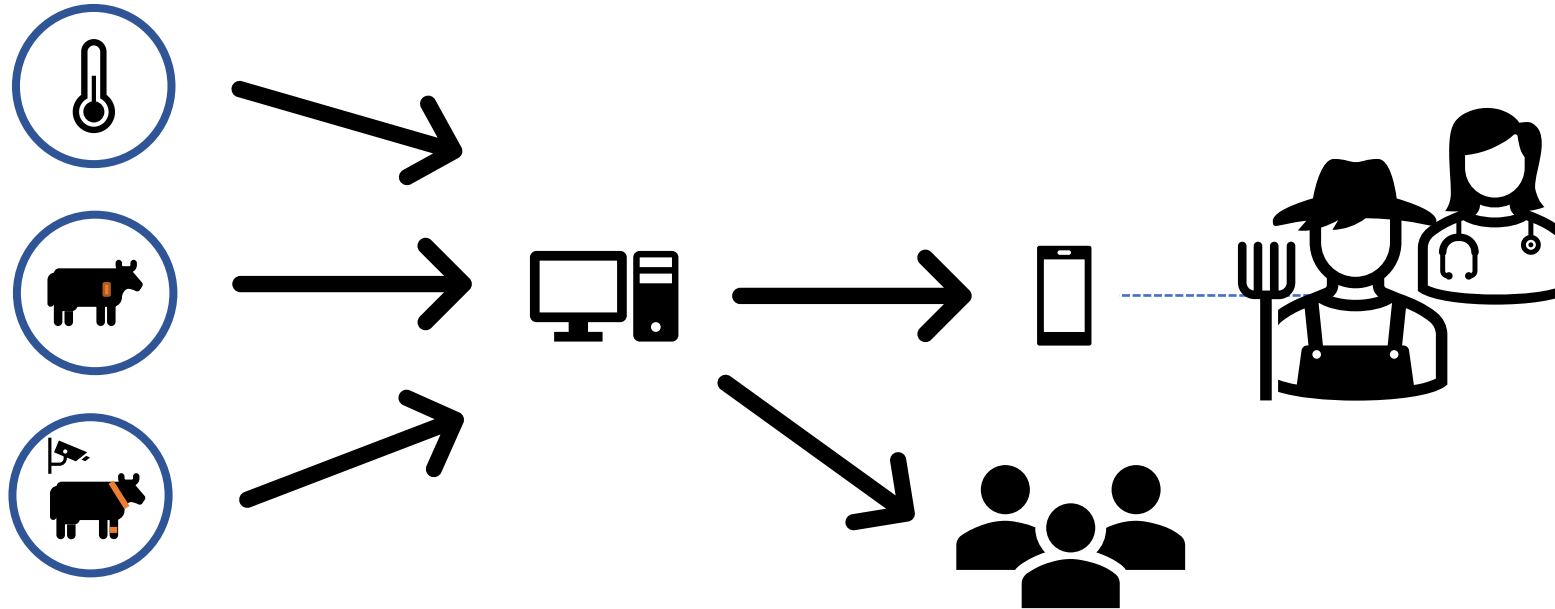
Algoritmo che individua il momento dell'estro interpretando le variazioni dell'attività motoria dell'animale



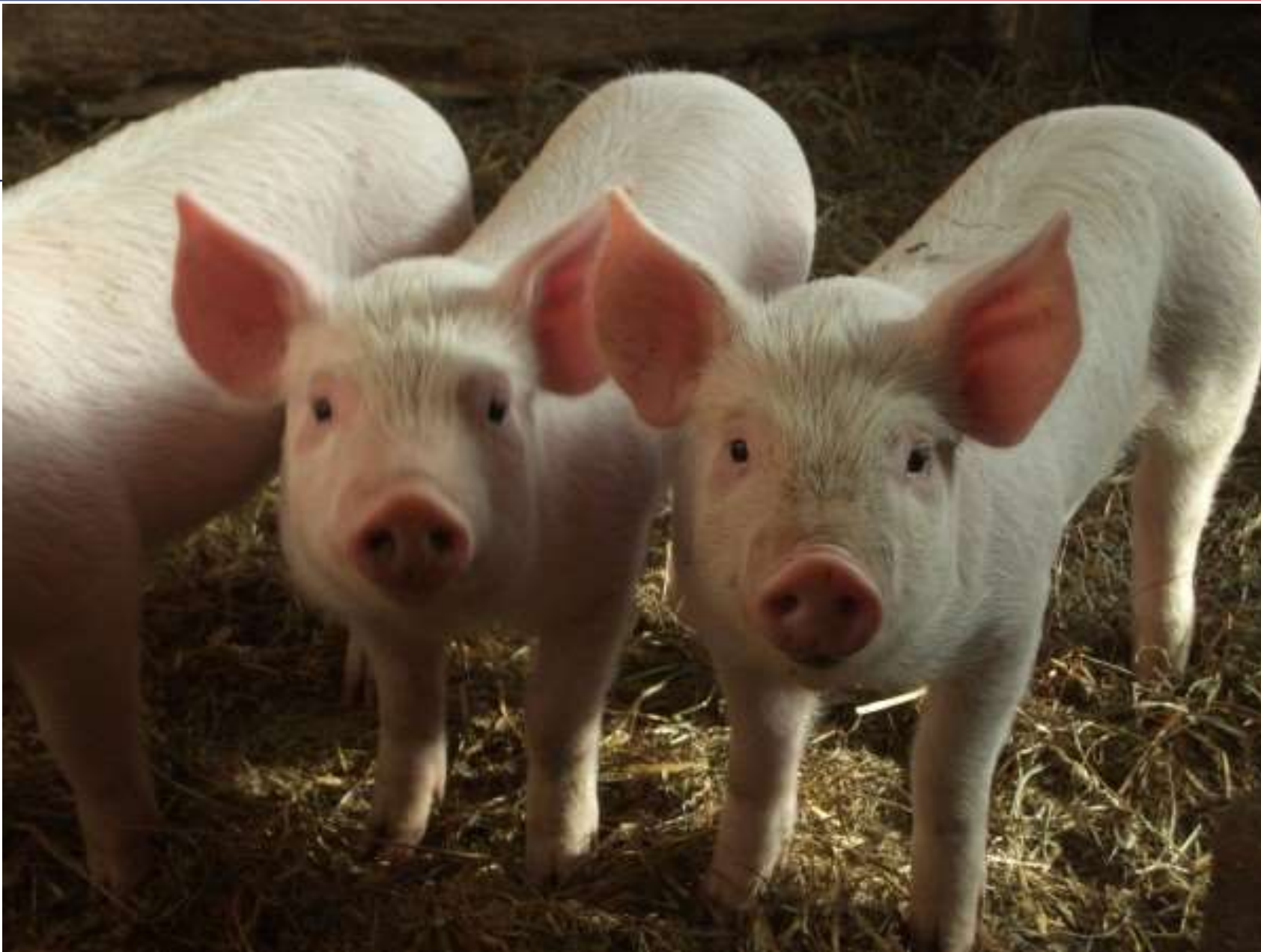
Integrazione di più informazioni provenienti da sensori diversi (ad es attività motoria e temperatura ruminale) permette di avere una maggiore accuratezza



