



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“Internet de las cosas en los niveles de
contaminación sobre las áreas de crianza para el
establo ganadero Santa Cecilia”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autor:

Fernando Amilcar, Bernardo Upiachihua
Erik, Reynaga Valenzuela

Asesor:

Ing. Pedro Gilmer Castillo Dominguez

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por el regalo de la vida y la salud, por su amor, fortaleza y bendiciones diarias, por permitir culminar mi carrera y llegar a este instante tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Sr. Amilcar Bernardo y Sra. Leny Upiachihua, quienes con su paciencia y amor han luchado por impulsarme a seguir por el camino correcto, también a mis hermanos por su apoyo y fortaleza en todo momento de debilidad y desánimo.

Fernando Amilcar, Bernardo Upiachihua.

El Omnipotente ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mis abuelos, Glicerio Reynaga Altamirano e Isabel Sánchez Isla, por su paciencia, sugerencias y sobre todo por creer en mí.

A mis padres Luis Reynaga Sánchez y Luz Maiwa Valenzuela Rodríguez, no me equivoco en decirles que son los mejores del mundo, aunque estando lejos, pero bien concretos en mi corazón, depositando fielmente todo el amor, comprensión y confianza.

A mis hermanos por todos sus buenos deseos y consejos los quiero Mucho.

Erik, Reynaga Valenzuela

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Orlando Salazar Campos e Ing. Juan Miguel Deza Castillo con quienes se inició la investigación de este trabajo. Gracias por las sugerencias e ideas y sobre todo el apoyo brindado.

Al MV. Jaime Enrique Ruiz Barandarián, quien amablemente destinó parte de su tiempo, respondiendo todas las preguntas que se formuló, sin prisas ni interrupciones.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE ECUACIONES	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS	58
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	85
REFERENCIAS	88
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRINCIPALES ARQUITECTURAS EN EL PARADIGMA IOT	20
TABLA 2: COMPARACIÓN ENTRE LOS SENSORES DHT11 Y DHT22	24
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR MQ-135	26
TABLA 4: COMPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES	27
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE ALMACENAMIENTO	31
TABLA 6: CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD.....	31
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS DE PROGRAMACIÓN DEL SERVIDOR SQL	32
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MYSQL SERVER	33
TABLA 9: COMPARACIÓN ENTRE SQL Y MYSQL SERVER	33
TABLA 10: DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	40
TABLA 11: DATOS DE NIVEL AMBIENTE	43
TABLA 12: CRITERIOS DE NIVEL AMBIENTE	47
TABLA 13: DATOS DE NIVEL DE GAS.....	48
TABLA 14: CRITERIO DE NIVEL DE GAS	52
TABLA 15: DATOS DE TIEMPO.....	53
TABLA 16: RESULTADOS DE DIMENSIÓN AMBIENTE EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN.....	58
TABLA 17: ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DEL NIVEL DE HUMEDAD.....	65
TABLA 18: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	65
TABLA 19: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	65
TABLA 20: ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DEL NIVEL DE TEMPERATURA.....	66
TABLA 21: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	66

TABLA 22: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	67
TABLA 23: RESULTADOS DE DIMENSIÓN GAS EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN	68
TABLA 24: ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DEL NIVEL DE AMONIACO	74
TABLA 25: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	75
TABLA 26: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	75
TABLA 27: ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DEL NIVEL DE METANO	75
TABLA 28: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	76
TABLA 29: PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	76
TABLA 30: RESULTADOS DE DIMENSIÓN TIEMPO EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN	77
TABLA 31: ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DEL TIEMPO:	84
TABLA 32 PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	84
TABLA 33 PRUEBA Z PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES / PRUEBA BILATERAL	84
TABLA 34: MATRIZ DE CONSISTENCIA	94
TABLA 35: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES - TÉRMINO DEPENDIENTE	96

ÍDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 FÓRMULA PARA CALCULAR RAZÓN DE TIEMPO	57
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	97
FIGURA 2: MATRIZ DE VALIDACIÓN	98
FIGURA 3: DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	99
FIGURA 4: DIAGRAMA DE CLASES.....	99
FIGURA 5: FOMULARIO DE ACCESO – LOGIN.....	100
FIGURA 6: PANEL DE CONTROL – DASHBOARD	100
FIGURA 7: LECTURA DE AMONIACO	101
FIGURA 8: LECTURA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	101
FIGURA 9: DETECCIÓN DE AMONIACO Y NOTIFICACIÓN.....	102
FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN EN CAPAS - ENTIDAD.....	102
FIGURA 11: DISTRIBUCIÓN EN CAPAS - DAO.....	103
FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN EN CAPAS – BUSSINES.....	103
FIGURA 13: DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	104
FIGURA 14: DISEÑO DE ARQUITECTURA	104
FIGURA 15: DIAGRAMA DE COMPONENTES	105
FIGURA 16: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.....	105
FIGURA 17: SELECCIÓN DEL ÁREA DE CRIANZA A PROBAR	106
FIGURA 18: VISTA GENERAL DEL ÁREA DE CRIANZA	106
FIGURA 19: PREPARACIÓN DEL DISPOSITIVO RASPBERRY PI.....	106
FIGURA 20: PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE RASPBERRY PI.....	106
FIGURA 21: INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO RASPBERRY PI.....	106
FIGURA 22: TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL	106
FIGURA 23: CUADRO DE MANDO	106

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la influencia del internet de las cosas en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia.

El tipo de estudio en la investigación fue cuasi experimental con grupo de control no equivalente; con dos muestras de 167 lecturas de datos. Para la recolección de datos se hizo uso de cuadros de mando. Para el análisis de datos se utilizó la prueba Z y el software XLSTAT el cual facilitó el análisis de datos.

Las dimensiones establecidas para el monitoreo de nivel de contaminación son el nivel de gas, el nivel ambiente y tiempo. Los resultados que se obtuvo en la detección de niveles de contaminación, empleando internet de las cosas da un resultado del 93,584 % en detección de amoniaco, un 75,560 % en lo que respecta al metano, mientras un 40,204 % en humedad, en cuestión de temperatura un 24,108 % y finalizando el tiempo de contaminación fue 65400 segundos equivalente a 18 horas con 10 minutos; Demostrando, en todas las dimensiones un aumento considerable en la detección de factores de humedad, temperatura, amoniaco y metano. Para luego ser procesado y determinar si existe contaminación, de esta manera tomar decisiones concretas para realizar limpiezas en las áreas de crianza.

Con base en lo mencionado anteriormente, podemos concluir que el internet de las cosas tuvo una influencia positiva en el control de niveles de contaminación de las áreas de crianza.

Palabras clave: Internet de las cosas, monitoreo de contaminación, sistema web, sensores de humedad, sensores de temperatura, sensores detectores de gas.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of determining the influence of the Internet of Things in monitoring pollution levels on the breeding areas for the Santa Cecilia cattle ranch.

The type of study in the research was quasi-experimental with a non-equivalent control group; with two samples of 167 data readings. Data collection was made using dashboards. For the data analysis the Z test and the XLSTAT software were used which facilitated the data analysis.

The dimensions established for monitoring the level of contamination are the gas level, the ambient level and time. The results obtained in the detection of pollution levels, using internet of things gives a result of 93.584% in ammonia detection, 75.560% in respect to methane, while 40.204% in humidity, in a matter of temperature 24,108% and ending the contamination time was 65400 seconds equivalent to 18 hours with 10 minutes; Demonstrating, in all dimensions, a considerable increase in the detection of factors of humidity, temperature, ammonia and methane. To then be processed and determine if there is contamination, in this way make concrete decisions to perform cleaning in the breeding areas.

Base don the aforementioned, we can conclude that the Internet of Things had a positive influence on the control of pollution levels in the breeding areas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La mitigación de gases que contaminan el ambiente es uno de retos de la sociedad actual. Algunas actividades económicas son fuente de emisión de gases contaminantes, como es la avicultura, que presenta la mayor concentración y emisión de NH₃ comparada con otras explotaciones de animales. Este gas repercute en el desarrollo y bienestar de las aves; en altas concentraciones, influye en la proliferación de enfermedades oculares, respiratorias e incluso, contribuye al daño de la almohadilla plantar en pollos. En general, el amoníaco tiene repercusiones contaminantes en aire, suelo y agua; genera malos olores, altera pH y reciclaje de nutrientes del suelo; provoca eutrofización y contaminación de cuerpos de agua, y en situaciones graves, afecta la salud humana. (Cohuo, Salinas, Hernández, Hidalgo & Velasco, 2016)

En el aspecto internacional, la FAO afirma lo siguiente: La ganadería es uno de los principales emisores de gases que agravan el cambio climático y, en este aspecto negativo. Junto a ello, cerca del 70 % de las tierras dedicadas al pastoreo están degradadas, a lo que hay que sumar la deforestación para ampliar la frontera ganadera.

Una ganadería que siga en una senda de conflicto con el medio ambiente y con los esfuerzos para mitigar el cambio climático no tiene futuro en el mundo contemporáneo. (Berdegué, 2018)

Las muertes ocurridas en los predios están relacionadas con la presencia de enfermedades, entre estas se encuentra la EVB, la cual es una de las enfermedades que más se presenta en los hatos ganaderos de la subregión Montes de María (Sucre). Además, el manejo inadecuado de las excretas de los bovinos y el consumo de agua no apta para los animales (proveniente de pozos, jagüeyes). Son factores

predisponentes en la aparición de enfermedades del ganado en la subregión Montes de María. (Contreras, Martínez & Caraballo, 2017)

En cuanto al ámbito nacional, la estimación de la emisión de CH₄ proveniente de los diferentes sistemas de producción animal para el 2006 fue de 472 Gg (10.8 Mt de equivalentes de CO₂) lo que representa un incremento del 25% respecto a 1994, Mientras que la producción de estiércol para el 2006 contribuyó con solo 13.7 Gg/año, representando un incremento del 22%. De estos resultados el ganado vacuno representa el mayor contribuyente (64%) al total de emisión de CH₄ en el país seguida por los ovinos (17%) (Fernández, Garcia, & Gomez, 2007).

Asimismo, en el departamento de la Libertad en el distrito de Huanchaco, se encuentra ubicado la empresa ganadera Santa Cecilia, contando con una población total de 240 bovinos aproximadamente, categorizados por terneros de 0 a 4 meses de edad, crecimiento de 4 a 12 meses, vaquillas de 12 a 15 meses, vaquillonas de 15 a 24 meses, vacas en producción y seca mayores de 24 meses, separados en 12 corrales donde cada área posee alrededor de 20 vacunos. La empresa emplea horarios y turnos de limpieza que no son muy seguros de realizarse y precisos para el control de almacenamiento y transporte del estiércol originado por el ganado, porque existen aspectos como la humedad y temperatura que influyen en la descomposición de dicho estiércol, generando de esta manera problemas y pérdidas fuertes para la empresa; debido a la variación del cambio climático de la región, éste genera ciertas variaciones en el estiércol de las vacas como la liberación gases de amoníaco, metano entre otros, así mismo aumenta el estrés, los cuales intervienen en gran medida en la calidad de la leche producida por las vacas.

Para los antecedentes se consideran los siguientes estudios sobre el internet de las cosas y su aplicación en los diferentes sectores.

Los autores Mora, M., Ríos, L., Ríos, L., y Almario, J. (2017), en su artículo de revisión documental denominado “Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia”, buscan proporcionar la recopilación histórica del desenvolvimiento ganadero en su país, teniendo en cuenta la afectación que esta actividad ha generado sobre el suelo, detallan el proceso de análisis realizado en la actividad ganadera nacional y todas sus implicaciones medioambientales, valiéndose de revisión documental. Como resultados afirman que la ganadería se ha expandido sobre tierras apropiadas para usos agrícolas y forestales, como consecuencia es evidente la subutilización e ineficiencia en el uso de recursos, lo cual repercute en los campos social, económico y ambiental, por lo que concluyen que la problemática ambiental por la ganadería es bastante preocupante, los suelos se vienen afectando aceleradamente, por lo tanto, convocan de manera urgente a los entes del estado para que implementen medidas que conlleven a minimizar la problemática.

El autor Morazán, H. (2014), en la investigación “Emisión de amoníaco (NH_3) y gases con efecto invernadero (CH_4 y N_2O) en cerdos en crecimiento: efecto del nivel de proteína y fibra de la ración”, tuvo como objetivo evaluar la emisión de NH_3 y gases con efecto invernadero (CH_4 y N_2O), para ello elaboró 4 ensayos cada uno con un procedimiento metodológico distinto para la evaluación de la emisión de los gases. Como resultados se obtuvo que en el primer ensayo los niveles registrados fueron para el NH_3 y el CH_4 de 7.02 y 10.1 y 15.7 y 11.6 respectivamente, en el segundo ensayo se mostró la mayor producción potencial de CH_4 124.2, en el tercer ensayo los registros de la emisión fueron de 3.2 para el CH_4 , 0.42 el NH_3 y 0.043 el N_2O , en el cuarto ensayo la emisión total de gases de efecto invernadero y amoníaco fueron de 2.5 a 7.6 CH_4 y 1.8 a 8.5 NH_3 en relación con el peso de los animales. Por lo que se concluye que el muestreo continuo del aire a la entrada y salida de los compartimientos

y la medida, cada tres horas, permitió evaluar las variaciones en los niveles de emisión.

Además, de que la emisión de NH₃ incrementó con el desarrollo de los animales y con el nivel de proteína bruta de la ración.

Los autores Ruiz, L., Carcelén, F. y Sandoval, R. (2018), en la investigación “Evaluación de los indicadores de estrés calórico en las principales localidades de lechería intensiva del departamento de Lima, Perú”, tuvieron como objetivo evaluar los indicadores de estrés calórico en las principales localidades de lechería intensiva del departamento de Lima. Para lograr este objetivo realizaron el estudio en cinco localidades de importancia para la ganadería lechera del departamento de Lima, recolectando 6512 registros diarios de temperatura y humedad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía. Los resultados fueron que el índice de sobrecarga fue superior a 0 y el porcentaje de días según la severidad del estrés calórico. Se demuestra que el índice de sobrecarga fue mayor a 10 desde noviembre a mayo, la duración de estrés calórico fue mayor a 12 horas entre enero y abril. Por lo que se concluye que el ganado lechero en Lima está sometido a estrés calórico durante casi todo el año.

