



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**INTELLIGENT MONITORING SYSTEM OF ENVIRONMENTAL  
BIOVARIABLES IN POULTRY FARMS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD ARTICULO CIENTÍFICO PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**Autores:**

Gabriela Brillith Chiluisa Velasco  
Johana Estefania Lagla Quinaluisa

Ing. David Rivas, *Tutor*  
Ing. Marcelo Álvarez, *Co-Tutor*



# IntelliSys 2020

3-4 September 2020 - Amsterdam, The Netherlands



[DOI:](#)

## Intelligent Monitoring System of Environmental Biovariables in Poultry Farms

Gabriela Chiluisa-Velasco, Johana Lagla-Quinaluisa, David Rivas-Lalaleo,  
Marcelo Alvarez-Veintimilla

Carrera Ingenieria Electrónica e Instrumentación

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Sangolqui-Ecuador

{gbchiluisa1,jelagla1,drrivas, rmalvarez}@espe.edu.ec



# FACTOR DE IMPACTO

also developed by scimago:



SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS



Scopus Preview

Author search Sources



Create account

Sign in

SJR

Enter Journal Title, ISSN or Publisher Name



menu

## Advances in Intelligent Systems and Computing

Country [Germany](#) - [SIR Ranking of Germany](#)

25

H Index

Subject Area and Category  
[Computer Science](#)  
[Computer Science \(miscellaneous\)](#)

[Engineering](#)  
[Control and Systems Engineering](#)

Publisher [Springer Science + Business Media](#)

Publication type  
Book Series

ISSN 21945357

Coverage 2005-ongoing

## Source details

[Feedback](#) [Compare sources](#)

### Advances in Intelligent Systems and Computing

Formerly known as: [Advances in Intelligent and Soft Computing](#)

Scopus coverage years: from 2005 to 2006, 2008, 2010, from 2012 to Present

Publisher: Springer Nature

ISSN: 2194-5357

Subject area: [Computer Science: General Computer Science](#) [Engineering: Control and Systems Engineering](#)

[View all documents](#)

[Set document alert](#)

[Save to source list](#)

CiteScore 2018

0.54



SJR 2018

0.174



SNIP 2018

0.434



ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# AGENDA

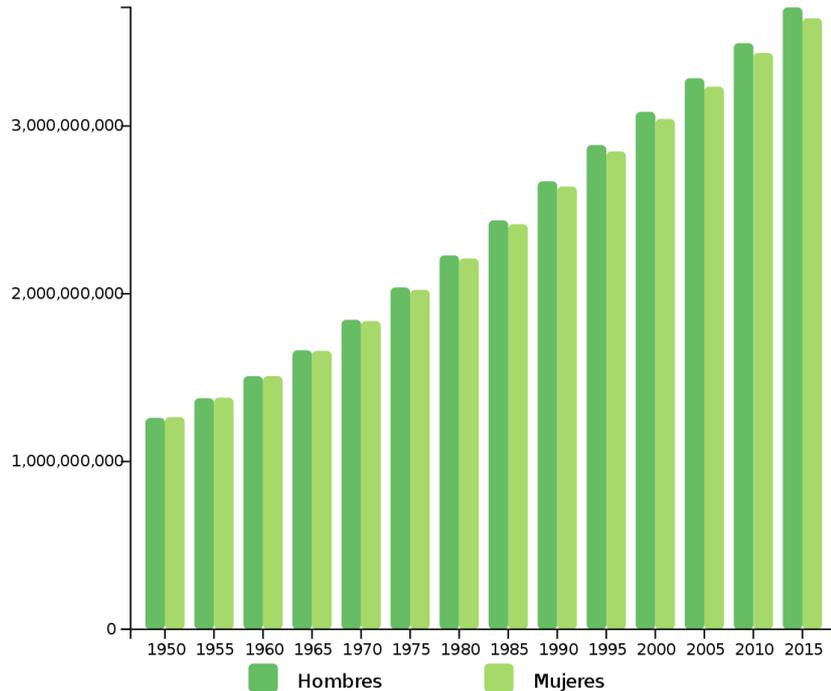
- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