# PLF del futuro



- Integrare in un unico sistema le diverse informazioni disponibili attraverso vari dispositivi
- Condividere le informazioni relative al prodotto anche con il consumatore



# CLEARFARM THE PROJECT

Improving animal welfare through precision  
livestock farming (PLF) technology.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA  
E SCIENZE ANIMALI







# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

- E' un progetto finanziato da "EU Horizon 2020 research and innovation programme"
- Collaborazione tra 6 università e centri di ricerca, 5 piccole-medie imprese e 3 grandi aziende



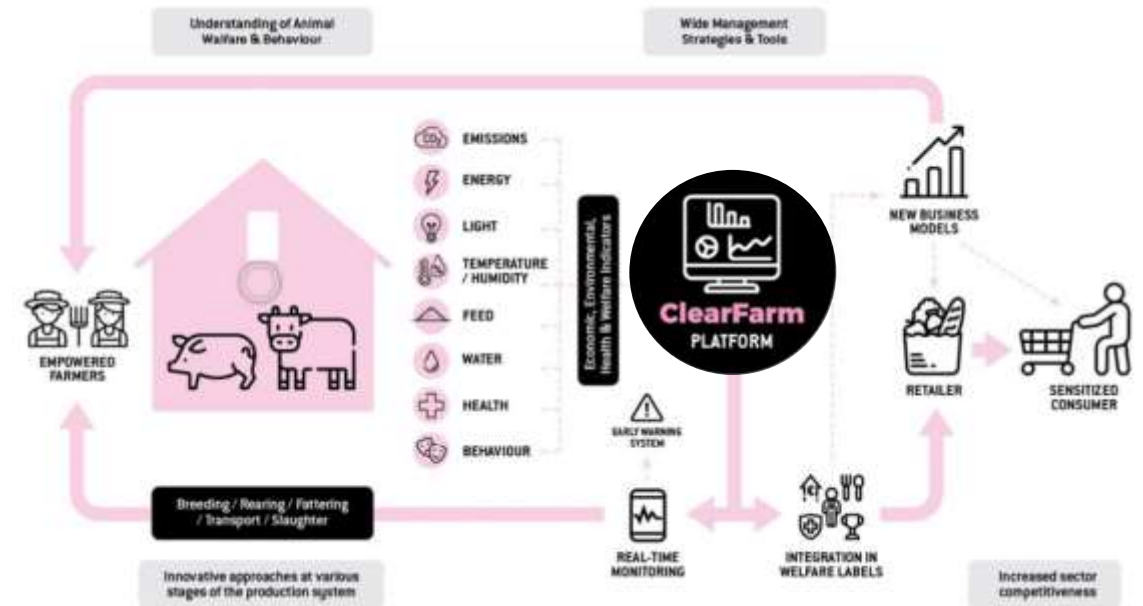


# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

## Obiettivo

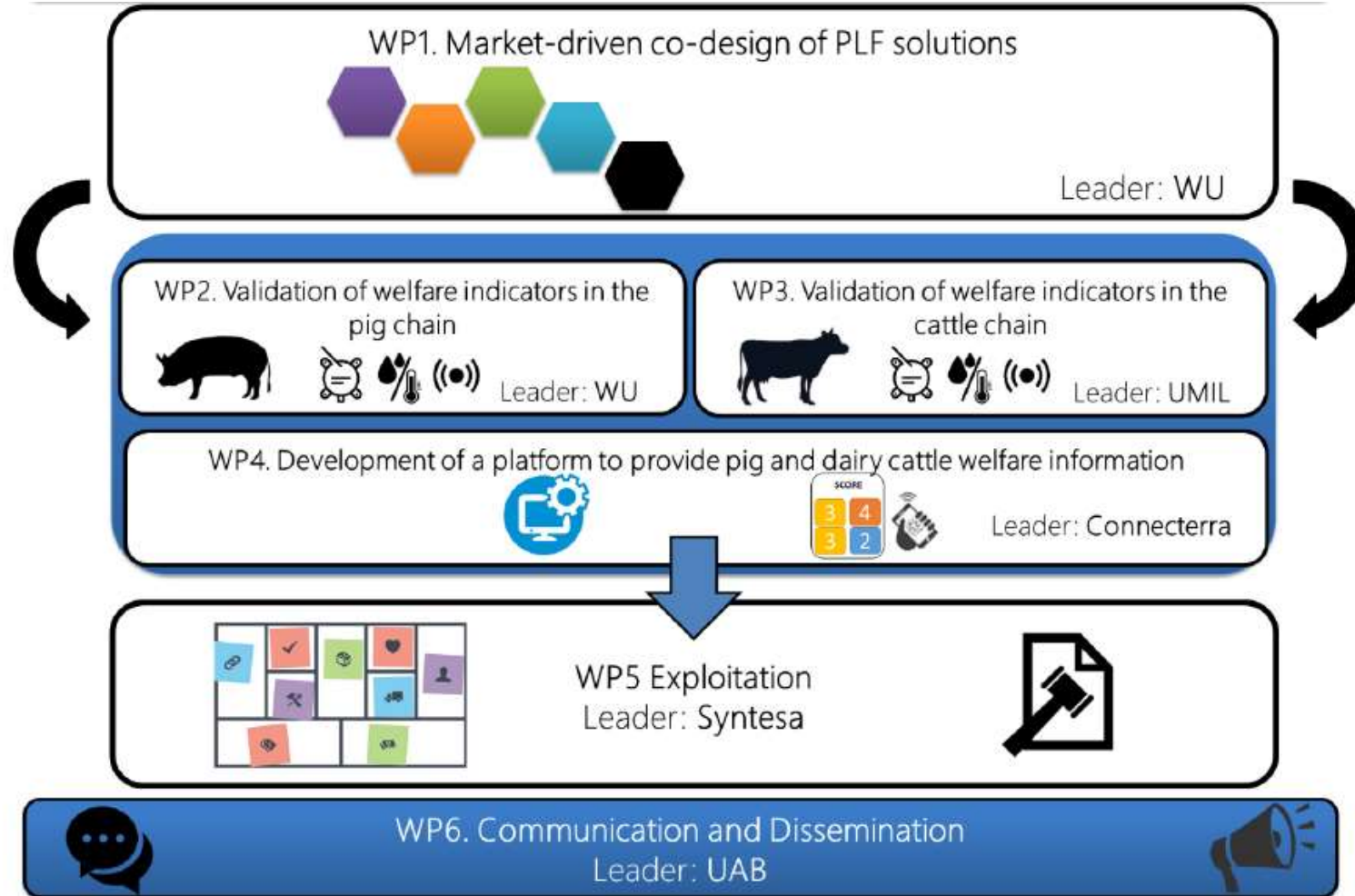
Co-progettare, sviluppare e validare una piattaforma basata sulle tecnologie di zootecnia di precisione (PLF) per fornire informazioni sul benessere degli animali, nonché altre informazioni sulla sostenibilità ambientale ed economica, così da poter assistere i produttori e i consumatori nel loro processo decisionale





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

## WP3

Validation of welfare indicators in the cattle chain

## UMIL ClearFarm team



Prof.ssa Elisabetta Canali (WP3 leader)