Los autores Iraola, J. y Dios, R. (2016), en la investigación titulada “Indicadores ambientales en el sector ganadero de bovinos de engorde”, tuvieron como objetivo definir un método de análisis relacionado con la implicación medioambiental de los sistemas de engorde de vacunos en pastoreo y en confinamiento, mediante la construcción de indicadores ambientales (IA). Para ello, se estudiaron las actividades de manejo potencialmente negativas al ambiente en estos sistemas. Como resultados, se demostró la funcionalidad del método desarrollado mediante la simulación de un ejemplo práctico donde se estimó el IAP para diez fincas de engorde de vacunos en pastoreo, llegando a la conclusión que el método propuesto permite el estudio y la evaluación de los impactos ambientales para la construcción de índices

medioambientales en otros sistemas de producción, donde se pueden sustituir las actividades del ganado de engorde por las que correspondan.

Los autores Vite, H., Vargas, O., Vargas, L., y Vargas, J. (2018), en la investigación titulada “Internet de las cosas aplicado a la producción agropecuaria”, tuvieron como fin identificar la importancia del uso del IoT en las ciencias agropecuarias, estableciendo su ámbito de trabajo y los componentes que permiten su ejecución. Para llevarlo a cabo se plantean casos aplicativos, con la finalidad de establecer como IoT tributa al desarrollo de nuevos e innovadores productos y servicios, generando una cultura tecnológica en las áreas productivas, detallan los beneficios económicos y las proyecciones en el sector agropecuario. Los resultados fueron nulos con el desarrollo de IoT en la producción animal, sin embargo, concluyeron que en un futuro cercano se empiece a desarrollar conceptos que fundamenten su importancia al productor.

Los autores Quiroga, E., Jaramillo, S., Campo, W., y Chanchí, G. (2016), en la investigación “Propuesta de una arquitectura para agricultura de precisión soportada en IoT”, tuvieron como objetivo proponer una arquitectura para la agricultura de precisión soportada en IoT. Diseñaron una estructura basada en la arquitectura lambda, considerando varias capas como captura de datos, almacenamiento, procesamiento y consulta. Los resultados obtenidos fueron el diseño, implementación y despliegue de una arquitectura soportada en IoT en un escenario de agricultura de precisión, llegando a la conclusión que podría evaluarse esta propuesta arquitectónica en otros contextos de aplicación donde se requiera la captura de altos volúmenes de datos para realizar un procesamiento de estos en tiempo real.

Los autores Guerrero, J., Estrada, F., Medina, M., Rivera, G., Alcazar, J., Maldonado, C., Toledo, D., y Lopez, V. (2017), en la investigación “SGreenH-IoT:

Plataforma IoT para Agricultura de Precisión”, tuvieron como objetivo presentar una plataforma IoT de bajo costo y consumo energético para la monitorización de campos de cultivo e invernaderos. Desarrollaron una plataforma conformada por 4 capas, un protocolo de comunicación, el diseño de un nodo de bajo costo y consumo de energía y una aplicación web para la visualización. Los resultados obtenidos muestran el funcionamiento efectivo de la plataforma para la recolección de datos y la integración con la toma de decisiones, concluyendo que IoT es ampliamente usado en la conexión de dispositivos y la recolección de información.

Los autores Cangrejo, D., y Hernández, D. (2019) en la investigación “Sistema de apoyo a la prevención del abigeato de ganado bovino utilizando tecnologías IOT y Cloud”, tuvieron como objetivo reducir el abigeato en las zonas ganaderas de Une, Cundinamarca. Desarrollaron un sistema de monitoreo que permite a los ganaderos tener información en tiempo real sobre la ubicación de los animales, mediante el uso de la tecnología IoT y Cloud. Los resultados muestran una cerca virtual a pequeña escala con las características del terreno, permitiendo que los ganaderos estén enterados si el ganado sale de la propiedad, gracias a una alarma que se activa cuando esto suceda. Por lo que concluyeron que el sistema de monitoreo se adapta al terreno establecido por el cliente, y que la información puede visualizarse desde la web, la misma que se va actualizando cada 5 segundos.

Los autores Gómez, J., Castaño, S., Mercado, T., García, J., y Fernández, A. (2017) en la investigación “Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos”, tuvieron como propósito recopilar datos en tiempo real para analizarlos y permitan la toma de decisiones por parte del sistema y el agricultor. Desarrollaron un sistema web para recolectar información de parámetros relacionados con el desarrollo y crecimiento de los cultivos. Los resultados obtenidos demuestran

que el sistema provee completa información del estado de los parámetros en tiempo real mostrándose en la app web, concluyeron que la información obtenida por el sistema ayuda de manera oportuna a la toma de decisiones que logrará mantener el crecimiento y desarrollo de los cultivos según las metas de producción trazadas.

Los autores Ariza, P., Morales, R., Piñeres, M., y Melendez, F. (2019) en la investigación “Teleagro: IOT Applications for the Georeferencing and Detection of Zeal in Cattle”, proponen el desarrollo de una plataforma tecnológica que combine hardware, software y sistemas de comunicaciones de última tecnología y con estándares abiertos para proporcionar una solución económica y confiable a la industria ganadera colombiana y latinoamericana. Para lograr este objetivo socializan las diferentes etapas desarrolladas para obtener un prototipo validado con la entidad beneficiaria y sus respectivos resultados.

Los autores Utstumo, T., Brevik, A., Urdal, F., Dorum, J., Netland, J., Overskeid, O., Berge, T., y Gravdahl, J. (2019) en su trabajo de investigación “Robotic in-row weed control in vegetables”, tuvieron como propósito separar los cultivos de hortalizas sembrados de la maleza. Para lograr este objetivo presentan un robot que utiliza técnicas de crecimiento sistemáticas para navegar y operar en el campo, mediante el uso de la visión artificial, separa la maleza dentro de las hileras aplicándoles gotas de herbicida sin afectar el cultivo. Como resultado obtienen una reducción significativa en el uso de herbicidas y permite el uso de herbicidas que de otro modo dañarían el cultivo. Por lo que concluyeron que el robot y el sistema DoD representan un cambio de paradigma hacia el impacto ambiental y los riesgos para la salud del control de malezas, al tiempo que proporcionan una herramienta valiosa para los productores.

Los autores Berra, E., Cuautle, J., García, A., Pérez, M., y Piñón M. (2019) en la investigación “Desarrollo de sistemas de Automatización con Internet de las Cosas

para invernaderos adaptables a espacios reducidos”, tuvieron como objetivo presentar avances en el diseño de un prototipo de invernadero automatizado con Internet de las Cosas, que contribuya a complementar actividades de enseñanza y aprendizaje mediante la metodología de aprendizaje basado en proyecto (ABP). Para lograr esto diseñan un invernadero con un sistema de técnica de película nutriente de flujo laminar con dimensiones caseras que incorpore componentes de monitoreo en tiempo real, a través de una aplicación digital de interfaz gráfica. Por lo que concluyen que la implementación, desarrollo y resultados que se pueden obtener dependen de factores como la disponibilidad de la tecnología, la posibilidad de aprendizaje, los fondos para la realización de proyectos, la cultura alimentaria de las diferentes zonas del país.

Finalmente, una última investigación perteneciente a los autores Derguech, W., Bruke, E., Curry, E. (2014) titulado “An automatic approach to Real-Time predictive analytics using Open Data and Internet of Things”, tuvieron como caso de estudio la predicción del uso de energía de un edificio utilizando datos abiertos e IoT. Para lograr esto proponen una solución de dos pasos: (1) Gestión de datos: recopilación, filtrado y almacenamiento y (2) Análisis de datos: selección y predicción de fuentes. Este trabajo ha sido evaluado en entornos reales utilizando sensores IoT y datos meteorológicos abiertos. Los resultados obtenidos muestran que el sistema cumple con los requisitos de autoconfiguración y autorreparación por lo que se llegó a la conclusión de que a futuro podría lograrse un comportamiento totalmente autónomo con mejoras en IoT.

Por otro lado, la presente investigación se justifica porque permite identificar y notificar constantemente en tiempo real los niveles de contaminación de las diversas áreas de crianza de ganado del establo, debido a que los resultados son más precisos

mediante el uso de sensores que detectan gases tóxicos, humedad y temperatura, permitiendo tomar decisiones adecuadas de limpieza por parte de la administración.

Además, servirá como base para otras investigaciones similares en el sector agropecuario, ya que el sistema basado en internet de las cosas se adecúa a distintos ambientes de granjas o establos.

Asimismo, apoyará a otras empresas similares de crianza de animales a mejorar la gestión de limpieza, teniendo como base valores más exactos de contaminación, de esta manera innova la forma de desarrollar sus actividades dentro del rubro de establos ganaderos minimizando el estrés en las vacas lecheras obteniendo un impacto positivo en la producción y calidad de leche, satisfaciendo al empresario, empleados y clientes directos consumidores de lácteos; así mismo ganando una imagen consolidada y preparándose para obtener certificaciones de sistemas de calidad.

También tendrá un impacto en la parte financiera, reduciendo costos de contratación de especialistas de salud ganadero como son zootecnistas, médicos veterinarios; del mismo modo en productos desinfectantes, pesticidas entre otros.

Como última justificación, la aplicación contribuye al cuidado del medio ambiente por tener datos fidedignos de contaminación, de esta manera se realizará limpiezas más adecuadas en el establo, previniendo enfermedades y epidemias para los animales y personas.

Por otra parte, las limitaciones a las cuales nos enfrentamos en el desarrollo del proyecto residen en la escasez bibliográfica sobre estudios de obtención de gases contaminantes en el sector ganadero, lo que conlleva a extrapolar la información existente sobre el tema en el campo de la agricultura hacia la ganadería.

Los responsables de la Ganadería Santa Cecilia no disponen de mucho tiempo para facilitarnos datos inequívocos. Frente a este problema, el equipo de investigación

ha realizado un horario de visita en acuerdo con la empresa y así tomar la información más relevante para poder concluir con la investigación.

Las áreas de crianza están construidas con material rústico el cual impide en realizar una ubicación del equipo que contiene los sensores, para eso se diseñó una cubierta adecuado para el ambiente.

Conjuntamente, con este trabajo de investigación se recogieron conceptos como:

Internet de las Cosas (IOT)

Definición de IOT. IoT es considerarla como una red que interconecta objetos físicos y virtuales valiéndose de Internet. Tales dispositivos utilizan software embebido, que le permite no solo la conectividad a internet, sino que además brindan servicios en función de acciones dictadas remotamente las cuales pueden ser resultado de eventos específicos o del aprendizaje de la información recibida. En resumen, se trata de la interconexión digital de los objetos. (Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. 2016)

El internet de las cosas es el escenario donde las personas, objetos o cosas, tienen identificadores únicos con los que existe la posibilidad de transferir datos propios de ellos a través de la red, sin necesidad de la interacción entre persona – persona o persona – ordenador. Todo esto es posible gracias a la significativa evolución de las tecnologías inalámbricas, sistemas electromecánicos y el mismo internet. El IoT ha tenido una gran explosión de popularidad debido a que los materiales de producción y conexión, como sensores, procesadores, memorias e incluso el mismo internet, son cada vez más baratos y asequibles para quienes habitamos este planeta. (Terán, I. 2015)

Por lo general, el término Internet de las Cosas se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo

que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. Sin embargo, no existe ninguna definición única y universal. (Rose, Eldridge & Chapin, 2015)

Dominio de sensores. En esta capa se ubican las redes de sensores inalámbricas (WSN) y los dispositivos (motes) IoT que integran transductores, sensores y actuadores.

Tabla 1: Principales arquitecturas en el paradigma IoT

Arquitectura	Descripción	Fuente
Cuatro capas	Capa de sensor, capa de concentrador y red, capa de administración de servicio y por último, capa de aplicación.	(Hegde, 2010) (Chen & Jin, 2012)
Cinco capas ITU	Capa de sensado, la capa de acceso, la capa de red, la capa de mediación y las capas de aplicación.	(Chen & Jin, 2012)
Alertas con Raspberry PI y Modem NBN.	Solución IoT basada en alerta de luz proyectada y sonido por medio de una tarjeta Raspberry Pi (Tarjeta de desarrollo), un modem NBN, una fuente de alimentación de la red y una batería de respaldo.	(Gill, Phennel, Lane, & Phung, 2016)
Tres capas	Capas para dispositivos, transmisión y lógica para el control, siendo tales capas: las redes de sensores inalámbricas, la red de transmisión y, el monitoreo de datos y central de análisis.	(Honghui et al., 2017)
ICN (Information Centric Networking)	Tiene como componente clave el concentrador que actúa como un elemento de comunicación intermediario entre los clientes y los dispositivos IoT. Promueve comunicación a un dispositivo IoT en dos categorías: 1) información que es dinámicamente generada por la recepción de controles primitivos; 2) información disponible en el dispositivo.	(Suarez et al., 2016)
IoT – Bigdata – Data Mining	Aplican dos técnicas llamadas Canonical Polyadic Decomposition (CPD) y Tensor-Train Network (TT) para optimizar el agrupamiento de datos en sistemas IoT, logrando una alta tasa de compresión para muestras heterogéneas y así el ahorro significativo de espacio de memoria, lo que hace posible el agrupamiento de grandes volúmenes de datos con dispositivos de gama baja.	(Zhang, Yang, Chen, & Li, 2017)
Tres capas común	Una capa de aplicación (agregar datos, guardarlos, analizarlos y monitorearlos), una capa de red (administración de red y procesamiento de datos) y la capa de percepción (redes de sensores y actuadores), se hace uso de esta arquitectura para promover una solución de recolección de datos, análisis y transmisión para el desarrollo de una base de seguridad y monitoreo de dispositivos para la agricultura.	(Kodali, Soratkal, & Boppana, 2017), (Lin & Yu, 2013) y (Wu, Liu, Li, & Wang, 2014)
IoT Nube	Con técnicas de procesamiento y minería de datos, han tomado singular relevancia las plataformas en la nube como; software como un Servicio (SaaS), Plataforma como un Servicio (PaaS) e Infraestructura como un Servicio (IaaS) todas con siglas en inglés, que proporcionan herramientas para las diferentes aplicaciones IoT.	(Kataoka, Uchihira, & Ikawa, 2016)
IoT, WSN y Machine Learning	Usa una arquitectura de red inalámbrica WSN (Wireless Sensor Network) usando dispositivos Xbee que según (XBee.cl, 2018) “son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para	(Patil & Thorat, 2016)

	interconexión y comunicación entre dispositivos utilizando el protocolo IEEE 802.15.4 y Zigbee”, entre tanto, en un servidor se analizan las entradas de datos con reglas pre establecidas para emitir alertas tempranas por medio de mensajes.	
Nodo de sensores	Se agrupan tipos de nodos como de lectura de gases (contaminantes de aire, CO ₂ , O ₂ y NO ₂) y de condiciones ambientales (temperatura, humedad y aceleración), los datos de los nodos son transmitidos por medio de ZigBee a una estación base para ser procesados y así crear un árbol de decisión y clasificaciones de los datos como traducciones para el usuario, el producto de este estudio es una matriz difusa para predecir condiciones basadas en el conocimiento del sistema.	(Edwards Murphy, Magno, Whelan, O’Halloran, & Popovici, 2016)
EPC (Electronic Product Code)	Soporta radiofrecuencia y es una iniciativa para innovar y desarrollar estándares impulsados por la industria, algunos componentes desarrollados en ella incluyen: soporte extendido de datos estáticos, integración a datos dinámicos, compatibilidad con dispositivos que no son IP, integración de una interface de actuador, integración opcional de agentes de software y servicios de descubrimiento ampliados y federados.	(Uckelmann et al., 2011)

Fuente: Revista Espacios. (2019). Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura

Sensores

Definición de Sensor. Un sensor es un dispositivo que responde a propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico, etc.; generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición. Normalmente las señales obtenidas a partir de un sensor son de pequeña magnitud y necesitan ser tratadas convenientemente en aspectos de amplificación y filtrado. Si a un elemento sensor se le adjunta un dispositivo de acondicionamiento de la señal, entonces se le denomina transductor. (Velásquez, J. 2005)

Clasificación de Sensores. Desde el punto de vista de la forma de la variable de salida, los sensores se pueden clasificar en dos grupos: analógicos, en los que la señal de salida es una señal continua, analógica; y digitales, que transforman la variable medida en una señal digital, a modo de pulsos o bits.