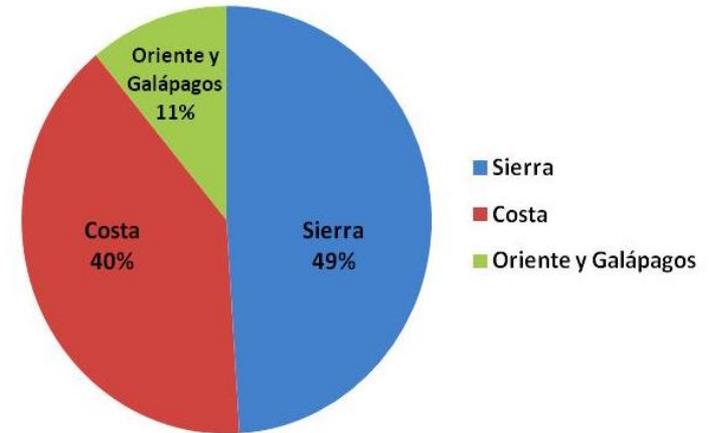
# INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

### Población mundial



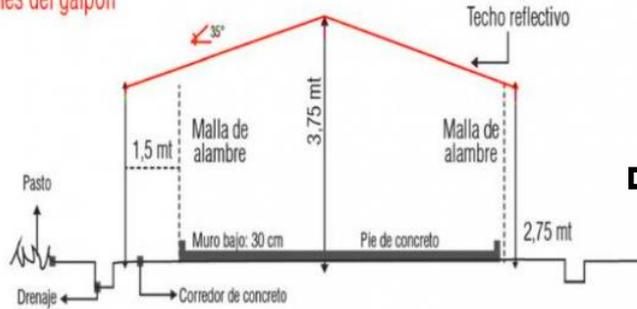
### Consumo de carne de pollos Broiler en las regiones del Ecuador



# INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

Dimensiones  
ideales del galpón



Infraestructura apropiada basadas en condiciones y parámetros del entorno como **temperatura, humedad y gases**

Pollos sanos y con el peso anhelado

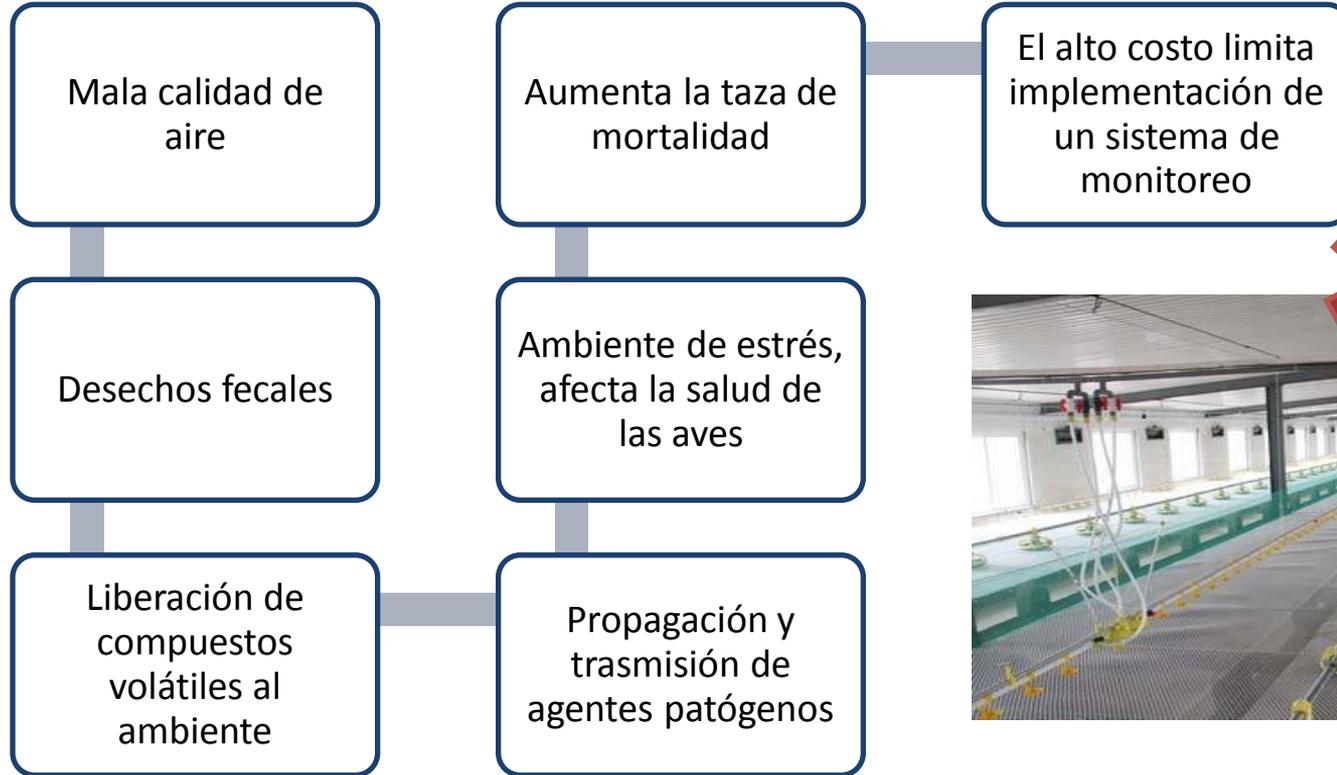
Rentabilidad y productividad del avicultor.