Dr.ssa Greta Veronica Berteselli



Dr.ssa Emanuela Dalla Costa



Dr.ssa Simona Cannas



Dr. Mattias Azzolari



Dr.ssa Gaia Pesenti Rossi

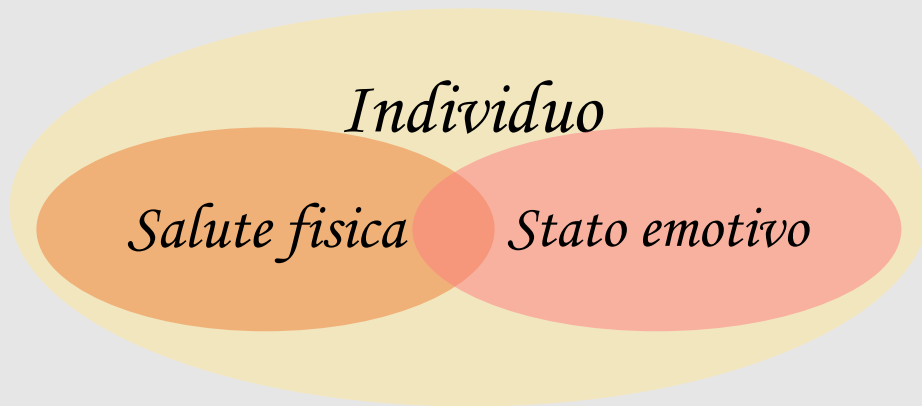








Il concetto di benessere animale è ampio: si riferisce non solo alla **salute fisica**, ma anche allo **stato emotivo** dell'individuo



Gli allevatori tendono ad avere una definizione di benessere animale legata principalmente alla **salute** e alle **performance** degli animali

(Tuytens et al., 2010; Vanhonacker et a., 2008)



Nel descrivere il benessere animale i consumatori fanno riferimento alla **dimensione naturale** (possibilità di esprimere i propri comportamenti naturali)

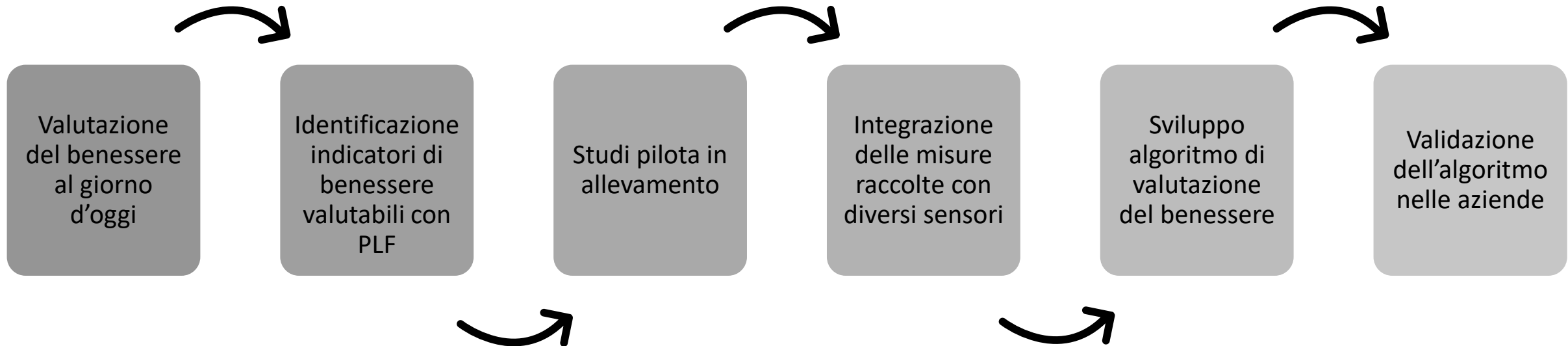
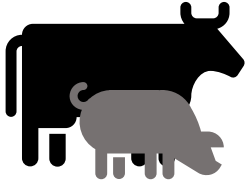
(Vanhonacker et a., 2008)



ClearFarm

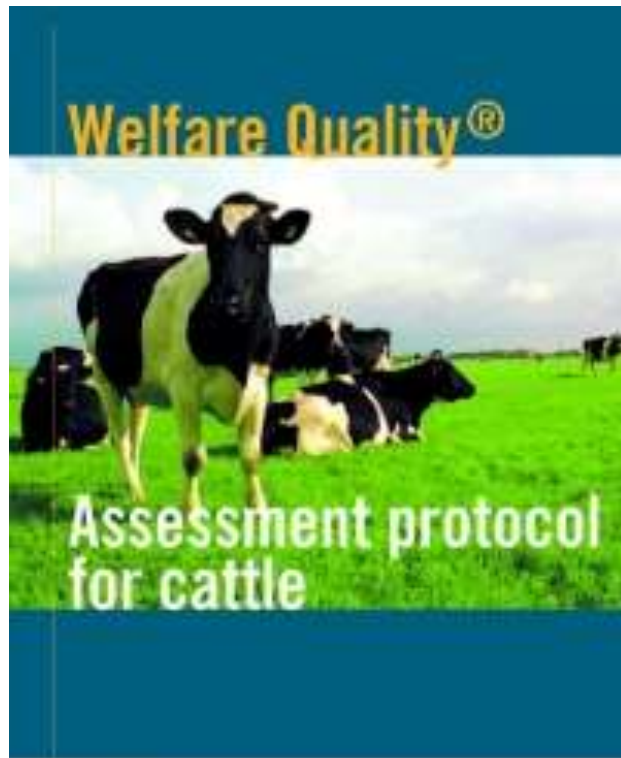
# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



# Come si valuta il benessere delle vacche da latte?

I criteri sono legati ai principi, distinti ma complementari, riflettono la complessità del benessere animale