- ✓ Sensores analógicos. Suministran una señal proporcional a una variable analógica, como pueden ser presión, temperatura, velocidad, posición.

- ✓ Sensores digitales o "Todo o Nada". Este tipo de captador suministra una señal que solamente tiene dos estados, asociados al cierre o apertura de un contacto eléctrico, o bien, a la conducción o corte de un interruptor estático como transistor a tiristor. Son los más utilizados en la automatización de movimiento y adoptan diferentes formas: detector de proximidad inductivo, capacitivo, óptico, magnético, entre otros.

Características generales de los sensores. Generalmente a los sensores se les debe exigir una serie de características:

- ✓ **Exactitud.** Debe poder detectar el valor verdadero de la variable sin errores sistemáticos. Sobre varias mediciones, la desviación de los errores cometidos debe tender a cero.
- ✓ **Precisión.** Una medida será más precisa que otra si los posibles errores aleatorios en la medición son menores.
- ✓ **Rango de funcionamiento.** Debe tener un amplio rango de funcionamiento, es decir, debe ser capaz de medir de manera exacta y precisa un amplio abanico de valores de la magnitud correspondiente.
- ✓ **Velocidad de respuesta.** Debe responder a los cambios de la variable a medir en un tiempo mínimo. Lo ideal sería que la respuesta fuera instantánea.
- ✓ **Calibración.** Es el proceso mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida que produce el sensor. La calibración debe poder realizarse de manera sencilla y además el sensor no debe precisar una recalibración frecuente.
- ✓ **Fiabilidad.** Debe ser fiable, es decir, no debe estar sujeto a fallos inesperados durante su funcionamiento.

- ✓ **Coste.** El coste para comprar, instalar y manejar el sensor debe ser lo más bajo posible

Sensor de temperatura. Los sensores de temperatura se utilizan en diversas aplicaciones tales como aplicaciones para la elaboración de alimentos, climatización para control ambiental, dispositivos médicos, manipulación de productos químicos y control de dispositivos en el sector automotriz (p. ej., refrigerantes, ingreso de aire, temperaturas del cabezal de cilindro, etc.). Los sensores de temperatura se utilizan para medir el calor para asegurar que el proceso se encuentre, o bien dentro de un cierto rango, lo que proporciona seguridad en el uso de la aplicación, o bien en cumplimiento de una condición obligatoria cuando se trata de calor extremo, riesgos, o puntos de medición inaccesibles.

Hay dos variedades principales: sensores de temperatura con contacto y sin contacto. Los sensores de contacto incluyen termopares y termistores que hacen contacto con el objeto a medir, y los sensores sin contacto se encargan de medir la radiación térmica emitida por una fuente de calor para determinar su temperatura. Este último grupo mide la temperatura a distancia y a menudo se utilizan en entornos peligrosos. (Mathas, C, 2011)

Sensores de temperatura DTH11 y DTH22. Los sensores DHT11 y DHT22 son los más básicos y los más utilizados para implementarlos con Arduino, estos sensores están compuestos en dos partes, un sensor de humedad capacitivo y un termistor, también constan de un circuito integrado básico en el interior que hace la conversión de analógico a digital y este envía una señal digital con la temperatura y la humedad (ABCElectronica, sf).

Tabla 2: Comparación entre los sensores DHT11 y DHT22

DHT11	DHT22
Alimentación de 3.3V a 5VDC	Alimentación de 3.3V a 6VDC
Corriente máxima 2.5mA durante la conversión	Corriente máxima 2.5mA durante la conversión
Lectura de humedad con un +/- 5% de precisión	Lectura de humedad con un +/- 3% a 5% de precisión
Lectura de temperatura con un +/- 2°C de precisión	Lectura de temperatura con un +/- 0.5°C de precisión
Capaz de medir humedad de 20% a 80%	Capaz de medir humedad de 0% a 100%
Capaz de medir temperatura de 0 a 50°C	Capaz de medir temperatura de -40°C a 125°C
No más de 1 Hz en velocidad de muestreo (una vez cada segundo)	No más de 0.5Hz en velocidad de muestreo (una vez cada dos seg)
Dimensiones: 15.5mm x 12mm x 5.5mm	Dimensiones: 15.1mm x 25mm x 7.7mm

Fuente: D-Robotics. (2010). DTH11 Humidity & Temperature Sensor. Aosong Electronics. Digital-output relative humidity & temperatura sensor/module.

De acuerdo a las características de DTH22 es un sensor ligeramente más preciso y cuenta con un rango un poco mayor. Ambos utilizan un único pin digital de salida y son lentos en cierto aspecto, ya que no se puede consultar más de una vez cada uno o dos segundos.

Sensor para el control de calidad del aire, detectores de gas. Los sensores para la detección de gases y vapores son transductores que usan ciertas propiedades de los gases para la conversión en una señal eléctrica adecuada. Especialmente tres principios de medición se han hecho dominantes en las décadas recientes de la detección industrial de gases: sensores electroquímicos, sensores de perla catalítica y sensores infrarrojos. (Dräger, 2010)

Sensores según el gas que detectan

✓ **Dióxido de carbono y amoníaco,** Puede ser mortal en un ambiente cerrado carente de ventilación. Se produce por escapes en los dispositivos de refrigeración y en botellas.

✓ **Monóxido de carbono**, Se genera por la mala o parcial combustión de combustibles. Por ejemplo: puede producirse a partir del mal funcionamiento de una estufa o caldera, cuando el ambiente no está bien ventilado.

✓ **Dióxido de azufre**, Se compone de azufre y derivados de éste como el carbón, que forman un ácido al disolverse en el agua. Su olor es muy característico y produce asfixia. Aunque es incoloro, se caracteriza por ser el doble de pesado que el aire y por eso tiende a ir hacia el suelo.

✓ **Cloro**, Su color es verde amarillento, su olor es penetrante, corrosivo, y se trata de un gas pesado que pueden absorber muchos elementos. No obstante, su conducta hace más compleja su detección. Se usa principalmente para limpiar piscinas, para purificar el agua y para blanquear objetos.

✓ **Sulfuro de hidrogeno**, Se le reconoce por el desagradable olor que produce, dado que se genera por la descomposición de materiales orgánicos. Si su concentración es significativa puede producir una parálisis. Suele aparecer en túneles por debajo de la tierra.

✓ **Oxígeno**, Lo mortal es que esté es un nivel de 20.9% y su escasez produce agotamiento físico y afecta mentalmente a las personas.

Sensor de control de calidad del aire MQ135. Este sensor es usado para la detección de contaminación en el medio ambiente, por lo general es implementado en circuitos de control como alarmas en las casas, sitios donde se desea prevenir altos niveles de contaminación a nivel aeróbico como industrias que manejan compuestos químicos que pueden ser nocivos también para la salud, especialmente en equipos controladores de calidad de aire en edificios/oficinas. Este sensor se encarga de la detección de concentración de gas en diversos porcentajes, tal y como lo son sus análogos MQ-3/4/5. (Hanwei, sf)

Tabla 3: Características del Sensor MQ-135

Criterio	Característica
Modelo	MQ-135
Voltaje de operación	5V
Corriente de operación	150mA
Potencia de consumo	800mW
Resistencia de carga	Potenciómetro Ajustable
Resistencia de sensado	30Ka – 200Ka
Detección de partes por millón	10ppm – 1000ppm
Concentración detectable	Amoniaco, sulfuro, benceno, humo
Tasa de concentración	<= 0.6
Concentración de oxígeno	2% - 21%
Humedad de operación	<95%
Temperatura de operación	-20°C – 70°C

Fuente: Winsen. (2015). Air Quality Gas Sensor (Model: MQ135).

Raspberry PI. La placa Raspberry Pi en miniatura, aguarda en su interior un importante poder de cómputo en un tamaño no más grande que el de una tarjeta de crédito. Es capaz de realizar cosas extraordinarias, pero antes de ser utilizado es importante tener en cuenta algunas cosas que se necesita conocer primero.

Los tres modelos de Raspberry Pi más conocidos en el mercado son: el Raspberry PI 2 Modelo A, Raspberry PI 2 Modelo B y el Raspberry PI 3 Modelo B. Aunque existen diferencias ambos comparten un monton de similitudes. (Upton & Halfacree, 2014)

Sistema Operativo para Raspberry PI. La mayoría de las PCs y laptops disponibles hoy en día funcionan con alguno de estos dos sistemas operativos: Microsoft Windows o Apple OS X. Ambas plataformas son de código cerrado, creados en un ambiente reservado utilizando técnicas patentadas. Estos sistemas operativos son conocidos como de código cerrado por la naturaleza de su código fuente, es decir, la receta en lenguaje de computadora que le dice al sistema que hacer. En el software de código cerrado, esta receta es mantenida como un secreto muy bien guardado. Los usuarios pueden obtener el software terminado, pero nunca ver cómo está hecho. La Raspberry Pi, por el contrario, está diseñada para ejecutar un sistema operativo

llamado GNU/Linux. A diferencia de Windows u OS X, Linux es de código abierto. Esto quiere decir que es posible descargar el código fuente del sistema operativo por completo y hacer los cambios que uno desee. Nada es ocultado, y todos los cambios hechos están a la vista del público. Este espíritu de desarrollo de código abierto ha permitido a Linux rápidamente ser modificado para poder ejecutarse sobre la Raspberry Pi. Al momento de escribir estas líneas, varias versiones de Linux (conocidas como distribuciones) han sido portadas al chip BCM2835 de la Raspberry Pi, incluyendo Raspbian, Pidora y Arch Linux.

Tabla 4: Comparación de especificaciones

	Arduino Uno	Raspberry Pi B	BeagleBone Black
Procesador	ATMega 238	Arml1	AM335x
Velocidad	16 MHz	700 MHz	1 GHz
RAM	2 KB	512 MB	512 MB
USB	n/a	2	1
Audio	n/a	HDMI, Analógico	HDMI
Video	n/a	HDMI, Analógico	Mini-HDMI
Ethernet	n/a	10/100	10/100
I/O	14 GPIO, 6-10 bit analog.	8 GPIO	69 GPIO, LCD, GPMC, MMCI, MMC2, 7 AIN, 4 temporizadores, 4 puertos seriales, CAN0
Tamaño	2.95" x 2.1"	3.37" x 2.125"	3.4" x 2.1"
Sistema Operativo	n/a	Linux	Android, Linux, Windows, Cloud9, CE, etc.
Entorno	Arduino IDE	Linux, IDLE, Open-Embedded, QEMU, Scratchbox, Eclipse	Python, Scratch, Linux, Eclipse, Android ADK
Costo	29.95 USD	35.00 USD	45.00 USD

Fuente: Martín, S. (2014). Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black, Comparación y Aplicaciones.

Aplicaciones Web. La base de programación de las aplicaciones web también llamadas webapps es el HTML, conjuntamente con JavaScript y CSS, herramientas ya conocidas para los programadores web. En este caso no se emplea un SDK, lo cual permite programar de forma independiente al sistema operativo en el cual se usará la aplicación. Por eso, estas aplicaciones pueden ser fácilmente utilizadas en diferentes

plataformas sin mayores inconvenientes y sin necesidad de desarrollar un código diferente para cada caso particular.

Las aplicaciones web no necesitan instalarse, ya que se visualizan usando el navegador del teléfono como un sitio web normal. Por esta misma razón, no se distribuyen en una tienda de aplicaciones, sino que se comercializan y promocionan de forma independiente. Al tratarse de aplicaciones que funcionan sobre la web, no es necesario que el usuario reciba actualizaciones, ya que siempre va a estar viendo la última versión. Pero, a diferencia de las apps nativas, requieren de una conexión a Internet para funcionar correctamente.

Metodología de Desarrollo de Software

ICONIX. Es un proceso simplificado en comparación con otros modelos tradicionales de desarrollo, ya que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos, con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto de software.

Fases de ICONIX

Fase 1: Revisión de los requisitos / Análisis de Requisitos. En esta fase se debe analizar todos los requisitos que forman parte del sistema y con estos construir el diagrama de clases, que representa las agrupaciones funcionales que estructura el sistema en desarrollo.

Para esta fase se utilizan 3 herramientas:

- ✓ **Modelo de Domino.** Esto se refiere a identificar objetos y cosas del mundo real que intervienen con nuestro sistema.
- ✓ **Modelo de Casos de Uso.** Esto describe las acciones o el comportamiento que un usuario realiza dentro del sistema. Comprende actores, casos de uso y el sistema.

- ✓ **Prototipo de Interfaz de Usuario.** Implica la creación de un modelo o modelos operativos del trabajo de un sistema, en el que los analistas y clientes deben estar de acuerdo.