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# INTRODUCCIÓN

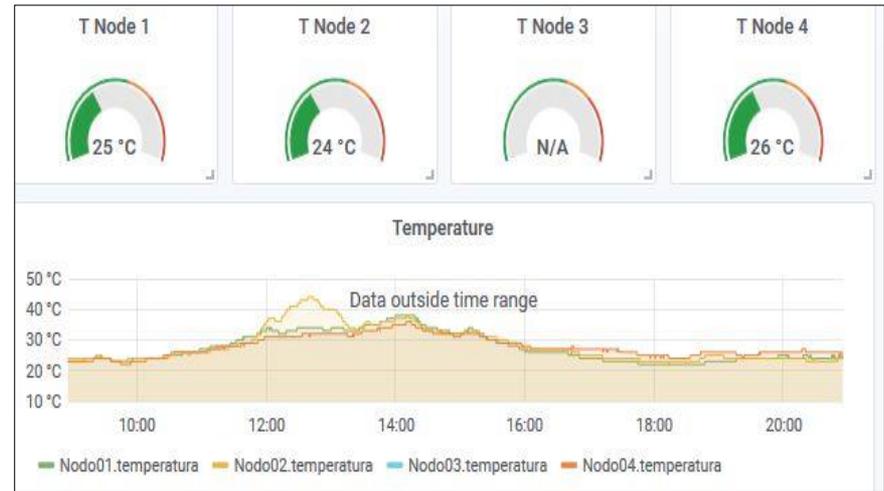
## PROBLEMÁTICA



# INTRODUCCIÓN

## OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo inteligente de biovariables ambientales en granjas avícolas



# INTRODUCCIÓN

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Seleccionar los sensores de temperatura, humedad y gases de acuerdo a los rangos requeridos en las granjas avícolas para el adecuado desarrollo de las aves.

Obtener las medidas de las biovariables ambientales, mediante la red de sensores, para almacenarlos en una base de datos y subirlas a la nube.

Realizar el procesamiento de las biovariables ambientales, mediante aprendizaje máquina, para visualizarlos en la interfaz humano-maquina local y remota.

Diseñar la interfaz humano-maquina remota (pagina web), para la visualización de los datos de las biovariables ambientales, en cualquier dispositivo inteligente.

Verificar el correcto funcionamiento del sistema implementado, para validarlo, mediante pruebas funcionales.

# INTRODUCCIÓN

## HIPÓTESIS

La red de sensores permitirá el monitoreo de las biovariables ambientales en entornos avícolas