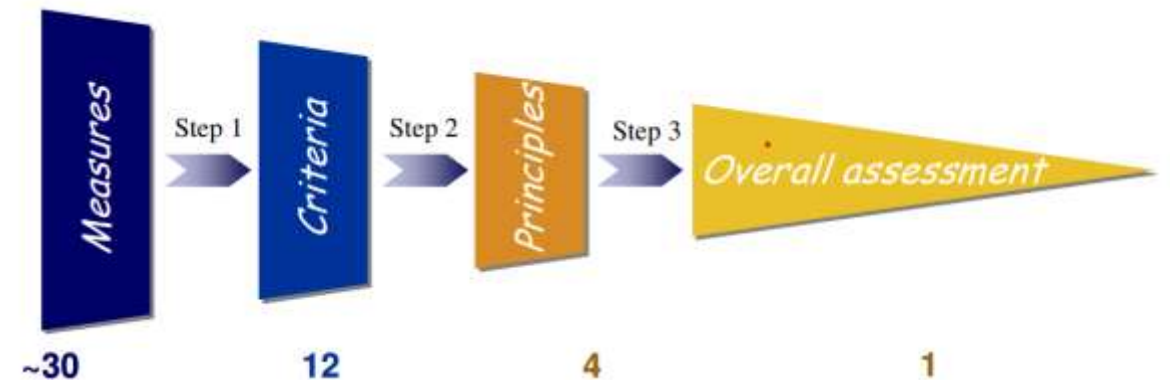


Welfare principles	Welfare criteria	Measures
Good feeding	Absence of prolonged hunger Absence of prolonged thirst	Body condition score Water provision; cleanliness of water points; water flow; functioning of water points
Good housing	Comfort around resting	Time needed to lay down; animals colliding with housing equipment during lying down; animals lying partly or completely outside the lying area; cleanliness of udders, flank/upper legs, lower legs
Good health	Thermal comfort Ease of movement Absence of injuries Absence of disease	As yet, no measure is developed. Presence of tethering; access to outdoor loafing area or pasture Lameness; integument alterations Coughing; nasal discharge; ocular discharge; hampered respiration; diarrhoea; vulvar discharge; milk somatic cell count; mortality; dystocia; downer cows
Appropriate behaviour	Absence of induced pain Expression of social behaviours Expression of other behaviours Human-animal relationship Positive emotional state	Disbudding/dehorning; tail docking Agonistic behaviours – assessed by observation of head butts; displacements; chasing; fighting; chasing-up Access to pasture Avoidance distance Qualitative behaviour assessment – by observation of the cows' body language regarding 20 behavioural terms (active, relaxed, fearful, agitated, calm, content, indifferent, frustrated, friendly, bored, playful, positively occupied, lively, inquisitive, irritable, uneasy, sociable, apathetic, happy, distressed)

(Welfare Quality Consortium, 2009)

# Come si valuta il benessere delle vacche da latte?

- Il Welfare Quality® è l'unico protocollo validato scientificamente per la valutazione del benessere della vacca da latte!
- Approccio certificativo: unico welfare index finale

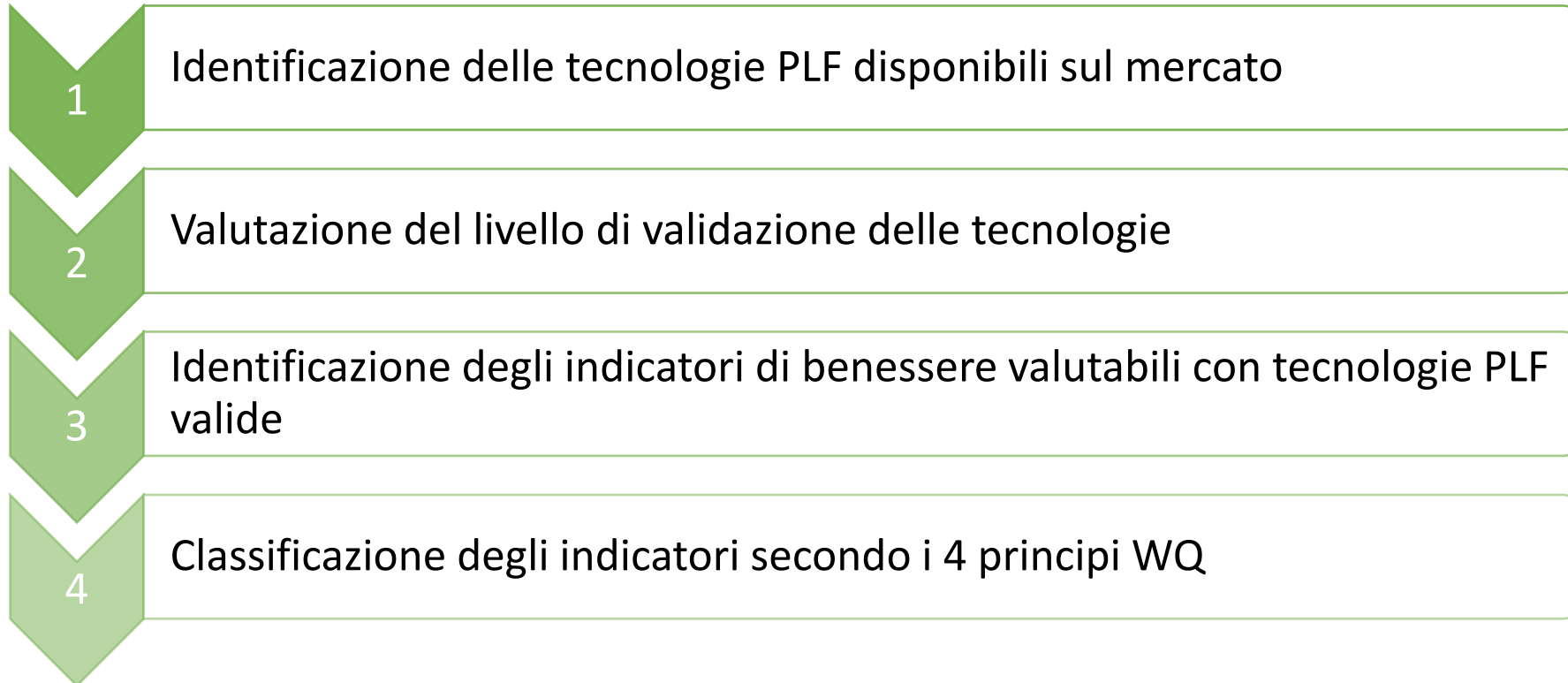


(Welfare Quality Consortium, 2009)



# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

Available sensors	Indicator	Welfare Principle	
Accelerometer	activity (% time) rumination (% time) resting (% time) eating (feeding consumption, % time) estrus detection	<b>Good feeding</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• rumination</li><li>• eating</li><li>• pH rumen</li><li>• drinking</li><li>• body temperature</li></ul>	<b>Good health</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• activity</li><li>• rumination</li><li>• resting</li><li>• temperature</li><li>• humidity</li><li>• pH</li><li>• body temperature</li></ul>
THI (environment)	Temperature (environment) Humidity (environment)	<b>Good housing</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• activity</li><li>• rumination</li><li>• resting</li><li>• temperature</li><li>• humidity</li><li>• body temperature</li></ul>	<b>Appropriate behaviour</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• activity</li><li>• rumination</li><li>• resting</li><li>• eating</li><li>• estrus</li></ul>
Bolus	pH rumen drinking (frequency) body temperature		

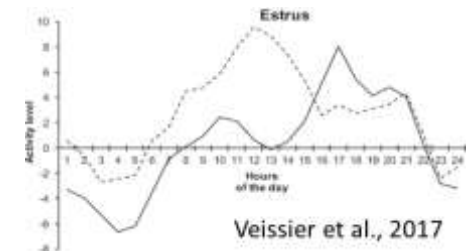




## Time budget

ogni animale ha bisogno di manifestare giornalmente alcuni comportamenti di base, dedicando a ciascuno di essi un numero di ore che sia conforme alle sue esigenze fisiologiche ed etologiche

Quando un animale si discosta in modo significativo dal normale time budget può essere indicativo di un problema o di un cambiamento di stato



Time budget è influenzato da moltissimi fattori (età, sesso, stato fisiologico, il clima, ma anche la gestione...)





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

**Table 1** Daily time budget for lactating dairy cow

Activity	Time devoted to activity per day
Eating	3 to 5 hours (9 to 14 meals/day)
Lying/resting	12 to 14 hours
Social interactions	2 to 3 hours
Ruminating	7 to 10 hours
Drinking	30 minutes
Management activities	2.5 to 3.5 hours

Source: Grant, 2007.