Fase 2: Revisión del diseño preliminar / Análisis de diseño preliminar. En esta fase a partir de cada caso de uso se obtiene una ficha de caso de uso, la cual está conformada por un nombre, una descripción, una precondición que debe cumplir antes de iniciarse, una pos condición que debe cumplir al terminar si termina correctamente.

- ✓ **Realizar Diagrama de Robustez.** Es una herramienta que permite capturar el “qué hacer”, y a partir de eso “el cómo hacerlo”. Esto facilita el reconocimiento de objetos y hacer más sencilla la lectura del sistema.

El diagrama de robustez se divide en:

- **Objetos fronterizos.** Usado por los actores, para comunicarse con el sistema.
 - **Objetos entidad.** Estos son objetos del modelo de dominio.
 - **Objetos de control.** Es la unión entre la interfaz y los objetos de entidad.
 - **Diagrama de clases.** Describe la estructura del sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellas.
- ✓ **Distribución N-Capas.** Se enfoca en la distribución de roles y responsabilidades de forma jerárquica proveyendo una forma muy efectiva de separación de responsabilidades. El rol indica el modo y tipo de interacción con otras capas, y la responsabilidad indica la funcionalidad que está siendo desarrollada.

Fase 3: Revisión crítica del diseño / Diseño. En esta fase se registran todos los elementos que forman parte del sistema.

- ✓ **Diagrama de Arquitectura.**
- ✓ **Diagrama de Componentes.**
- ✓ **Diagrama de Despliegue.**
- ✓ **Diagrama de Secuencia.**

Fase 4: Implementación. Después de tener el diseño, se creará el software; que posteriormente se entregará al cliente. Se debe utilizar el diagrama de componentes si fuera necesario para apoyar el desarrollo, esto quiere decir que se debe mostrar una distribución física de los elementos que componen la estructura interna del sistema. Así como escribir y generar el código.

Gestor de Base de Datos.

Hoy los datos son una moneda, una brújula y un nuevo recurso natural que se puede aprovechar para proporcionar nuevas formas de valor. Las empresas que reconocen esto se están diferenciando de las demás. Un estudio reciente de IDC (International Data Corporation) analizó empresas que tienen una cultura centrada en los datos versus aquellos que no la tienen. Los resultados mostraron un enorme dividendo de datos para las empresas. Las organizaciones están buscando datos de nuevas maneras, quieren usar información que es a la vez relacional y no relacional, interno y externo. Están aplicando nuevos modelos analíticos sobre históricos. Están encontrando nuevas ideas y compartiéndolas ampliamente en la organización. Y ellos están haciendo todo esto a gran velocidad, en muchos casos casi en tiempo real. El resultado es más productividad, más eficiencia e innovación más rápida, lo cual ayuda a aumentar las ventas y las fuentes de ingresos. (Microsoft Corp., 2015)

SQL Server. Durante 25 años Microsoft SQL Server ha impulsado organizaciones basadas en datos. Las bases de datos relacionales han sido durante mucho tiempo la norma y aún ocupan un lugar destacado en la arquitectura de datos

de cualquier organización. A medida que la variedad de tipos de datos y el volumen de esos datos han aumentado, el número de tipos de base de datos ha aumentado dramáticamente. Hoy en día has bases de datos NoSQL, bases de datos de gráficos, bases de datos en memoria y grandes datos proporcionados por un número cada vez mayor de vendedores de software. A lo largo de los años, SQL Server ha seguido el ritmo para agregar soporte para XML, JSON, en memoria y datos gráficos en la base de datos. Convirtiéndose en un motor de base de datos flexible que lo hace todo con el que las empresas puedan contar para ser líderes en la industria en rendimiento, alta disponibilidad y seguridad. (Microsoft Corp., 2018)

Microsoft SQL Server 2014. Con la aparición de SQL Server 2014 el mundo de las bases de datos está cambiando. Los desarrolladores ahora pueden ubicar su código apropiadamente en relación a su funcionalidad, acceder a datos nativos como XML, y construir sistemas complejos que sean manejados por el servidor de Base de Datos. Estos puntos hacen que el desarrollo de Base de Datos esté cambiando hacia una integración. SQL Server 2014 es más que un sistema gesto de base de datos ya que incluye múltiples componentes y servicios que la convierten en una plataforma de aplicaciones corporativas. (Vásquez, J., 2016)

Tabla 5: Características del motor de almacenamiento

Descripción de características
Base de datos, grupos de archivos y archivos.
Tablas, tipos de datos y propiedades de almacenamiento de datos.
Índices
Particionamiento
Arquitectura interna de datos.
Bloqueo y gestión de transacciones.
Instantáneas de base de datos
Copia de seguridad de datos y recuperación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Características de seguridad

Descripción de características
Métodos de autenticación
Cuentas de servicio

Activación y desactivación de funciones (Configuración de superficie)
 Esquema
 Principios, elementos que pueden protegerse y permisos
 Cifrado de datos
 Firmas de código
 Auditoría
 Configuración de política, gestión y aplicación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Características de programación del servidor SQL

Descripción de características
INSERT / UPDATE / DELETE / MERGE
Seguimiento de cambios de datos
SELECT / JOINS / Criterios de QUERY / SORTING / Subconsultas
Funciones del sistema / Agregados / Expresiones de tablas comunes
Datos especiales
CUBE / ROLLUP / EXCEPT / INTERSECT / XML / JSON
Vistas
Procedimientos almacenados
Funciones
Disparadores
Instantáneas de base de datos
Texto completo

Fuente: Elaboración propia

MySQL. Es el gestor de base de datos más popular en la red. Desde sus inicios su objetivo ha sido ser el gestor de base de datos libre más rápido, pero sacrificando muchas características como ser compatible con ACID (características de los parámetros que permiten clasificar transacciones de los sistemas de gestión de base de datos), procedimientos almacenados y otras características.

MySQL es un sistema gestor de base de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD del mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios

adicionales (no menos importante) contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo. (Casillas, L., Gibert, M. & Pérez, O. 2007)

Tabla 8: Características generales de MySQL Server

Características de MySQL
Velocidad, MySQL es rápido
Facilidad de uso. Es un sistema de base de datos del alto rendimiento, pero relativamente simple y es mucho menos complejo de configurar y administrar que sistemas más grandes.
Coste. Es gratuito
Capacidad de gestión de lenguajes de consulta MySQL, comprende SQL, lenguaje elegido para todos los sistemas de bases de datos modernos
Capacidad. Pueden conectarse muchos clientes simultáneamente al servidor. Los clientes pueden, utilizar varias bases de datos simultáneamente. Además, está disponible una amplia variedad de interfaces de programación para lenguajes como C, Perl, Java, PHP y Python.
Conectividad y seguridad. MySQL está completamente preparado para el trabajo en red y las bases de datos pueden ser accedidas desde cualquier lugar de internet. Dispone de control de accesos.
Distribución abierta. Puede obtener y modificar el código fuente de MySQL.

Fuente: Pérez, A. (2007). Desarrollo de herramientas web de gestión docente

Comparación entre SQL Server y MySQL Server. Se presenta una tabla comparativa de algunos puntos más comunes entre ambos gestores de base de datos.

Tabla 9: Comparación entre SQL y MySQL Server

Características	MySQL	SQL Server
Costo	Libre de pago	De pago
Open Source	Si	No
Plataformas	Linux, Windows, etc.	Sólo Windows
Límite de tamaño de la base de datos	Limitado por el sistema operativo	Limitado por el sistema operativo
Compatibilidad ACID	Depende del motor de almacenamiento	Si
Transacciones	Si	Si
Servicio de reportes	No	Si
Posibilidad de elegir diferentes formas de almacenamiento	Si	No
Claves Foráneas	Depende del motor	Si
Vistas	Si	Si
Procedimientos almacenados	Si	Si
Triggers	Si	Si
Cursores	Si	Si
Subconsultas	Si	Si
Replicación	Si	Si
Funciones definidas por el usuario (UDF)	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

Control de niveles de contaminación en áreas de crianza de ganado

Programación de limpieza en establos bovinos. Un correcto proceso de limpieza y desinfección constituye una herramienta básica y necesaria en la lucha para prevenir y erradicar las enfermedades infecciosas en el ganado lechero. Para lograrlo es necesario desarrollar una estrategia que esté centrada en la bioseguridad y la desinfección. (Mediker, 2012)

Bioseguridad. El concepto de bioseguridad es variable entre técnicos y productores. Es el conjunto de acciones que reducen el riesgo para la introducción y transmisión de microorganismos dañinos a la salud animal, por ser causantes de enfermedades y pérdidas en establos lecheros. Las acciones de bioseguridad deben estar en sincronía con una efectiva Desinfección en las diferentes etapas de manejo del ganado lechero, así como de un adecuado calendario de vacunación y medicación, con el objetivo común de reducir las cargas microbianas a niveles no infecciosas. (Mediker, 2012)

Desinfección. La desinfección es el proceso mediante el cual se elimina y/o reduce la cantidad de microorganismos dañinos como virus, bacterias, hongos, etcétera que están en el medio ambiente. El uso de desinfectantes juega un rol importante en el control y/o erradicación de las enfermedades. Actualmente están disponibles para los ganaderos productos seguros de usar, con amplio espectro de acción y sumamente efectivos. En los últimos años, se ha observado que el control de enfermedades causadas por microorganismos, son el cuello de botella para lograr la reducción de los problemas de sanidad que impactan negativamente en el establo. Cuando son identificados dichos microorganismos, el proceso de tratamiento, curación y eliminación nos ocasiona pérdidas de tiempo y dinero y en numerosas ocasiones la

desinfección es la única y más económica forma de protección disponible. (Mediker, 2012)

Que utilizar. La elección de un desinfectante es el paso más importante en la elaboración de un programa Integral de bioseguridad. Para tal efecto debemos tomar en cuenta:

- ✓ **Eficacia.** El efecto microbicida deberá asegurar un efectivo control y/o eliminación de los microorganismos patógenos aún en presencia de materia orgánica.
- ✓ **Seguridad.** Seguro para los animales, para el operario, para el ambiente, no corrosivo para los equipos y ser biodegradable.
- ✓ **Costo Rentable** (costo/beneficio), reduciendo las pérdidas por morbilidad y mortalidad en las diferentes etapas de producción del establo (lactancia, desarrollo, partos, producción, secado, ordeña, enfermería, cuarentena)

Métodos de aplicación. Es importante elegir un producto correcto y el mejor método de aplicación del mismo. Para obtener los mejores resultados es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ **Dosificación:** Seguir las recomendaciones indicadas por el fabricante para las cuales ha sido desarrollado el desinfectante contra los microorganismos a eliminar.
- ✓ **Volumen:** la recomendación general es utilizar 300 ml de solución diluida por cada m² de área a Desinfectar (puede variar un poco según el tipo de superficie y el equipo y boquilla a utilizar).
- ✓ **Tiempo de contacto:** La mayoría de los desinfectantes necesitan permanecer en contacto por un mínimo de tiempo de acuerdo al área a tratar. Por lo general se aconseja 30 minutos para alcanzar una desinfección efectiva.

Tipos de desinfección

Desinfección continua. Consiste en la aplicación de un desinfectante con presencia de animales en la instalación para prevenir y/o minimizar los desafíos externos.

Pediluvios. Deben colocarse en un lugar conveniente a la entrada de los corrales. La solución debe renovarse como mínimo una vez por semana o más frecuentemente en casos severos. Es muy importante limpiarse las botas antes de sumergirlas en el pediluvio.

Rodoluvios. Es importante la desinfección de los vehículos que ingresen a las instalaciones. Los rodoluvios cubren las ruedas y el chasis de los vehículos. Es necesario asegurarse que las cajas de camiones, camionetas y cualquier vehículo que entra al establo sean desinfectados, especialmente si han transportado animales de otras explotaciones lecheras.

Desinfección terminal. Esta se enfoca al procedimiento de desinfección en áreas sin presencia de animales y ocurre cuando alguna etapa de manejo en el establo ha concluido y los animales son desplazados. Los aspectos más relevantes a realizar en este procedimiento.

Limpieza en seco. se refiere a remover todos los equipos y/o accesorios para su aseo, lavado y desinfección, cuidando de remover al extremo posible todo tipo de suciedad y materia orgánica. Esto es muy importante en áreas como lactancia y salas de ordeño.

Limpieza y sanitización de bebederos: se debe dar especial atención a la eliminación del biofilm. Biofilm es la capa que reviste toda la superficie de los bebederos, constituida de células microbianas y sus desechos y que potencialmente es

contaminante para los animales que se recibirán en la instalación. Una vez eliminada, aplicar el desinfectante para complementar el proceso.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el internet de las cosas en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del internet de las cosas en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la influencia en el monitoreo de nivel de gases en las áreas de crianza.
- ✓ Determinar la influencia en el monitoreo del nivel ambiente en las áreas de crianza
- ✓ Determinar la influencia en el monitoreo del tiempo contaminado en las áreas de crianza

1.4. Hipótesis

El internet de las cosas influye de manera positiva en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es Cuasi experimental debido a que no hay aleatorización de los grupos de tratamiento y control, tomando en cuenta que se manipulará dos áreas: en una se emplea el experimento y en la otra no se aplica el experimento.

A1	X	O1
A2	--	O2

Donde:

O1 = 167 lecturas

O2 = 167 lecturas

X = Internet de las cosas.

-- = Ausencia de internet de las cosas

O1: Medición post-experimental de contaminación sobre las áreas de crianza.

O2: Medición post-experimental de contaminación sobre las áreas de crianza.

2.2. Población y muestra

Al tener una población indeterminada, calculamos el tamaño de la muestra con la siguiente formula.

$$N = \frac{Z^2 * P * Q}{E^2}$$

Donde:

N: muestra

Z: grado de confiabilidad deseado para la muestra

P: proporción de la población que tienen las características de interés

Q: (1 – P), proporción de la población que no tienen las características.