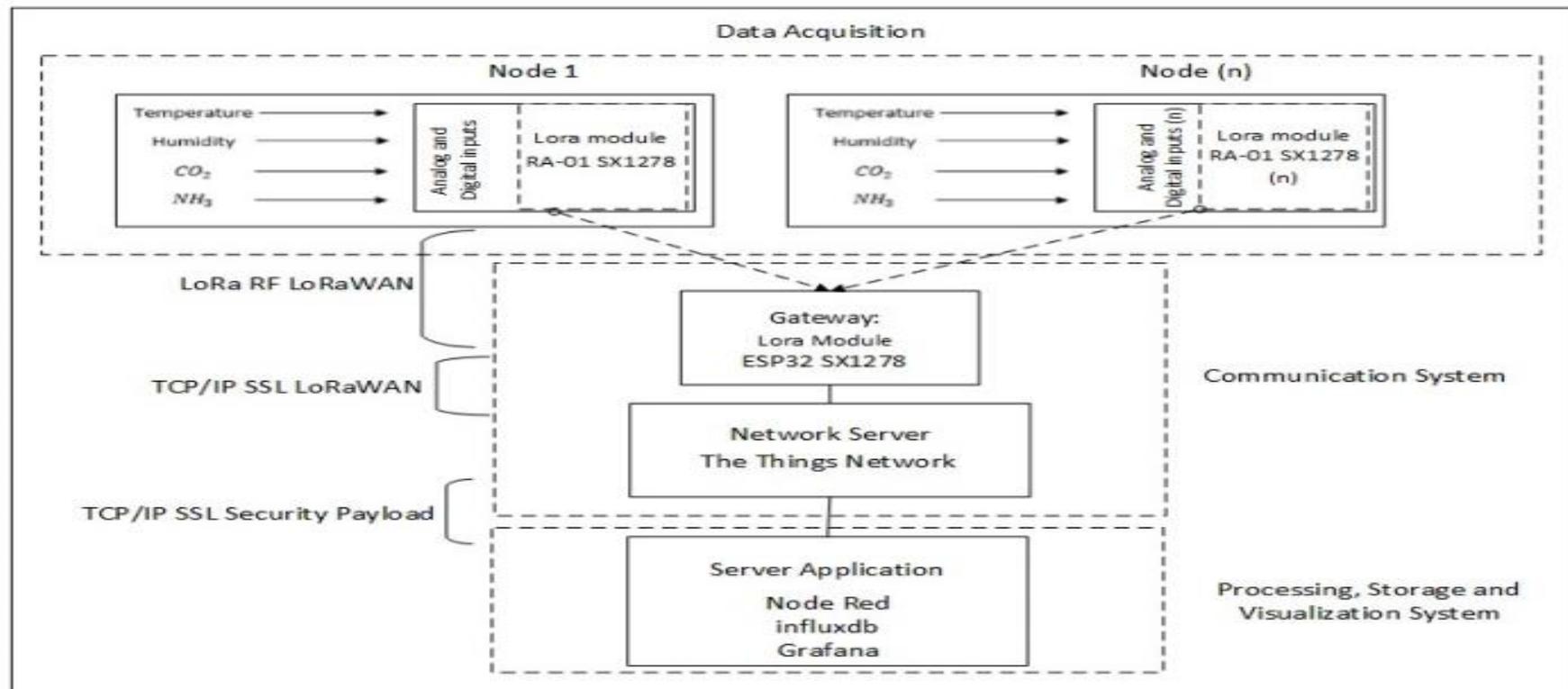
# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# METODOLOGÍA