The daily distribution of the behaviour pattern of the cows in 24 hours

Behavior	Position	Duration (min.)	Duration (h)
Ruminating	Standing	112.14	1.87
	Lying	417.66	6.96
	Total	529.80	8.83
Resting	Standing	252.28	4.20
	Lying	326.17	5.44
	Total	578.45	9.64
Nutritional		300.00	5.00
Drinking		31.21	0.53

Erina et al., 2011

Minutes per 24 h	Primiparous, n = 14	Multiparous, n = 15
Lying	579 ± 48	680 ± 48
Eating	226 ± 12	208 ± 12
Ruminating	369 ± 19	427 ± 19
Lying while ruminating	160 ± 32 <sup>a</sup>	282 ± 31 <sup>b</sup>
Standing while ruminating	215 ± 28	139 ± 27
Other activities	505 ± 31	518 ± 30
Lying with other activities	96 ± 21	126 ± 20
Lying inactive without ruminating	201 ± 29	192 ± 28
Lying with the neck relaxed	107 ± 12	77 ± 12

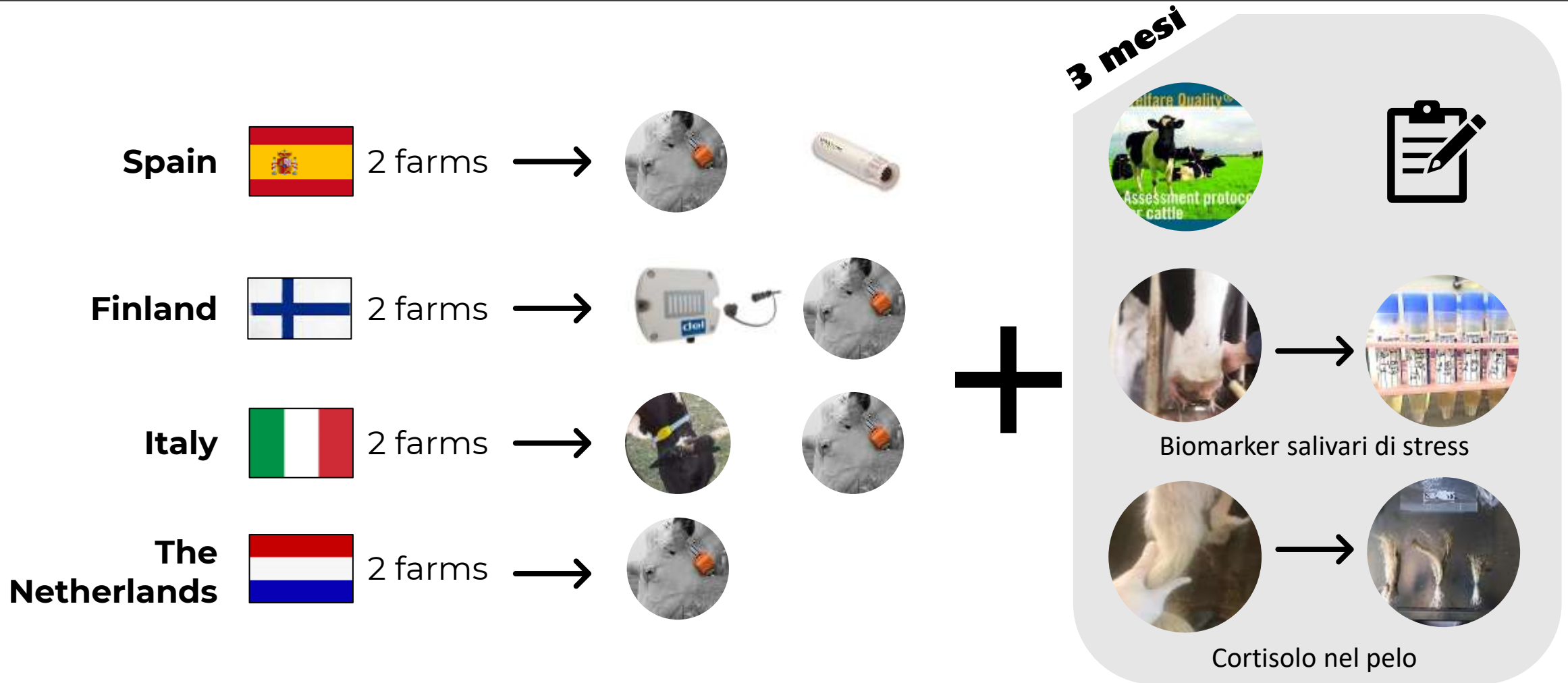
Norring et al., 2012





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



## Decrease in rumination as early warning indicator of clinical mastitis onset in high-producing dairy cows

G.V. Berteselli<sup>1\*</sup>, E. Dalla Costa<sup>1</sup>, Y. Gómez Herrera<sup>2</sup>, M.G. Riva<sup>1</sup>, S. Barbieri<sup>1</sup>, R. Zanchetta<sup>1</sup>, P. Lonch<sup>2</sup>, X. Manteca<sup>2</sup>, E. Canali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali, Università degli Studi di Milano, via dell'Università, 6, 26900 Lodi (Italy)

<sup>2</sup>Department of Animal and Food Science, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona (Spain)

### SCOPO

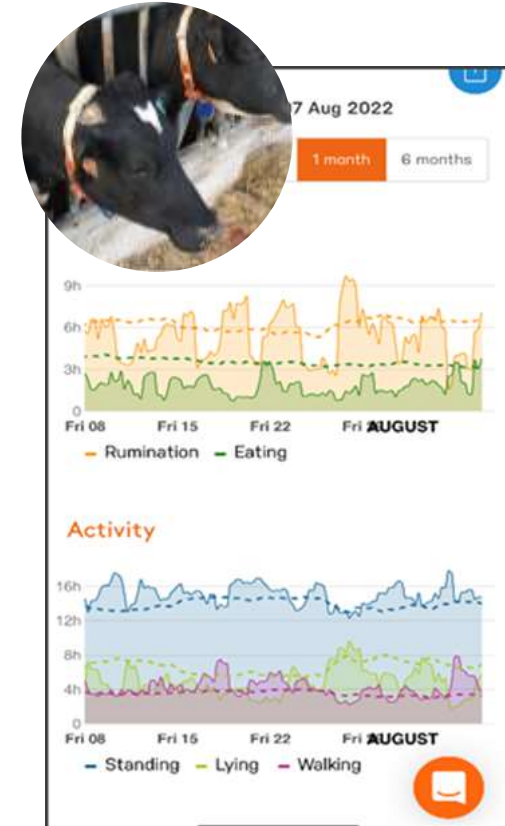
Verificare se i comportamenti normali, monitorati con la PLF, si modificano nelle vacche affetti da mastite