E: error permitido

El nivel de confianza es el 93% que se aplicará, de ahí se deduce que:

$$Z = 1.81$$

Proporción de la población que tiene la característica P. Si no se conoce el valor de P se asume que es el 50 %, entonces:

$$P = 0.5$$

Proporción de la población que no tiene las características Q:

$$Q = 1 - P$$

$$Q = 1 - 0.5$$

$$Q = 0.5$$

El margen de error es de 7%, entonces:

$$E = 0.07$$

Aplicando la fórmula:

$$N = \frac{(1.81)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.07)^2}$$

$$N = 167$$

De esta manera aplicando la formula encontramos que el valor de la muestra “N” es de 167 lecturas.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 10: Descripción de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Variable	Dimensión o indicador a medir	Técnica de recolección de datos	Instrumento	Análisis de datos	Descripción
Niveles de contaminación	Nivel de gas	Percepción Organoléptica	Cuadro de mando	Distribución normal de estándar de la prueba Z	Para la técnica de percepción organoléptica se centra en los sentidos de la vista, olfato y piel. Donde se utilizará un cuadro de mando elaborado por los autores.
	Nivel ambiente	Percepción Organoléptica	Cuadro de mando	Distribución normal de estándar de la prueba Z	
	Tiempo	Percepción Organoléptica	Cuadro de mando	Distribución normal de estándar de la prueba Z	

Fuente: Elaboración propia

2.4. Procedimiento

La técnica para recolectar los datos, en la medición de niveles de contaminación del área de vacas en producción, fue la percepción organoléptica, que consistió en verificar la contaminación del área antes mencionada, para obtener información necesaria en la investigación. También, se diseñaron cuadros de mando como instrumento de medición, donde se registran los valores obtenidos de tiempo, nivel de gases y nivel ambiente según las instrucciones del cuadro de mando; además de permitir medir independientemente los indicadores de la variable dependiente.

En la obtención de los elementos de la muestra se escogió 2 áreas de vacas en producción, uno para el grupo de control y el otro para el grupo experimental. Los responsables para realizar las pruebas de niveles de contaminación son los encargados de realizar la limpieza.

El sistema informático basado en internet de las cosas, en el módulo de control, se utilizó como hardware el raspberry pi 2 modelo b v1.1 interconectados mediante cables machos y hembra por 3 componentes llamados dht11, mq2 y mq135, donde el dht11 es capaz de medir la humedad de 20 a 80 % y la temperatura de 0 a 50 °C d, mientras el mq2 mide el metano con una precisión de 300 a 10000 ppm y por último el mq135 mide el amoníaco de 10 a 300 ppm. Además, el raspberry pi 2 es el que guarda todos los datos de la lógica de programación para poner en funcionamiento a los sensores automáticos.

Para la instalación del sensor dht11 se conecta una resistencia de 10K entre los pines 1 y 2 del sensor, después se conecta con un cable desde el pin 1 del sensor al pin 1 del raspberry pi de 3v, seguidamente otro cable que enlaza el pin 2 del sensor al pin 6 del raspberry pi que es gnd o tierra y por último el cable del pin 4 del sensor al pin 7 del dispositivo.

Por otra parte, para la instalación del sensor mq135 se conecta con un cable desde el pin 1 del sensor al pin 11 del raspberry pi que es gnd o tierra, después con otro cable desde el pin 3 del sensor al pin 2 del dispositivo de 5v y como última instalación con un cable del pin 4 del sensor al pin 12 del raspberry pi.

Asimismo, para la instalación del sensor mq2 se conecta con un cable desde el pin 1 del sensor al pin 2 del raspberry pi que 5v, después con otro cable desde el pin 2 del sensor al pin 14 del dispositivo gnd y como última instalación con un cable del pin 4 del sensor al pin 16 del raspberry pi.

Para obtener los datos de lectura medido por los componentes mencionados anteriormente en el dispositivo raspberry pi 2, se enlaza vía cable utp categoría 5e a la red del establo y con una laptop toshiba satellite ub40 conectada en la misma red, se manipula el funcionamiento del dispositivo.

El desarrollo del programa computacional está basado en la metodología iconix y en la fase final de implementación se utiliza como arquitectura mvc y n capas, donde se realizó la administración constante del sistema.

En la recolección de datos se utilizó un grupo experimental y un grupo de control. El experimental es el área de vacas en producción, donde se aplica el programa basado en internet de las cosas, para identificar los niveles de contaminación mientras que el grupo de control es otra área de vacas en producción que comprueba los niveles de contaminación mediante la percepción organoléptica, es decir con ausencia del programa computacional basado en internet de las cosas. Se aplicaron a los 2 grupos la post-prueba para conocer los niveles de contaminación de manera organoléptica y como identifica los niveles de contaminación empleando el programa en un mismo periodo de tiempo.

Después de recolectar los datos para cada indicador de la variable dependiente, se manipuló los datos aplicando las fórmulas de la dimensión. Los datos que se presenta en las siguientes tablas corresponden a las dimensiones de la variable dependiente.

Tabla 11: Datos de nivel ambiente

No	Niveles de contaminación			Internet de las cosas		
	Nivel de Humedad (%)	Nivel de Temperatura(°C)	Tiempo(seg)	Nivel de Humedad (%)	Nivel de Temperatura(°C)	Tiempo(seg)
1	24	20	00	36	25	00
2	27	20	1800	41	25	1800
3	27	20	2700	39	22	2700
4	33	21	4500	36	26	4500
5	35	20	6300	40	24	6300
6	40	21	9000	41	22	9000
7	33	20	10800	36	23	10800
8	39	21	13500	36	26	13500
9	29	21	15300	43	25	15300
10	36	20	18000	45	22	18000
11	29	20	19800	42	22	19800
12	25	20	22500	42	23	22500
13	28	20	24300	40	24	24300
14	34	21	27000	39	25	27000
15	23	19	28800	42	25	28800
16	36	20	31500	39	24	31500
17	29	20	33300	38	26	33300
18	27	21	00	42	26	00
19	29	21	1800	39	26	1800
20	31	21	2700	45	25	2700
21	31	20	4500	38	22	4500
22	38	20	6300	44	25	6300
23	34	20	9000	41	25	9000
24	34	21	10800	44	22	10800
25	31	20	13500	35	25	13500
26	34	20	15300	41	22	15300
27	34	20	18000	43	23	18000
28	37	21	19800	45	23	19800
29	29	21	22500	42	24	22500
30	39	21	24300	35	23	24300
31	29	20	27000	41	24	27000

32	36	20	28800	37	23	28800
33	24	21	31500	36	22	31500
34	37	21	33300	42	26	33300
35	30	20	36000	44	24	36000
36	33	21	37800	44	22	37800
37	39	21	00	42	24	00
38	33	20	1800	44	26	1800
39	28	20	2700	40	23	2700
40	34	20	4500	40	24	4500
41	25	21	6300	43	25	6300
42	36	21	9000	37	26	9000
43	34	21	10800	45	26	10800
44	33	21	13500	41	26	13500
45	39	21	15300	43	22	15300
46	26	21	18000	38	22	18000
47	30	21	19800	43	22	19800
48	38	20	22500	39	22	22500
49	39	20	24300	39	24	24300
50	29	20	27000	42	25	27000
51	29	20	28800	44	23	28800
52	30	20	31500	41	24	31500
53	35	21	33300	41	26	33300
54	31	20	36000	35	22	36000
55	24	20	37800	37	26	37800
56	26	20	40500	44	22	40500
57	40	20	00	38	24	00
58	39	20	1800	39	23	1800
59	33	21	2700	39	22	2700
60	29	20	4500	36	25	4500
61	38	20	6300	37	26	6300
62	36	21	9000	43	26	9000
63	31	21	10800	40	25	10800
64	39	21	13500	42	25	13500
65	26	20	15300	38	22	15300
66	26	21	18000	36	24	18000
67	29	21	19800	36	22	19800
68	29	20	22500	36	26	22500
69	40	20	24300	43	23	24300
70	33	20	27000	44	24	27000
71	32	20	28800	44	23	28800
72	29	20	31500	43	22	31500
73	26	20	33300	45	26	33300
74	26	20	36000	38	25	36000
75	27	20	37800	38	24	37800

76	23	19	40500	39	26	40500
77	35	20	42300	44	26	42300
78	24	21	00	45	26	00
79	33	20	1800	45	26	1800
80	27	21	2700	36	23	2700
81	40	20	4500	40	22	4500
82	32	21	6300	42	23	6300
83	29	20	9000	37	25	9000
84	30	21	10800	43	23	10800
85	26	20	13500	43	22	13500
86	26	20	15300	43	24	15300
87	28	20	18000	37	22	18000
88	29	20	19800	43	24	19800
89	40	21	22500	44	24	22500
90	36	21	24300	45	23	24300
91	26	21	27000	44	26	27000
92	27	20	28800	41	24	28800
93	26	20	31500	36	23	31500
94	35	21	33300	35	26	33300
95	34	21	36000	45	26	36000
96	25	20	37800	43	24	37800
97	28	20	40500	36	22	40500
98	35	20	42300	36	24	42300
99	35	20	00	39	25	00
100	39	21	1800	38	24	1800
101	28	21	2700	37	22	2700
102	38	20	4500	36	24	4500
103	39	21	6300	36	25	6300
104	26	20	9000	41	24	9000
105	31	20	10800	36	23	10800
106	26	20	13500	44	24	13500
107	35	20	15300	37	26	15300
108	35	20	18000	38	26	18000
109	35	20	19800	40	25	19800
110	32	21	22500	37	22	22500
111	29	20	24300	43	23	24300
112	40	20	27000	41	26	27000
113	26	20	28800	40	22	28800
114	26	20	31500	37	24	31500
115	29	21	33300	38	24	33300
116	31	20	36000	36	24	36000
117	24	21	37800	43	26	37800
118	24	20	40500	38	22	40500
119	37	20	42300	40	26	42300

120	24	21	00	35	26	00
121	29	21	1800	35	25	1800
122	24	20	2700	42	26	2700
123	29	21	4500	35	25	4500
124	27	21	6300	41	25	6300
125	39	20	9000	37	25	9000
126	33	21	10800	42	23	10800
127	27	21	13500	37	26	13500
128	28	20	15300	36	22	15300
129	39	20	18000	35	25	18000
130	35	20	19800	42	23	19800
131	26	20	22500	45	25	22500
132	39	21	24300	41	23	24300
133	36	20	27000	42	25	27000
134	40	21	28800	43	24	28800
135	36	21	31500	38	25	31500
136	34	21	33300	42	23	33300
137	31	21	36000	45	23	36000
138	23	19	37800	39	24	37800
139	30	20	40500	35	26	40500
140	32	21	42300	35	25	42300
141	27	20	00	38	24	00
142	36	20	1800	39	23	1800
143	25	20	2700	45	26	2700
144	36	20	4500	39	26	4500
145	30	21	6300	44	25	6300
146	37	20	9000	44	24	9000
147	37	20	10800	35	24	10800
148	23	19	13500	40	26	13500
149	39	21	15300	41	25	15300
150	40	21	18000	45	25	18000
151	30	20	19800	44	24	19800
152	38	20	22500	41	25	22500
153	34	20	24300	44	26	24300
154	23	19	27000	41	24	27000
155	29	21	28800	43	22	28800
156	23	18	31500	44	22	31500
157	35	20	33300	45	25	33300
158	36	20	36000	41	24	36000
159	26	21	37800	43	25	37800
160	40	20	40500	40	24	40500
161	32	20	00	44	26	00
162	31	20	1800	37	22	1800
163	35	21	2700	36	24	2700

164	39	20	4500	37	22	4500
165	29	21	6300	39	26	6300
166	33	21	9000	40	22	9000
167	38	20	10800	40	22	10800
Sumatoria	5291	3398	332100	6714	4026	332100
Promedio	31,683	20,347	36900	40,204	24,108	36900

Fuente: Elaboración propia

Estos datos fueron obtenidos mediante los criterios de nivel de ambiente que se presenta en la siguiente tabla 12.

Tabla 12: Criterios de nivel ambiente

Leyenda	Criterios nivel ambiente	
	Humedad (%)	Temperatura °C
Normal	25-30	23-25
Leve	31-40	26-30
Alto	41-50	31-37
Muy alto	>51	>38

Fuente: Elaboración propia

Después se identifica el dato obtenido de ambiente en la tabla 12, la cual se interpreta de la siguiente manera; es un ambiente normal solo si cumple la condición de que la humedad y temperatura están en un rango entre 25 a 30 % y 23 a 25 °C respectivamente, es leve si la humedad y temperatura están en un rango de 31 a 40 % y 26 a 30 °C individualmente, es alto si la humedad y temperatura se encuentran en el rango de 41 a 50 % y 31 a 37 °C equitativamente, por último, si los valores del criterio identificado no cumplen con las condiciones de los rangos mencionados anteriormente, entonces, será considerado como muy alto, es decir que la humedad es mayor a 51 % y la temperatura es mayor de 38 °C.