## PROPUESTA



# METODOLOGÍA

## SISTEMA IMPLEMENTADO



**E S P E**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS

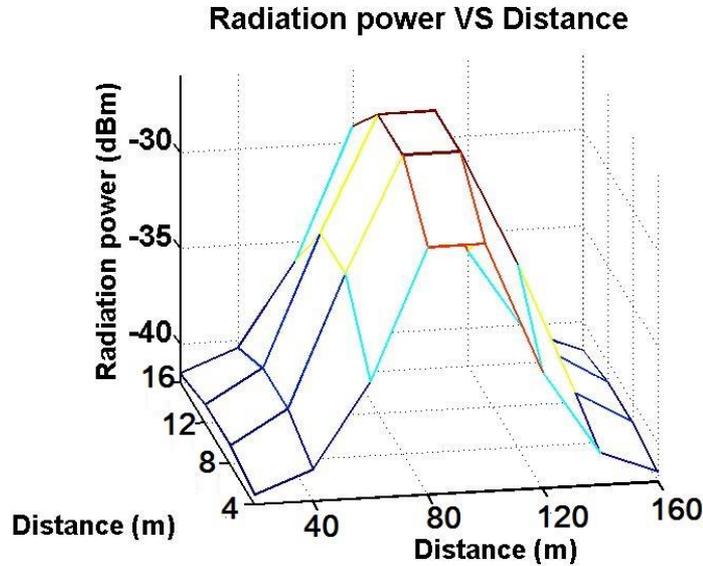


# EXPERIMENTACIÓN

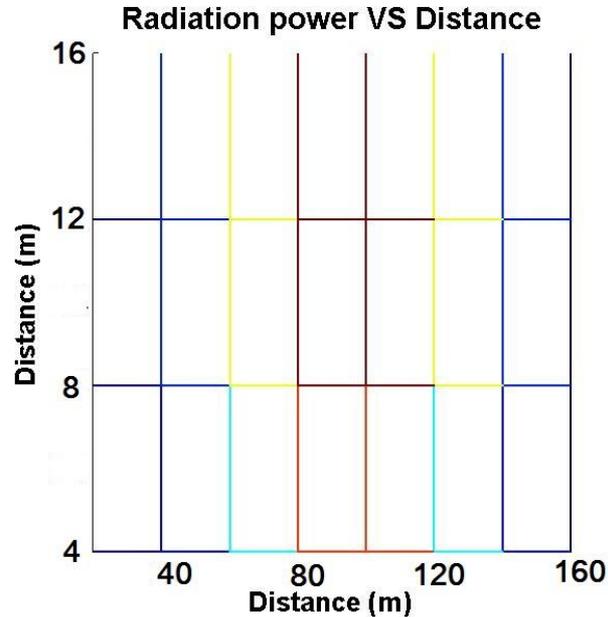
## COMUNICACIÓN

### COBERTURA EN EL INTERIOR DEL GALPÓN

Ubicación de puntos óptimos de los sensores dentro del galpón por medio de mediciones de potencia vs distancia



(a)



(b)

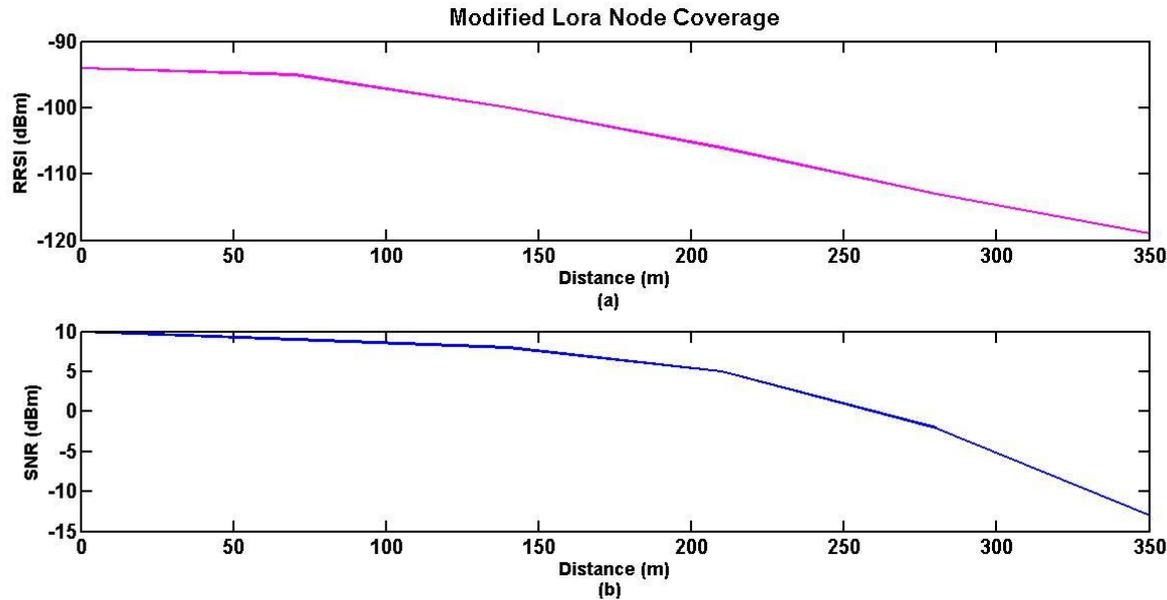


# EXPERIMENTACIÓN

## COMUNICACIÓN

### COBERTURA EN EXTERIORES DEL GALPÓN

Medición de la calidad de propagación respecto al alcance de medición, por medio del uso de un nodo repetidor, siendo un valor de 20 muestras cada 50m.



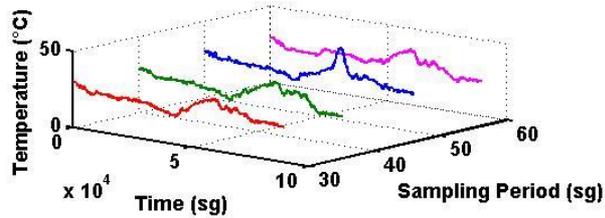
**RRSI:** Intensidad de la señal  
**SNR:** relación señal a ruido