**MASTITIS GROUP**  
19 Frisone  
Diagnosi di mastite



**CONTROL GROUP**  
19 Frisone  
Animali sani

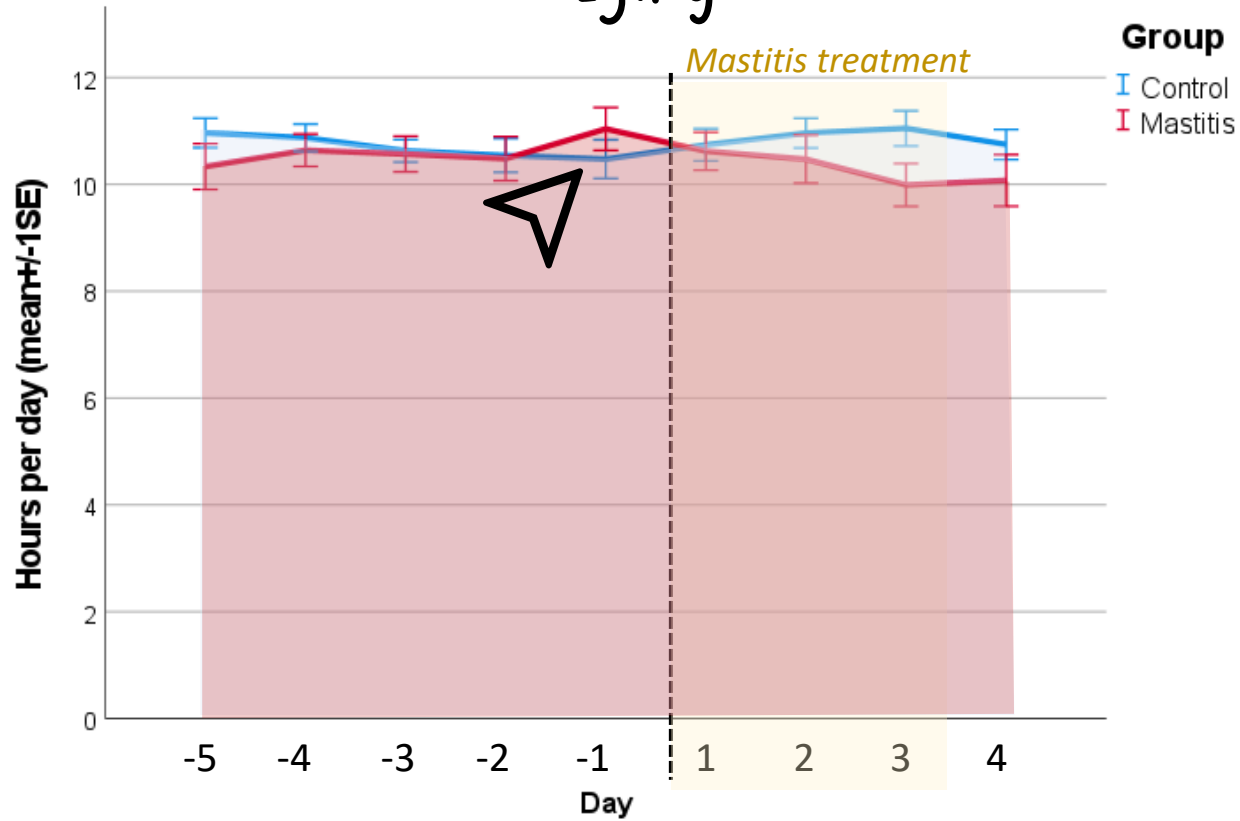




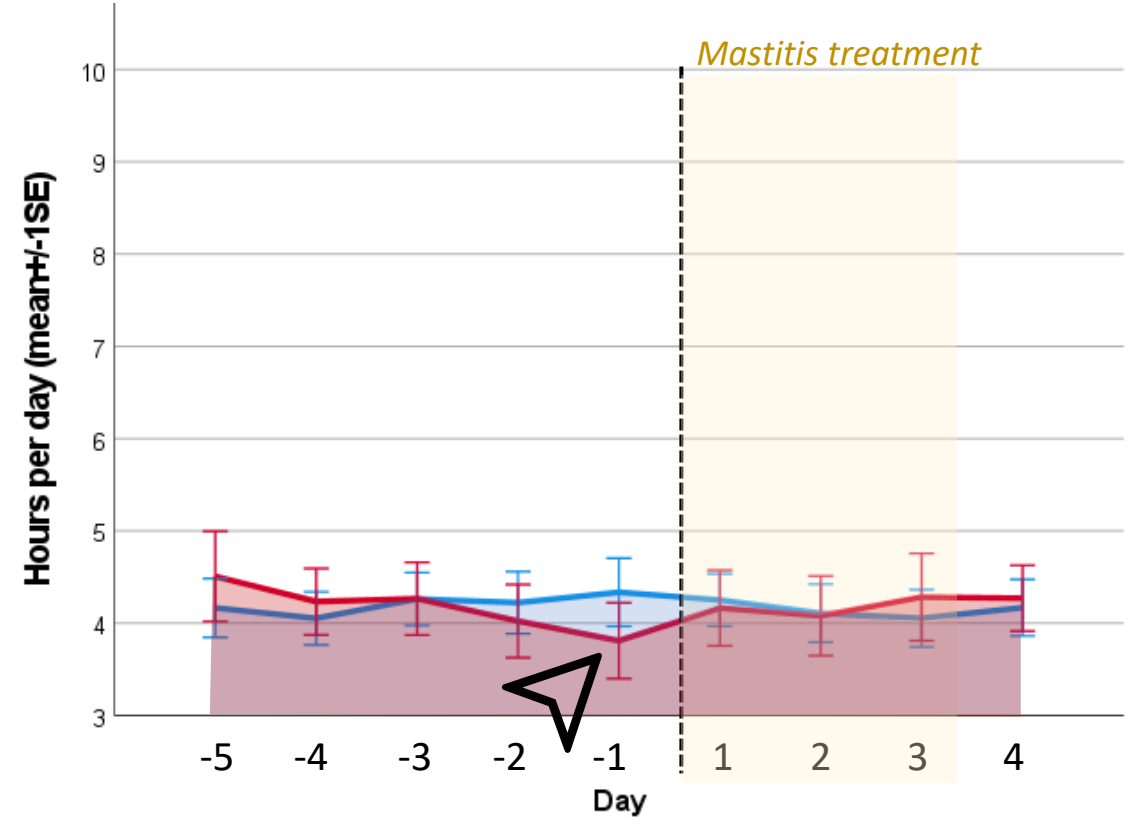
# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