Tabla 13: Datos de nivel de gas

No	Niveles de contaminación			Internet de las cosas		
	Nivel de Amoniaco(ppm)	Nivel de Metano(ppm)	Tiempo(seg)	Nivel de Amoniaco(ppm)	Nivel de Metano(ppm)	Tiempo (seg)
1	5	5	00	23	22	00
2	5	4	1800	26	25	1800
3	5	5	2700	29	27	2700
4	5	4	4500	31	30	4500
5	6	4	6300	32	29	6300
6	6	5	9000	33	31	9000
7	6	4	10800	35	33	10800
8	6	4	13500	36	35	13500
9	8	8	15300	38	35	15300
10	8	7	18000	43	41	18000
11	8	8	19800	46	42	19800
12	8	6	22500	50	42	22500
13	9	8	24300	52	45	24300
14	9	7	27000	56	45	27000
15	9	8	28800	58	50	28800
16	9	6	31500	62	57	31500
17	9	6	33300	64	57	33300
18	14	10	00	92	74	00
19	14	10	1800	96	88	1800
20	14	11	2700	101	78	2700
21	14	12	4500	103	90	4500
22	14	12	6300	105	78	6300
23	15	15	9000	108	110	9000
24	15	14	10800	110	97	10800
25	15	14	13500	113	78	13500
26	15	15	15300	118	86	15300
27	16	13	18000	123	75	18000
28	16	15	19800	126	103	19800
29	16	15	22500	130	105	22500
30	16	14	24300	134	94	24300
31	16	15	27000	138	114	27000
32	16	15	28800	140	89	28800
33	16	15	31500	142	117	31500
34	14	9	33300	118	108	33300
35	8	6	36000	90	103	36000
36	5	4	37800	59	48	37800
37	5	5	00	41	34	00
38	6	4	1800	43	42	1800
39	6	5	2700	44	43	2700

40	6	5	4500	45	44	4500
41	6	5	6300	49	41	6300
42	7	4	9000	52	47	9000
43	7	5	10800	56	48	10800
44	7	5	13500	59	49	13500
45	8	8	15300	64	64	15300
46	8	7	18000	68	61	18000
47	8	6	19800	73	116	19800
48	8	6	22500	75	96	22500
49	9	7	24300	78	109	24300
50	9	8	27000	83	76	27000
51	9	6	28800	84	110	28800
52	9	6	31500	88	110	31500
53	9	7	33300	90	87	33300
54	10	7	36000	92	120	36000
55	10	8	37800	96	79	37800
56	10	7	40500	100	93	40500
57	16	14	00	120	108	00
58	16	13	1800	125	106	1800
59	16	14	2700	129	72	2700
60	16	15	4500	131	86	4500
61	17	14	6300	136	81	6300
62	17	13	9000	138	98	9000
63	17	13	10800	143	102	10800
64	19	16	13500	146	85	13500
65	19	16	15300	149	102	15300
66	19	16	18000	154	116	18000
67	19	16	19800	158	83	19800
68	20	18	22500	163	120	22500
69	20	17	24300	168	113	24300
70	20	17	27000	170	99	27000
71	20	18	28800	175	84	28800
72	20	18	31500	176	98	31500
73	20	18	33300	179	97	33300
74	15	13	36000	122	81	36000
75	12	9	37800	63	67	37800
76	8	8	40500	36	38	40500
77	5	5	42300	28	22	42300
78	6	5	00	20	22	00
79	6	4	1800	21	21	1800
80	6	4	2700	25	20	2700
81	6	5	4500	26	22	4500
82	6	5	6300	31	31	6300
83	6	4	9000	34	29	9000

84	6	4	10800	38	35	10800
85	8	7	13500	43	40	13500
86	8	6	15300	47	39	15300
87	8	6	18000	51	48	18000
88	8	6	19800	56	51	19800
89	10	8	22500	60	45	22500
90	10	7	24300	64	65	24300
91	10	6	27000	65	62	27000
92	10	8	28800	67	54	28800
93	10	6	31500	70	58	31500
94	10	8	33300	73	73	33300
95	13	9	36000	75	110	36000
96	13	11	37800	80	81	37800
97	13	9	40500	81	79	40500
98	13	10	42300	82	103	42300
99	18	18	00	109	98	00
100	18	16	1800	111	96	1800
101	18	17	2700	113	104	2700
102	18	17	4500	118	71	4500
103	19	16	6300	122	116	6300
104	19	18	9000	125	109	9000
105	19	17	10800	128	111	10800
106	19	17	13500	129	96	13500
107	19	16	15300	134	87	15300
108	22	20	18000	139	87	18000
109	22	19	19800	144	76	19800
110	22	19	22500	148	107	22500
111	22	19	24300	151	107	24300
112	22	21	27000	155	79	27000
113	25	24	28800	158	112	28800
114	20	18	31500	162	118	31500
115	19	16	33300	166	79	33300
116	16	15	36000	169	101	36000
117	14	9	37800	172	116	37800
118	10	8	40500	173	118	40500
119	8	7	42300	115	103	42300
120	9	8	00	56	50	00
121	9	6	1800	58	50	1800
122	9	6	2700	60	48	2700
123	9	7	4500	65	54	4500
124	9	6	6300	66	63	6300
125	10	8	9000	70	70	9000
126	10	6	10800	74	103	10800
127	10	8	13500	75	80	13500

128	10	7	15300	80	71	15300
129	10	8	18000	84	114	18000
130	12	10	19800	88	78	19800
131	12	12	22500	92	91	22500
132	12	11	24300	95	113	24300
133	12	11	27000	99	80	27000
134	12	12	28800	100	101	28800
135	12	11	31500	103	109	31500
136	12	10	33300	106	88	33300
137	14	12	36000	110	75	36000
138	14	9	37800	113	108	37800
139	14	12	40500	114	97	40500
140	14	10	42300	117	94	42300
141	20	16	00	122	77	00
142	20	18	1800	126	111	1800
143	20	16	2700	131	73	2700
144	20	18	4500	133	113	4500
145	20	18	6300	138	106	6300
146	20	18	9000	139	75	9000
147	25	23	10800	142	73	10800
148	25	23	13500	144	116	13500
149	25	24	15300	145	92	15300
150	25	23	18000	146	101	18000
151	25	23	19800	147	92	19800
152	25	24	22500	151	77	22500
153	25	24	24300	155	97	24300
154	23	21	27000	156	97	27000
155	20	16	28800	127	99	28800
156	16	15	31500	106	101	31500
157	14	11	33300	84	92	33300
158	10	8	36000	63	70	36000
159	6	4	37800	44	44	37800
160	6	4	40500	19	22	40500
161	8	7	00	23	25	00
162	8	6	1800	25	25	1800
163	8	8	2700	29	30	2700
164	8	6	4500	30	31	4500
165	9	6	6300	33	32	6300
166	9	7	9000	36	36	9000
167	9	6	10800	40	34	10800
Sumatoria	2157	1823	332100	15558	12565	332100
Promedio	12,916	10,916	36900	93,584	75,560	36900

Fuente: Elaboración propia

Estos datos fueron obtenidos mediante los criterios de nivel de gas que se presentan en la siguiente tabla 14:

Tabla 14: Criterio de nivel de gas

Leyenda	Criterios nivel de gas	
	Amoniaco(ppm)	Metano(ppm)
Normal	5 - 24	5 - 20
Leve	25 - 74	21 - 60
Alto	75 - 144	61 - 120
Muy alto	>145	>121

Fuente: Elaboración propia

Después se identifica el dato obtenido de gas en la tabla 14, donde se determina de la siguiente manera; el nivel de gas es normal solo si el amoniaco y metano cumplen con la condición de estar en el rango de 5 a 24 ppm y 5 a 20 ppm respectivamente; caso contrario el nivel de gas es leve si el amoniaco y metano están en el rango de 25 a 74 ppm y 21 a 60 ppm individualmente; sino, el nivel de gas es alto si cumple que el amoniaco y metano se encuentran en el rango de 75 a 144 ppm y 61 a 120 ppm equitativamente; si los valores del criterio identificado no cumplen con las condiciones de rangos mencionados anteriormente entonces, el nivel de gas será muy alto, en este caso el amoniaco es mayor a 145 ppm y el metano es mayor a 121 ppm.

Tabla 15: Datos de tiempo

No	Niveles de contaminación		Internet de las cosas	
	Tiempo programado de limpieza (seg.)	Tiempo(seg)	Tiempo programado de limpieza (seg.)	Tiempo(seg)
1	00	00	00	00
2	00	1800	30600	1800
3	00	2700	31500	2700
4	00	4500	33300	4500
5	00	6300	35100	6300
6	00	9000	37800	9000
7	00	10800	39600	10800
8	00	13500	42300	13500
9	00	15300	44100	15300
10	00	18000	46800	18000
11	00	19800	48600	19800
12	00	22500	51300	22500
13	00	24300	53100	24300
14	00	27000	55800	27000
15	00	28800	57600	28800
16	00	31500	60300	31500
17	00	33300	62100	33300
18	00	00	28800	00
19	00	1800	30600	1800
20	00	2700	31500	2700
21	00	4500	33300	4500
22	00	6300	35100	6300
23	00	9000	37800	9000
24	00	10800	39600	10800
25	00	13500	42300	13500
26	00	15300	44100	15300
27	00	18000	46800	18000
28	00	19800	48600	19800
29	00	22500	51300	22500
30	00	24300	53100	24300
31	00	27000	55800	27000
32	00	28800	57600	28800
33	60300	31500	60300	31500
34	00	33300	62100	33300
35	00	36000	64800	36000
36	00	37800	66600	37800
37	00	00	28800	00
38	00	1800	30600	1800
39	00	2700	31500	2700
40	00	4500	33300	4500

41	00	6300	35100	6300
42	00	9000	37800	9000
43	00	10800	39600	10800
44	00	13500	42300	13500
45	00	15300	44100	15300
46	00	18000	46800	18000
47	00	19800	48600	19800
48	00	22500	51300	22500
49	00	24300	53100	24300
50	00	27000	55800	27000
51	00	28800	57600	28800
52	00	31500	60300	31500
53	00	33300	62100	33300
54	00	36000	64800	36000
55	00	37800	66600	37800
56	00	40500	69300	40500
57	00	00	28800	00
58	00	1800	30600	1800
59	00	2700	31500	2700
60	00	4500	33300	4500
61	00	6300	35100	6300
62	00	9000	37800	9000
63	00	10800	39600	10800
64	00	13500	42300	13500
65	00	15300	44100	15300
66	00	18000	46800	18000
67	00	19800	48600	19800
68	00	22500	51300	22500
69	00	24300	53100	24300
70	00	27000	55800	27000
71	00	28800	57600	28800
72	00	31500	60300	31500
73	62100	33300	62100	33300
74	00	36000	64800	36000
75	00	37800	66600	37800
76	00	40500	69300	40500
77	00	42300	71100	42300
78	00	00	00	00
79	00	1800	00	1800
80	00	2700	31500	2700
81	00	4500	33300	4500
82	00	6300	35100	6300
83	00	9000	37800	9000
84	00	10800	39600	10800
85	00	13500	42300	13500

86	00	15300	44100	15300
87	00	18000	46800	18000
88	00	19800	48600	19800
89	00	22500	51300	22500
90	00	24300	53100	24300
91	00	27000	55800	27000
92	00	28800	57600	28800
93	00	31500	60300	31500
94	00	33300	62100	33300
95	00	36000	64800	36000
96	00	37800	66600	37800
97	00	40500	69300	40500
98	00	42300	71100	42300
99	00	00	28800	00
100	00	1800	30600	1800
101	00	2700	31500	2700
102	00	4500	33300	4500
103	00	6300	35100	6300
104	00	9000	37800	9000
105	00	10800	39600	10800
106	00	13500	42300	13500
107	00	15300	44100	15300
108	00	18000	46800	18000
109	00	19800	48600	19800
110	00	22500	51300	22500
111	00	24300	53100	24300
112	00	27000	55800	27000
113	57600	28800	57600	28800
114	00	31500	60300	31500
115	00	33300	62100	33300
116	00	36000	64800	36000
117	00	37800	66600	37800
118	00	40500	69300	40500
119	00	42300	71100	42300
120	00	00	28800	00
121	00	1800	30600	1800
122	00	2700	31500	2700
123	00	4500	33300	4500
124	00	6300	35100	6300
125	00	9000	37800	9000
126	00	10800	39600	10800
127	00	13500	42300	13500
128	00	15300	44100	15300
129	00	18000	46800	18000
130	00	19800	48600	19800

131	00	22500	51300	22500
132	00	24300	53100	24300
133	00	27000	55800	27000
134	00	28800	57600	28800
135	00	31500	60300	31500
136	00	33300	62100	33300
137	00	36000	64800	36000
138	00	37800	66600	37800
139	00	40500	69300	40500
140	00	42300	71100	42300
141	00	00	28800	00
142	00	1800	30600	1800
143	00	2700	31500	2700
144	00	4500	33300	4500
145	00	6300	35100	6300
146	00	9000	37800	9000
147	00	10800	39600	10800
148	00	13500	42300	13500
149	00	15300	44100	15300
150	00	18000	46800	18000
151	00	19800	48600	19800
152	00	22500	51300	22500
153	53100	24300	53100	24300
154	00	27000	55800	27000
155	00	28800	57600	28800
156	00	31500	60300	31500
157	00	33300	62100	33300
158	00	36000	64800	36000
159	00	37800	66600	37800
160	00	40500	00	40500
161	00	00	00	00
162	00	1800	30600	1800
163	00	2700	31500	2700
164	00	4500	33300	4500
165	00	6300	35100	6300
166	00	9000	37800	9000
167	00	10800	39600	10800
Sumatoria	233100	332100	588600	332100
Promedio	58275	36900	65400	36900

Fuente: Elaboración propia

Estos datos fueron obtenidos mediante la razón de nivel de tiempo que tiene como fórmula en la siguiente la siguiente ecuación 3

$$T_{pl} = T_{plf} - T_{pli}$$

Ecuación 1 Fórmula para calcular razón de tiempo

Fuente: Elaboración propia

Donde:

T_{pl} = tiempo programado de limpieza.

T_{plf} = tiempo de inicio programado de limpieza.

T_{pli} = tiempo final programado de limpieza.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se muestran e interpretan los resultados de la aplicación computacional basada en internet de las cosas en el control de los niveles de contaminación de áreas de crianza de ganado para el establo Santa Cecilia. Los datos fueron recolectados por intermedio de hojas de cuadro de mando.