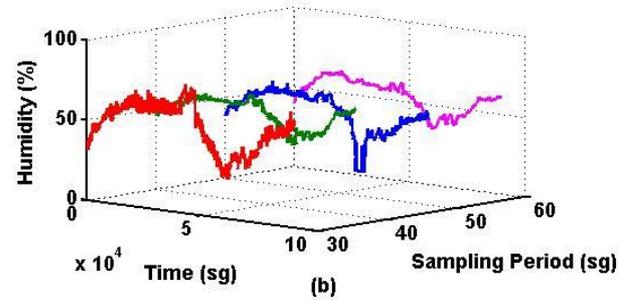
# EXPERIMENTACIÓN

## FRECUENCIA DE MUESTREO

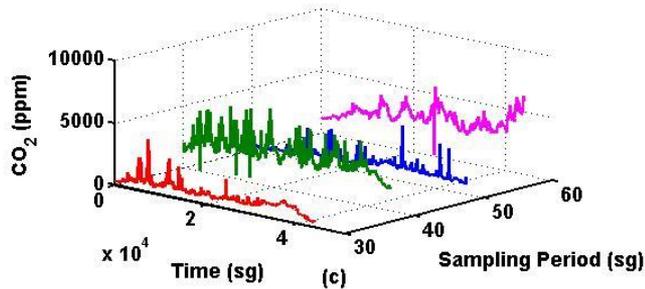
Determinación de la tasa de muestreo que mejor se ajuste a las variables medidas, con una muestra cada 30, 40, 50, 60 sg.



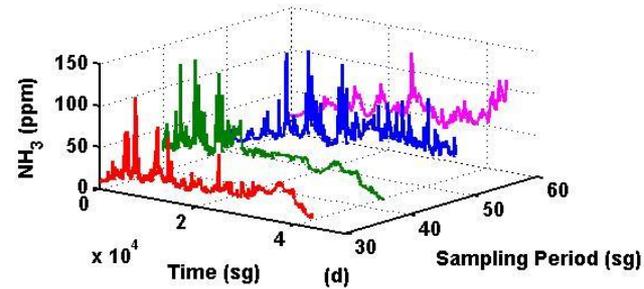
(a)



(b)



(c)



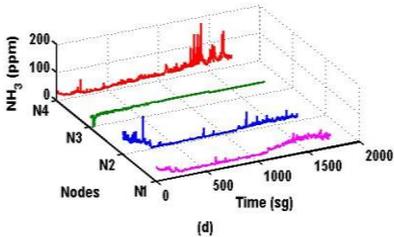
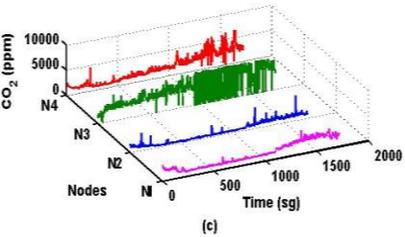
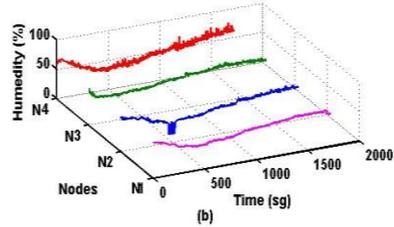
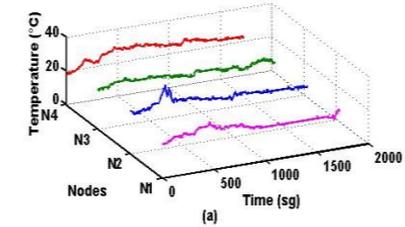
(d)



# EXPERIMENTACIÓN

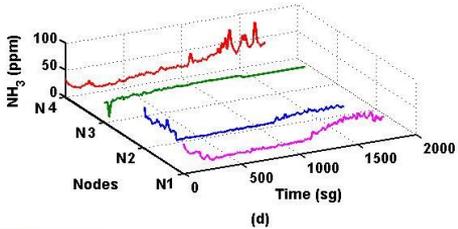
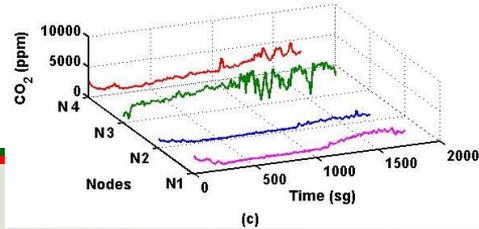
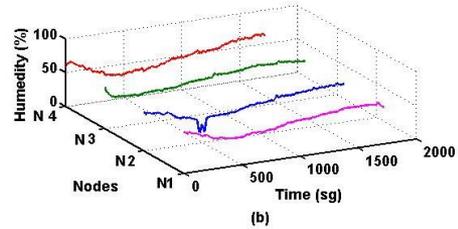
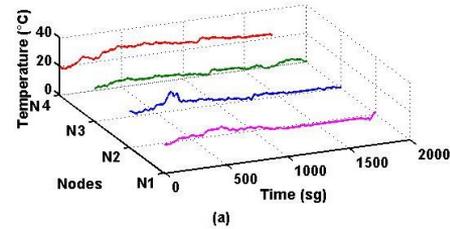
## PROCESAMIENTO DE DATOS