## Lying



## Eating



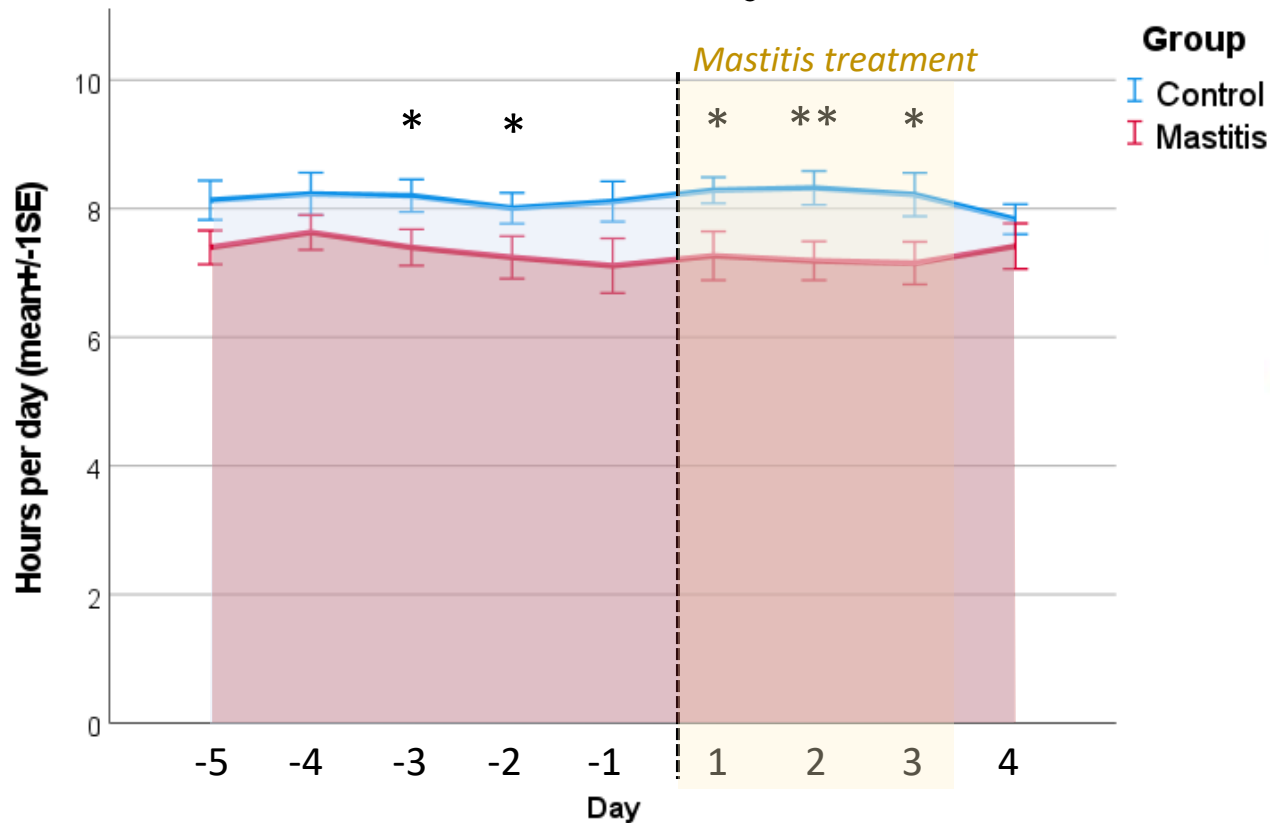




# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

## Ruminating



### Identification of Changes in Rumination Behavior Registered with an Online Sensor System in Cows with Subclinical Mastitis

by Ramūnas Antanaitis<sup>1\*</sup>, Vida Juozaitienė<sup>2</sup>, Dovilė Malašauskienė<sup>1</sup>, Mindaugas Televičius<sup>1</sup>,  
Mingaudas Urbutis<sup>1</sup>, Arūnas Rutkauskas<sup>1</sup>, Greta Šertvytytė<sup>1</sup> and Walter Baumgartner<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Large Animal Clinic, Veterinary Academy, Lithuanian University of Health Sciences, Tilžės Str. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania  
<sup>2</sup> Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, Vytautas Magnus University, K. Donelaičio 58, LT-44248 Kaunas, Lithuania  
<sup>3</sup> University Clinic for Ruminants, University of Veterinary Medicine, Veterinaerplatz 1, A-1210 Vienna, Austria  
\* Author to whom correspondence should be addressed.

- Riduzione del comportamento di ruminazione a partire da 13 gg prima della diagnosi!
- Nei 4 giorni prima della diagnosi il comportamento si è ridotto del 60%







# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



18th National Conference on Precision Livestock Farming (CPLF 2022)  
3rd International Conference on Precision Dairy Farming (PCDF 2022)

## In dairy cows is there a relation between reduced lying time measured with PLF sensors and increase salivary biomarkers of stress and immunity?

Greta Veronica Berteselli<sup>1\*</sup>, Emanuela Dalla Costa<sup>1</sup>, Maria Dolores Contreras Aguilar<sup>2</sup>, Jose Joaquin Ceron Madrigal<sup>2</sup>, Marina Lopez Arjona<sup>2</sup>, Gaia Pesenti Rossi<sup>1</sup>, Leonie Gorter<sup>3</sup>, Elisabetta Canali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

<sup>2</sup> Interdisciplinary Laboratory of Clinical Analysis (Interlab-ILCA), Veterinary School, University of Murcia, Murcia, Spain

<sup>3</sup> Connectam B.V. Amsterdam, The Netherlands

\*Corresponding author: [greta.berteselli@unimi.it](mailto:greta.berteselli@unimi.it)

- Frisone stabulate in un allevamento intensivo
- 45 campioni di saliva per determinare biomarkers di stress e immunità
- Lying time è stato valutato tramite l'utilizzo di collari con accelerometro (è stata fatta la media dei 3 gg precedenti al prelievo di saliva)

### SCOPO

Valutare se una riduzione del tempo di riposo influenza i biomarkers salivari correlati all'immunità