Tabla 16: Resultados de dimensión ambiente en los niveles de contaminación

No	Niveles de contaminación		Internet de las cosas		Humedad			Temperatura		
	Nivel de Humedad (%)	Nivel de Temperatura(°C)	Nivel de Humedad (%)	Nivel de Temperatura(°C)	d	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$	d	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
1	24	20	36	25	-12	-3,479	12,104	-5	0,281	0,08
2	27	20	41	25	-14	-5,479	30,020	-5	-1,719	2,95
3	27	20	39	22	-12	-3,479	12,104	-2	0,281	0,08
4	33	21	36	26	-3	5,521	30,481	-5	9,281	86,15
5	35	20	40	24	-5	3,521	12,397	-4	7,281	53,02
6	40	21	41	22	-1	7,521	56,565	-1	11,281	127,27
7	33	20	36	23	-3	5,521	30,481	-3	9,281	86,15
8	39	21	36	26	3	11,521	132,732	-5	15,281	233,52
9	29	21	43	25	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
10	36	20	45	22	-9	-0,479	0,229	-2	3,281	10,77
11	29	20	42	22	-13	-4,479	20,062	-2	-0,719	0,52
12	25	20	42	23	-17	-8,479	71,894	-3	-4,719	22,26
13	28	20	40	24	-12	-3,479	12,104	-4	0,281	0,08
14	34	21	39	25	-5	3,521	12,397	-4	7,281	53,02
15	23	19	42	25	-19	-10,479	109,810	-6	-6,719	45,14

16	36	20	39	24	-3	5,521	30,481	-4	9,281	86,15
17	29	20	38	26	-9	-0,479	0,229	-6	3,281	10,77
18	27	21	42	26	-15	-6,479	41,978	-5	-2,719	7,39
19	29	21	39	26	-10	-1,479	2,188	-5	2,281	5,20
20	31	21	45	25	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
21	31	20	38	22	-7	1,521	2,313	-2	5,281	27,89
22	38	20	44	25	-6	2,521	6,355	-5	6,281	39,46
23	34	20	41	25	-7	1,521	2,313	-5	5,281	27,89
24	34	21	44	22	-10	-1,479	2,188	-1	2,281	5,20
25	31	20	35	25	-4	4,521	20,439	-5	8,281	68,58
26	34	20	41	22	-7	1,521	2,313	-2	5,281	27,89
27	34	20	43	23	-9	-0,479	0,229	-3	3,281	10,77
28	37	21	45	23	-8	0,521	0,271	-2	4,281	18,33
29	29	21	42	24	-13	-4,479	20,062	-3	-0,719	0,52
30	39	21	35	23	4	12,521	156,774	-2	16,281	265,09
31	29	20	41	24	-12	-3,479	12,104	-4	0,281	0,08
32	36	20	37	23	-1	7,521	56,565	-3	11,281	127,27
33	24	21	36	22	-12	-3,479	12,104	-1	0,281	0,08
34	37	21	42	26	-5	3,521	12,397	-5	7,281	53,02
35	30	20	44	24	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
36	33	21	44	22	-11	-2,479	6,146	-1	1,281	1,64
37	39	21	42	24	-3	5,521	30,481	-3	9,281	86,15
38	33	20	44	26	-11	-2,479	6,146	-6	1,281	1,64
39	28	20	40	23	-12	-3,479	12,104	-3	0,281	0,08
40	34	20	40	24	-6	2,521	6,355	-4	6,281	39,46
41	25	21	43	25	-18	-9,479	89,852	-4	-5,719	32,70
42	36	21	37	26	-1	7,521	56,565	-5	11,281	127,27
43	34	21	45	26	-11	-2,479	6,146	-5	1,281	1,64
44	33	21	41	26	-8	0,521	0,271	-5	4,281	18,33

45	39	21	43	22	-4	4,521	20,439	-1	8,281	68,58
46	26	21	38	22	-12	-3,479	12,104	-1	0,281	0,08
47	30	21	43	22	-13	-4,479	20,062	-1	-0,719	0,52
48	38	20	39	22	-1	7,521	56,565	-2	11,281	127,27
49	39	20	39	24	0	8,521	72,607	-4	12,281	150,83
50	29	20	42	25	-13	-4,479	20,062	-5	-0,719	0,52
51	29	20	44	23	-15	-6,479	41,978	-3	-2,719	7,39
52	30	20	41	24	-11	-2,479	6,146	-4	1,281	1,64
53	35	21	41	26	-6	2,521	6,355	-5	6,281	39,46
54	31	20	35	22	-4	4,521	20,439	-2	8,281	68,58
55	24	20	37	26	-13	-4,479	20,062	-6	-0,719	0,52
56	26	20	44	22	-18	-9,479	89,852	-2	-5,719	32,70
57	40	20	38	24	2	10,521	110,691	-4	14,281	203,96
58	39	20	39	23	0	8,521	72,607	-3	12,281	150,83
59	33	21	39	22	-6	2,521	6,355	-1	6,281	39,46
60	29	20	36	25	-7	1,521	2,313	-5	5,281	27,89
61	38	20	37	26	1	9,521	90,649	-6	13,281	176,40
62	36	21	43	26	-7	1,521	2,313	-5	5,281	27,89
63	31	21	40	25	-9	-0,479	0,229	-4	3,281	10,77
64	39	21	42	25	-3	5,521	30,481	-4	9,281	86,15
65	26	20	38	22	-12	-3,479	12,104	-2	0,281	0,08
66	26	21	36	24	-10	-1,479	2,188	-3	2,281	5,20
67	29	21	36	22	-7	1,521	2,313	-1	5,281	27,89
68	29	20	36	26	-7	1,521	2,313	-6	5,281	27,89
69	40	20	43	23	-3	5,521	30,481	-3	9,281	86,15
70	33	20	44	24	-11	-2,479	6,146	-4	1,281	1,64
71	32	20	44	23	-12	-3,479	12,104	-3	0,281	0,08
72	29	20	43	22	-14	-5,479	30,020	-2	-1,719	2,95
73	26	20	45	26	-19	-10,479	109,810	-6	-6,719	45,14

74	26	20	38	25	-12	-3,479	12,104	-5	0,281	0,08
75	27	20	38	24	-11	-2,479	6,146	-4	1,281	1,64
76	23	19	39	26	-16	-7,479	55,936	-7	-3,719	13,83
77	35	20	44	26	-9	-0,479	0,229	-6	3,281	10,77
78	24	21	45	26	-21	-12,479	155,726	-5	-8,719	76,01
79	33	20	45	26	-12	-3,479	12,104	-6	0,281	0,08
80	27	21	36	23	-9	-0,479	0,229	-2	3,281	10,77
81	40	20	40	22	0	8,521	72,607	-2	12,281	150,83
82	32	21	42	23	-10	-1,479	2,188	-2	2,281	5,20
83	29	20	37	25	-8	0,521	0,271	-5	4,281	18,33
84	30	21	43	23	-13	-4,479	20,062	-2	-0,719	0,52
85	26	20	43	22	-17	-8,479	71,894	-2	-4,719	22,26
86	26	20	43	24	-17	-8,479	71,894	-4	-4,719	22,26
87	28	20	37	22	-9	-0,479	0,229	-2	3,281	10,77
88	29	20	43	24	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
89	40	21	44	24	-4	4,521	20,439	-3	8,281	68,58
90	36	21	45	23	-9	-0,479	0,229	-2	3,281	10,77
91	26	21	44	26	-18	-9,479	89,852	-5	-5,719	32,70
92	27	20	41	24	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
93	26	20	36	23	-10	-1,479	2,188	-3	2,281	5,20
94	35	21	35	26	0	8,521	72,607	-5	12,281	150,83
95	34	21	45	26	-11	-2,479	6,146	-5	1,281	1,64
96	25	20	43	24	-18	-9,479	89,852	-4	-5,719	32,70
97	28	20	36	22	-8	0,521	0,271	-2	4,281	18,33
98	35	20	36	24	-1	7,521	56,565	-4	11,281	127,27
99	35	20	39	25	-4	4,521	20,439	-5	8,281	68,58
100	39	21	38	24	1	9,521	90,649	-3	13,281	176,40
101	28	21	37	22	-9	-0,479	0,229	-1	3,281	10,77
102	38	20	36	24	2	10,521	110,691	-4	14,281	203,96

103	39	21	36	25	3	11,521	132,732	-4	15,281	233,52
104	26	20	41	24	-15	-6,479	41,978	-4	-2,719	7,39
105	31	20	36	23	-5	3,521	12,397	-3	7,281	53,02
106	26	20	44	24	-18	-9,479	89,852	-4	-5,719	32,70
107	35	20	37	26	-2	6,521	42,523	-6	10,281	105,71
108	35	20	38	26	-3	5,521	30,481	-6	9,281	86,15
109	35	20	40	25	-5	3,521	12,397	-5	7,281	53,02
110	32	21	37	22	-5	3,521	12,397	-1	7,281	53,02
111	29	20	43	23	-14	-5,479	30,020	-3	-1,719	2,95
112	40	20	41	26	-1	7,521	56,565	-6	11,281	127,27
113	26	20	40	22	-14	-5,479	30,020	-2	-1,719	2,95
114	26	20	37	24	-11	-2,479	6,146	-4	1,281	1,64
115	29	21	38	24	-9	-0,479	0,229	-3	3,281	10,77
116	31	20	36	24	-5	3,521	12,397	-4	7,281	53,02
117	24	21	43	26	-19	-10,479	109,810	-5	-6,719	45,14
118	24	20	38	22	-14	-5,479	30,020	-2	-1,719	2,95
119	37	20	40	26	-3	5,521	30,481	-6	9,281	86,15
120	24	21	35	26	-11	-2,479	6,146	-5	1,281	1,64
121	29	21	35	25	-6	2,521	6,355	-4	6,281	39,46
122	24	20	42	26	-18	-9,479	89,852	-6	-5,719	32,70
123	29	21	35	25	-6	2,521	6,355	-4	6,281	39,46
124	27	21	41	25	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
125	39	20	37	25	2	10,521	110,691	-5	14,281	203,96
126	33	21	42	23	-9	-0,479	0,229	-2	3,281	10,77
127	27	21	37	26	-10	-1,479	2,188	-5	2,281	5,20
128	28	20	36	22	-8	0,521	0,271	-2	4,281	18,33
129	39	20	35	25	4	12,521	156,774	-5	16,281	265,09
130	35	20	42	23	-7	1,521	2,313	-3	5,281	27,89
131	26	20	45	25	-19	-10,479	109,810	-5	-6,719	45,14

132	39	21	41	23	-2	6,521	42,523	-2	10,281	105,71
133	36	20	42	25	-6	2,521	6,355	-5	6,281	39,46
134	40	21	43	24	-3	5,521	30,481	-3	9,281	86,15
135	36	21	38	25	-2	6,521	42,523	-4	10,281	105,71
136	34	21	42	23	-8	0,521	0,271	-2	4,281	18,33
137	31	21	45	23	-14	-5,479	30,020	-2	-1,719	2,95
138	23	19	39	24	-16	-7,479	55,936	-5	-3,719	13,83
139	30	20	35	26	-5	3,521	12,397	-6	7,281	53,02
140	32	21	35	25	-3	5,521	30,481	-4	9,281	86,15
141	27	20	38	24	-11	-2,479	6,146	-4	1,281	1,64
142	36	20	39	23	-3	5,521	30,481	-3	9,281	86,15
143	25	20	45	26	-20	-11,479	131,768	-6	-7,719	59,58
144	36	20	39	26	-3	5,521	30,481	-6	9,281	86,15
145	30	21	44	25	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
146	37	20	44	24	-7	1,521	2,313	-4	5,281	27,89
147	37	20	35	24	2	10,521	110,691	-4	14,281	203,96
148	23	19	40	26	-17	-8,479	71,894	-7	-4,719	22,26
149	39	21	41	25	-2	6,521	42,523	-4	10,281	105,71
150	40	21	45	25	-5	3,521	12,397	-4	7,281	53,02
151	30	20	44	24	-14	-5,479	30,020	-4	-1,719	2,95
152	38	20	41	25	-3	5,521	30,481	-5	9,281	86,15
153	34	20	44	26	-10	-1,479	2,188	-6	2,281	5,20
154	23	19	41	24	-18	-9,479	89,852	-5	-5,719	32,70
155	29	21	43	22	-14	-5,479	30,020	-1	-1,719	2,95
156	23	18	44	22	-21	-12,479	155,726	-4	-8,719	76,01
157	35	20	45	25	-10	-1,479	2,188	-5	2,281	5,20
158	36	20	41	24	-5	3,521	12,397	-4	7,281	53,02
159	26	21	43	25	-17	-8,479	71,894	-4	-4,719	22,26
160	40	20	40	24	0	8,521	72,607	-4	12,281	150,83

161	32	20	44	26	-12	-3,479	12,104	-6	0,281	0,08
162	31	20	37	22	-6	2,521	6,355	-2	6,281	39,46
163	35	21	36	24	-1	7,521	56,565	-3	11,281	127,27
164	39	20	37	22	2	10,521	110,691	-2	14,281	203,96
165	29	21	39	26	-10	-1,479	2,188	-5	2,281	5,20
166	33	21	40	22	-7	1,521	2,313	-1	5,281	27,89
167	38	20	40	22	-2	6,521	42,523	-2	10,281	105,71
Sumatoria	5291	3398	6714	4026	-1423		5891,68	-628		8253,26
Promedio					-8,521			-3,760		

Fuente: Elaboración propia

Análisis del indicador de humedad

H0: El nivel de humedad para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es mayor o igual al nivel de humedad antes de emplear internet de las cosas.

Ha: El nivel de humedad para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es menor al nivel de humedad antes de emplear internet de las cosas.

Los datos de medición de humedad por tener 167 registros de lectura, utilizamos la prueba Z en el software estadístico XLSTAT.

Tabla 17: Análisis descriptivos del nivel de humedad

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Nivel de Humedad (%)	167	0	167	23,000	40,000	31,683	5,047
Nivel de Humedad (%)	167	0	167	35,000	45,000	40,204	3,159

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral	
Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 93%:	
[-9,356; -7,686]	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Referencia	Valor
Diferencia	-8,521
z (Valor observado)	-18,493
z (Valor crítico)	1,812
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,07

Fuente: Elaboración propia

La diferencia del valor obtenido es -8,521 además de encontrarse en el rango de [-9,356; -7,686] con una certeza del 93 % que indica 1,81; asimismo el valor-p

computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,07$, indicando que el nivel de humedad para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet en las cosas es menor al nivel de humedad antes de emplear internet de las cosas; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa. Finalizando la primera respuesta de hipótesis del indicador de humedad.

Análisis del indicador de temperatura

H_0 : El nivel de temperatura para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es mayor o igual al nivel de temperatura antes de emplear internet de las cosas.

H_a : El nivel de temperatura para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es menor al nivel de temperatura antes de emplear internet de las cosas.

Los datos de medición de temperatura por tener 167 registros de lectura, utilizamos la prueba Z en el software estadístico XLSTAT.

Tabla 20: Análisis descriptivos del nivel de temperatura

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Nivel de Temperatura(°C)	167	0	167	18,000	21,000	20,347	0,570
Nivel de Temperatura(°C)	167	0	167	22,000	26,000	24,108	1,440

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral
Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 93%:
[-3,978; -3,543]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Referencia	Valor
Diferencia	-3,760
z (Valor observado)	-31,388
z (Valor crítico)	1,812
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,07

Fuente: Elaboración propia

La diferencia del valor obtenido es -3,760 además de encontrarse en el rango de [-3,978; -3,543] con una certeza del 93 % que indica 1,81; asimismo el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,07$, indicando que el nivel de temperatura para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet en las cosas es menor al nivel de temperatura antes de emplear internet de las cosas; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a .