### FILTRO FIR



Datos obtenidos de las 7 semanas de vida del ave

Filtro FIR de orden 24

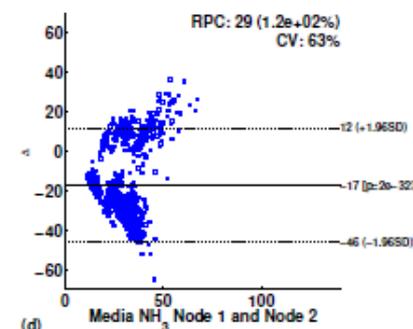
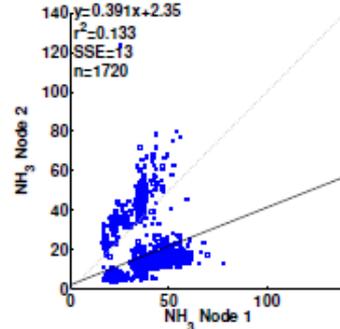
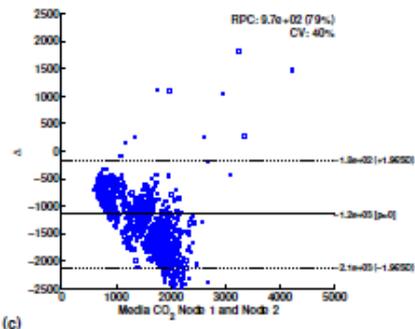
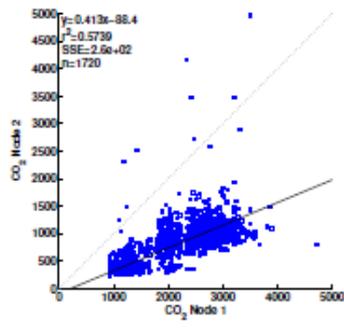
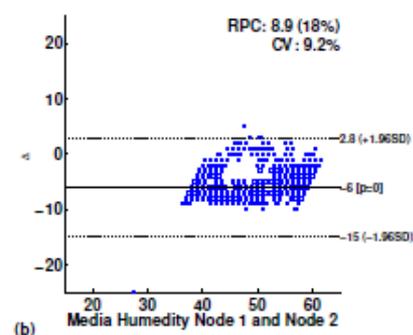
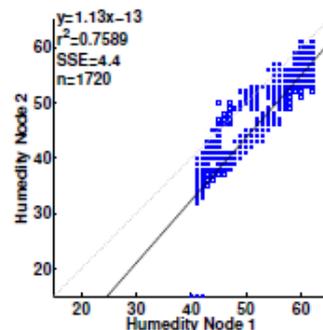
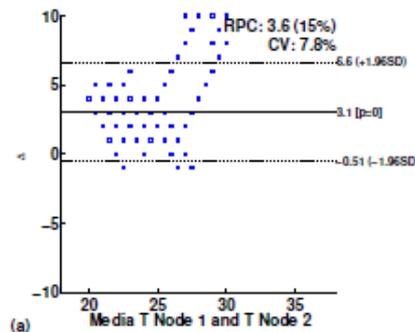
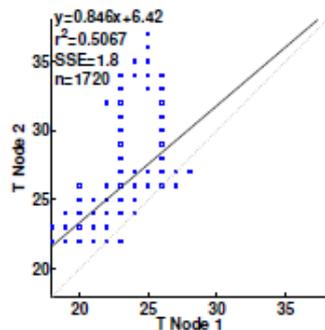


# EXPERIMENTACIÓN

## PROCESAMIENTO DE DATOS

### ANÁLISIS DE BLAND ALMANT

Para verificar la naturaleza de las señales se aplica el concepto de correlación mediante el criterio del análisis de Bland Almant del nodo 1 y el nodo 2 de las variables.



# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# RESULTADOS

## VALORES DE CORRELACIÓN DEL ANÁLISIS DE BLAND ALMANT

Los valores de correlación de temperatura y humedad presentan mejor características de estabilidad en la señal, presentando una baja correlación de los gases en especial del  $NH_3$

Variable	N1-N2	N1-N3	N1-N4	N2-N3	N2-N4	N3-N4
Temperature	0.71	0.56	0.44	0.53	0.22	0.08
Humidity	0.87	0.79	0.91	0.57	0.86	0.59
CO <sub>2</sub> Gas	0.75	0.11	0.72	0.11	0.55	0.19
NH <sub>3</sub> Gas	0.36	0.32	0.68	0.58	0.11	0.11



# RESULTADOS

## VALORES DE CORRELACIÓN DEL DISCRIMINANTE DE FISHER

Con las señales filtradas se selecciona los eventos en rangos bajos, medios y altos de las variables medidas según las fases de crecimiento del ave, entrenando el algoritmo inteligente, obteniendo valores del área bajo la curva (AUC) de cada una de las variables en las diferentes etapas de crecimiento durante los 147 días muestreados

Weeks	Variable/values	Low	Normal	High
Phase 1 [1-2]	Temperature	0.69	0.67	0.83
	Humidity	0.72	0.70	0.75
	CO <sub>2</sub> Gas	0.55	0.57	0.61
	NH <sub>3</sub> Gas	0.56	0.58	0.73
Phase 2 [3-4]	Temperature	0.78	0.78	0.87
	Humidity	0.82	0.80	0.85
	CO <sub>2</sub> Gas	0.52	0.60	0.71
	NH <sub>3</sub> Gas	0.51	0.62	0.76
Phase 3 [5-7]	Temperature	0.88	0.89	0.91
	Humidity	0.91	0.89	0.94
	CO <sub>2</sub> Gas	0.49	0.63	0.81
	NH <sub>3</sub> Gas	0.45	0.66	0.79



# RESULTADOS

## COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La implementación de una red de sensores remotos los cuales se comunican bajo tecnología LoRa permite el monitoreo de biovariables ambientales en entornos avícolas, las medidas obtenidas tienen un error inferior al 2% con respecto a los equipos patrones.



# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 PROCEDIMIENTO
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# CONCLUSIONES

- El sistema inteligente para monitorear los parámetros ambientales dentro de la granja avícola, mantiene registros de históricos y reporte de alarmas de eventos y predictivas de las biovariables, se ha diseñado he implementado para facilitar la gestión del avicultor.
- Cada nodo del sistema monitorea temperatura, humedad y concentración de gases con el uso de la tecnología de largo alcance, con los datos en la nube para fácil acceso desde la web.

## CONCLUSIONES

- Las biovariables ambientales medidas en entornos avícolas, son temperatura, humedad,  $CO_2$  y  $NH_3$  con la red de sensores implementada, la cual se caracteriza por colocar los nodos en distintas posiciones del entorno, permitió registrar los valores de las mismas, notándose que tanto la temperatura como la humedad presentan una correlación superior a 0.7 indistintamente de la posición de los nodos.
- Los gases  $CO_2$  y  $NH_3$  al ser variables volátiles, presentan una correlación inferior a 0.7 mostrando la necesidad de tomar muestras en distintos puntos del galpón pues las mismas son afectadas por variables externas, como corrientes de aire y concentración de animales en una sola zona.



# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 PROCEDIMIENTO
- 3 EXPERIMENTACIÓN
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



## TRABAJOS FUTUROS

- Después de este estudio, para este tipo de sistema, se puede considerar reducir el número de nodo sensores de temperatura y humedad que son variables estables y aumentar el número de nodos sensores de  $CO_2$  y  $NH_3$  que son variables volátiles.
- El análisis del sistema de clasificación se propone implementar un clasificador multivariable, el cual permita relacionar las cuatro variables entre sus distintas posiciones bajo, media y alto con respecto a la estabilidad del entorno de la granja.

# AGRADECIMIENTOS

Extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE así como al proyecto número 008-007-2017-07-27: "PLATANO Plataforma Tecnológica Inteligente de apoyo para pequeños y medianos productores agrícolas", liderado por la Universidad Politécnica Salesiana.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**INTELLIGENT MONITORING SYSTEM OF ENVIRONMENTAL  
BIOVARIABLES IN POULTRY FARMS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD ARTICULO CIENTÍFICO PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

Gabriela Brillith Chiluisa Velasco  
gbchiluisa1@espe.edu.ec  
Johana Estefania Lagla Quinaluisa  
jelagla1@espe.edu.ec