Lying time



Prelievo saliva

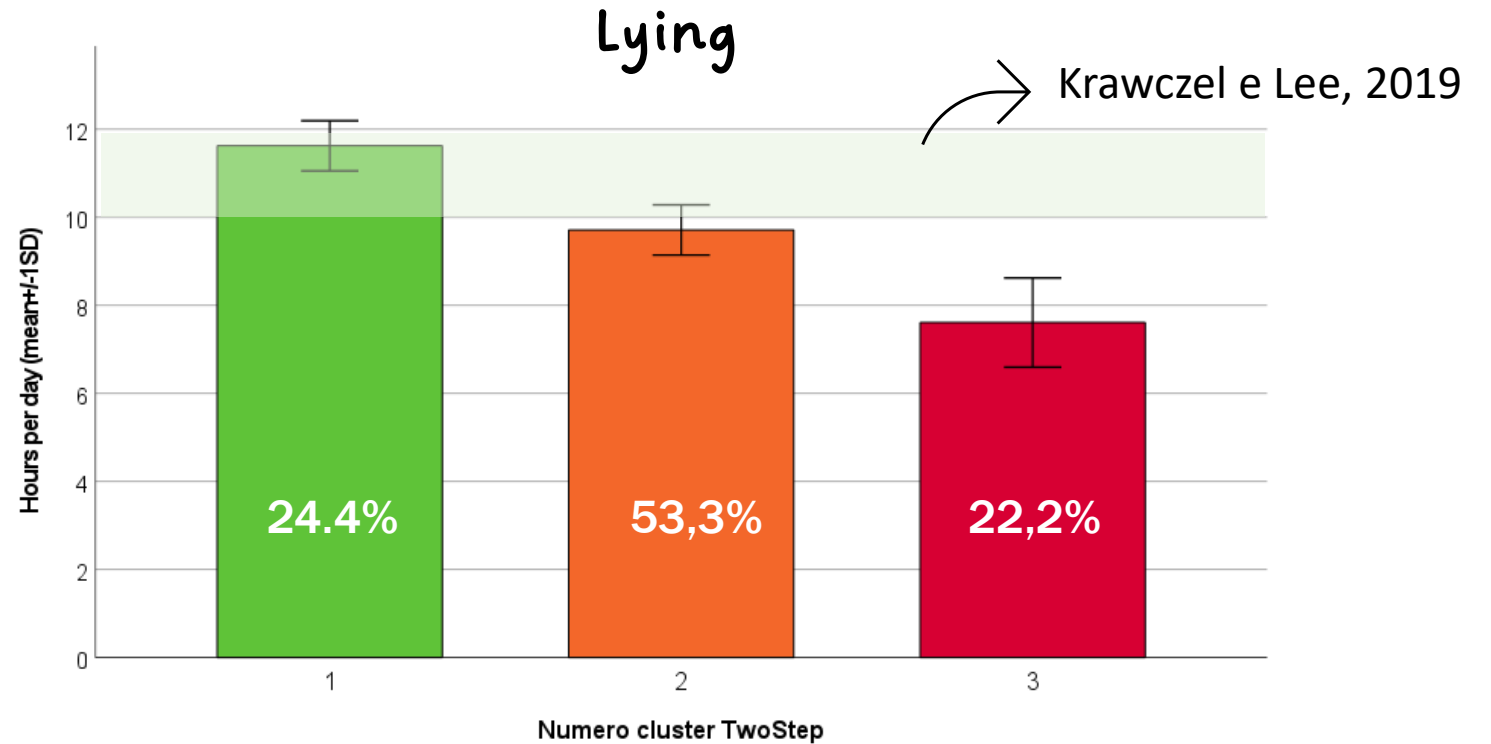




# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology

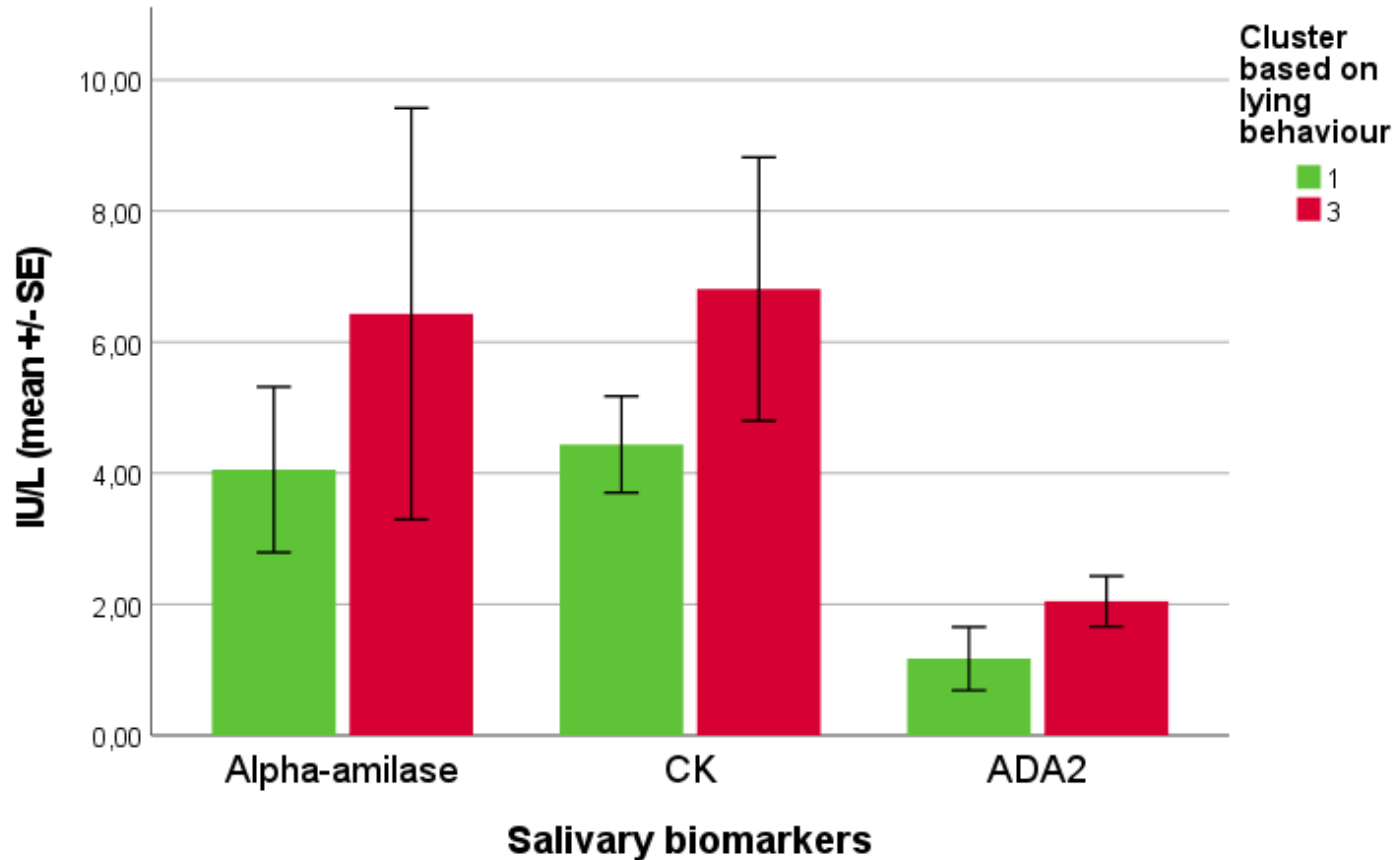
A two-step cluster analysis identified three clusters based on the duration of lying behaviour





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



- Aumento Alpha-amilase è stato descritto in vacche con mastite rispetto a gruppo di controllo (Contreras-Aguilar et al., 2019)
- Aumento di ADA è stato descritto in pecore sottoposte a stress acuto rispetto al gruppo di controllo (Contreras-Aguilar et al., 2018)





# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



# Take home message

- PLF strumento è utile per monitorare il benessere in allevamento
- Andate OLTRE I SENSORI e usate sempre la testa!
  - ✓ Valutare la validità del sensore/tecnologia presente in azienda
  - ✓ Imparare a leggere ed interpretare i dati (non fidatevi ciecamente degli algoritmi)







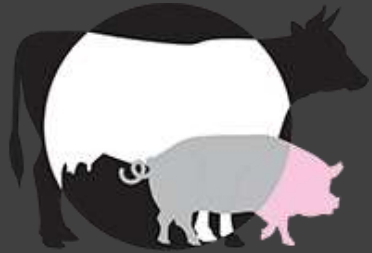
# ClearFarm project

Improving animal welfare through precision livestock farming (PLF) technology



Breve questionario che ci permetterà di delineare il quadro nazionale sull'uso della PLF, di conoscere quali sono i sensori/dispositivi tecnologici più spesso utilizzati nelle aziende italiane di bovine da latte e quanto questi possono rispondere alle esigenze degli allevatori





**ClearFarm**

[www.clearfarm.eu](http://www.clearfarm.eu)



European Union's Horizon  
2020 research and  
innovation program under  
grant agreement No. 862919



Gruppo di ricerca di  
**Etologia applicata e Benessere Animale**

<https://benessereanimale.unimi.it/>

# Grazie!



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA  
E SCIENZE ANIMALI