Tabla 23: Resultados de dimensión gas en los niveles de contaminación

No	Niveles de contaminación		Internet de las cosas		Amoniaco			Metano		
	Nivel de Amoniaco(ppm)	Nivel de Metano(ppm)	Nivel de Amoniaco(ppm)	Nivel de Metano(ppm)	d	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$	d	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
1	5	5	23	22	-18	62,25	3874,50	-17	126,57	16019,68
2	5	4	26	25	-21	59,25	3510,03	-21	123,57	15269,26
3	5	5	29	27	-24	56,25	3163,56	-22	120,57	14536,85
4	5	4	31	30	-26	54,25	2942,58	-26	118,57	14058,58
5	6	4	32	29	-26	54,25	2942,58	-25	118,57	14058,58
6	6	5	33	31	-27	53,25	2835,08	-26	117,57	13822,44
7	6	4	35	33	-29	51,25	2626,10	-29	115,57	13356,16
8	6	4	36	35	-30	50,25	2524,61	-31	114,57	13126,02
9	8	8	38	35	-30	50,25	2524,61	-27	114,57	13126,02
10	8	7	43	41	-35	45,25	2047,16	-34	109,57	12005,34
11	8	8	46	42	-38	42,25	1784,68	-34	106,57	11356,92
12	8	6	50	42	-42	38,25	1462,72	-36	102,57	10520,37
13	9	8	52	45	-43	37,25	1387,23	-37	101,57	10316,23
14	9	7	56	45	-47	33,25	1105,26	-38	97,57	9519,68
15	9	8	58	50	-49	31,25	976,28	-42	95,57	9133,41
16	9	6	62	57	-53	27,25	742,32	-51	91,57	8384,86
17	9	6	64	57	-55	25,25	637,34	-51	89,57	8022,58
18	14	10	92	74	-78	2,25	5,04	-64	66,57	4431,41
19	14	10	96	88	-82	-1,75	3,08	-78	62,57	3914,86
20	14	11	101	78	-87	-6,75	45,62	-67	57,57	3314,17
21	14	12	103	90	-89	-8,75	76,64	-78	55,57	3087,90
22	14	12	105	78	-91	-10,75	115,66	-66	53,57	2869,62
23	15	15	108	110	-93	-12,75	162,68	-95	51,57	2659,35

24	15	14	110	97	-95	-14,75	217,70	-83	49,57	2457,07
25	15	14	113	78	-98	-17,75	315,22	-64	46,57	2168,66
26	15	15	118	86	-103	-22,75	517,77	-71	41,57	1727,97
27	16	13	123	75	-107	-26,75	715,80	-62	37,57	1411,42
28	16	15	126	103	-110	-29,75	885,33	-88	34,57	1195,01
29	16	15	130	105	-114	-33,75	1139,37	-90	30,57	934,46
30	16	14	134	94	-118	-37,75	1425,40	-80	26,57	705,90
31	16	15	138	114	-122	-41,75	1743,44	-99	22,57	509,35
32	16	15	140	89	-124	-43,75	1914,46	-74	20,57	423,08
33	16	15	142	117	-126	-45,75	2093,47	-102	18,57	344,80
34	14	9	118	108	-104	-23,75	564,28	-99	40,57	1645,83
35	8	6	90	103	-82	-1,75	3,08	-97	62,57	3914,86
36	5	4	59	48	-54	26,25	688,83	-44	90,57	8202,72
37	5	5	41	34	-36	44,25	1957,67	-29	108,57	11787,20
38	6	4	43	42	-37	43,25	1870,17	-38	107,57	11571,06
39	6	5	44	43	-38	42,25	1784,68	-38	106,57	11356,92
40	6	5	45	44	-39	41,25	1701,19	-39	105,57	11144,78
41	6	5	49	41	-43	37,25	1387,23	-36	101,57	10316,23
42	7	4	52	47	-45	35,25	1242,25	-43	99,57	9913,96
43	7	5	56	48	-49	31,25	976,28	-43	95,57	9133,41
44	7	5	59	49	-52	28,25	797,81	-44	92,57	8568,99
45	8	8	64	64	-56	24,25	587,84	-56	88,57	7844,44
46	8	7	68	61	-60	20,25	409,88	-54	84,57	7151,89
47	8	6	73	116	-65	15,25	232,43	-110	79,57	6331,20
48	8	6	75	96	-67	13,25	175,44	-90	77,57	6016,93
49	9	7	78	109	-69	11,25	126,46	-102	75,57	5710,65
50	9	8	83	76	-74	6,25	39,01	-68	70,57	4979,96
51	9	6	84	110	-75	5,25	27,52	-104	69,57	4839,83
52	9	6	88	110	-79	1,25	1,55	-104	65,57	4299,28

53	9	7	90	87	-81	-0,75	0,57	-80	63,57	4041,00
54	10	7	92	120	-82	-1,75	3,08	-113	62,57	3914,86
55	10	8	96	79	-86	-5,75	33,11	-71	58,57	3430,31
56	10	7	100	93	-90	-9,75	95,15	-86	54,57	2977,76
57	16	14	120	108	-104	-23,75	564,28	-94	40,57	1645,83
58	16	13	125	106	-109	-28,75	826,82	-93	35,57	1265,14
59	16	14	129	72	-113	-32,75	1072,86	-58	31,57	996,59
60	16	15	131	86	-115	-34,75	1207,87	-71	29,57	874,32
61	17	14	136	81	-119	-38,75	1501,91	-67	25,57	653,77
62	17	13	138	98	-121	-40,75	1660,93	-85	23,57	555,49
63	17	13	143	102	-126	-45,75	2093,47	-89	18,57	344,80
64	19	16	146	85	-127	-46,75	2185,98	-69	17,57	308,66
65	19	16	149	102	-130	-49,75	2475,51	-86	14,57	212,25
66	19	16	154	116	-135	-54,75	2998,05	-100	9,57	91,56
67	19	16	158	83	-139	-58,75	3452,09	-67	5,57	31,01
68	20	18	163	120	-143	-62,75	3938,13	-102	1,57	2,46
69	20	17	168	113	-148	-67,75	4590,67	-96	-3,43	11,77
70	20	17	170	99	-150	-69,75	4865,69	-82	-5,43	29,50
71	20	18	175	84	-155	-74,75	5588,23	-66	-10,43	108,81
72	20	18	176	98	-156	-75,75	5738,74	-80	-11,43	130,67
73	20	18	179	97	-159	-78,75	6202,27	-79	-14,43	208,26
74	15	13	122	81	-107	-26,75	715,80	-68	37,57	1411,42
75	12	9	63	67	-51	29,25	855,30	-58	93,57	8755,13
76	8	8	36	38	-28	52,25	2729,59	-30	116,57	13588,30
77	5	5	28	22	-23	57,25	3277,05	-17	121,57	14778,99
78	6	5	20	22	-14	66,25	4388,47	-17	130,57	17048,23
79	6	4	21	21	-15	65,25	4256,98	-17	129,57	16788,09
80	6	4	25	20	-19	61,25	3751,01	-16	125,57	15767,54
81	6	5	26	22	-20	60,25	3629,52	-17	124,57	15517,40

82	6	5	31	31	-25	55,25	3052,07	-26	119,57	14296,71
83	6	4	34	29	-28	52,25	2729,59	-25	116,57	13588,30
84	6	4	38	35	-32	48,25	2327,63	-31	112,57	12671,75
85	8	7	43	40	-35	45,25	2047,16	-33	109,57	12005,34
86	8	6	47	39	-39	41,25	1701,19	-33	105,57	11144,78
87	8	6	51	48	-43	37,25	1387,23	-42	101,57	10316,23
88	8	6	56	51	-48	32,25	1039,77	-45	96,57	9325,55
89	10	8	60	45	-50	30,25	914,79	-37	94,57	8943,27
90	10	7	64	65	-54	26,25	688,83	-58	90,57	8202,72
91	10	6	65	62	-55	25,25	637,34	-56	89,57	8022,58
92	10	8	67	54	-57	23,25	540,35	-46	87,57	7668,31
93	10	6	70	58	-60	20,25	409,88	-52	84,57	7151,89
94	10	8	73	73	-63	17,25	297,41	-65	81,57	6653,48
95	13	9	75	110	-62	18,25	332,90	-101	82,57	6817,62
96	13	11	80	81	-67	13,25	175,44	-70	77,57	6016,93
97	13	9	81	79	-68	12,25	149,95	-70	76,57	5862,79
98	13	10	82	103	-69	11,25	126,46	-93	75,57	5710,65
99	18	18	109	98	-91	-10,75	115,66	-80	53,57	2869,62
100	18	16	111	96	-93	-12,75	162,68	-80	51,57	2659,35
101	18	17	113	104	-95	-14,75	217,70	-87	49,57	2457,07
102	18	17	118	71	-100	-19,75	390,24	-54	44,57	1986,38
103	19	16	122	116	-103	-22,75	517,77	-100	41,57	1727,97
104	19	18	125	109	-106	-25,75	663,29	-91	38,57	1487,56
105	19	17	128	111	-109	-28,75	826,82	-94	35,57	1265,14
106	19	17	129	96	-110	-29,75	885,33	-79	34,57	1195,01
107	19	16	134	87	-115	-34,75	1207,87	-71	29,57	874,32
108	22	20	139	87	-117	-36,75	1350,89	-67	27,57	760,04
109	22	19	144	76	-122	-41,75	1743,44	-57	22,57	509,35
110	22	19	148	107	-126	-45,75	2093,47	-88	18,57	344,80

111	22	19	151	107	-129	-48,75	2377,00	-88	15,57	242,39
112	22	21	155	79	-133	-52,75	2783,04	-58	11,57	133,84
113	25	24	158	112	-133	-52,75	2783,04	-88	11,57	133,84
114	20	18	162	118	-142	-61,75	3813,62	-100	2,57	6,60
115	19	16	166	79	-147	-66,75	4456,16	-63	-2,43	5,91
116	16	15	169	101	-153	-72,75	5293,22	-86	-8,43	71,08
117	14	9	172	116	-158	-77,75	6045,76	-107	-13,43	180,40
118	10	8	173	118	-163	-82,75	6848,31	-110	-18,43	339,71
119	8	7	115	103	-107	-26,75	715,80	-96	37,57	1411,42
120	9	8	56	50	-47	33,25	1105,26	-42	97,57	9519,68
121	9	6	58	50	-49	31,25	976,28	-44	95,57	9133,41
122	9	6	60	48	-51	29,25	855,30	-42	93,57	8755,13
123	9	7	65	54	-56	24,25	587,84	-47	88,57	7844,44
124	9	6	66	63	-57	23,25	540,35	-57	87,57	7668,31
125	10	8	70	70	-60	20,25	409,88	-62	84,57	7151,89
126	10	6	74	103	-64	16,25	263,92	-97	80,57	6491,34
127	10	8	75	80	-65	15,25	232,43	-72	79,57	6331,20
128	10	7	80	71	-70	10,25	104,97	-64	74,57	5560,52
129	10	8	84	114	-74	6,25	39,01	-106	70,57	4979,96
130	12	10	88	78	-76	4,25	18,02	-68	68,57	4701,69
131	12	12	92	91	-80	0,25	0,06	-79	64,57	4169,14
132	12	11	95	113	-83	-2,75	7,59	-102	61,57	3790,72
133	12	11	99	80	-87	-6,75	45,62	-69	57,57	3314,17
134	12	12	100	101	-88	-7,75	60,13	-89	56,57	3200,04
135	12	11	103	109	-91	-10,75	115,66	-98	53,57	2869,62
136	12	10	106	88	-94	-13,75	189,19	-78	50,57	2557,21
137	14	12	110	75	-96	-15,75	248,20	-63	48,57	2358,93
138	14	9	113	108	-99	-18,75	351,73	-99	45,57	2076,52
139	14	12	114	97	-100	-19,75	390,24	-85	44,57	1986,38

140	14	10	117	94	-103	-22,75	517,77	-84	41,57	1727,97
141	20	16	122	77	-102	-21,75	473,26	-61	42,57	1812,11
142	20	18	126	111	-106	-25,75	663,29	-93	38,57	1487,56
143	20	16	131	73	-111	-30,75	945,84	-57	33,57	1126,87
144	20	18	133	113	-113	-32,75	1072,86	-95	31,57	996,59
145	20	18	138	106	-118	-37,75	1425,40	-88	26,57	705,90
146	20	18	139	75	-119	-38,75	1501,91	-57	25,57	653,77
147	25	23	142	73	-117	-36,75	1350,89	-50	27,57	760,04
148	25	23	144	116	-119	-38,75	1501,91	-93	25,57	653,77
149	25	24	145	92	-120	-39,75	1580,42	-68	24,57	603,63
150	25	23	146	101	-121	-40,75	1660,93	-78	23,57	555,49
151	25	23	147	92	-122	-41,75	1743,44	-69	22,57	509,35
152	25	24	151	77	-126	-45,75	2093,47	-53	18,57	344,80
153	25	24	155	97	-130	-49,75	2475,51	-73	14,57	212,25
154	23	21	156	97	-133	-52,75	2783,04	-76	11,57	133,84
155	20	16	127	99	-107	-26,75	715,80	-83	37,57	1411,42
156	16	15	106	101	-90	-9,75	95,15	-86	54,57	2977,76
157	14	11	84	92	-70	10,25	104,97	-81	74,57	5560,52
158	10	8	63	70	-53	27,25	742,32	-62	91,57	8384,86
159	6	4	44	44	-38	42,25	1784,68	-40	106,57	11356,92
160	6	4	19	22	-13	67,25	4521,96	-18	131,57	17310,37
161	8	7	23	25	-15	65,25	4256,98	-18	129,57	16788,09
162	8	6	25	25	-17	63,25	3999,99	-19	127,57	16273,81
163	8	8	29	30	-21	59,25	3510,03	-22	123,57	15269,26
164	8	6	30	31	-22	58,25	3392,54	-25	122,57	15023,13
165	9	6	33	32	-24	56,25	3163,56	-26	120,57	14536,85
166	9	7	36	36	-27	53,25	2835,08	-29	117,57	13822,44
167	9	6	40	34	-31	49,25	2425,12	-28	113,57	12897,89

Sumatoria	2157	1823	15558	12565	-13401	0,00	261464,93	-10742	10742,00	952426,40
Promedio					-80,246			-64,323		

Fuente: Elaboración propia

Análisis del indicador de amoniaco

H0: El nivel de amoniaco para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es mayor o igual al nivel de amoniaco antes de emplear internet de las cosas.,

H1: El nivel de amoniaco para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es menor al nivel de amoniaco antes de emplear internet de las cosas.

Los datos del nivel de amoniaco por tener 167 registros de lectura, utilizamos la prueba Z en el software estadístico XLSTAT.

Tabla 24: Análisis descriptivos del nivel de amoniaco

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Nivel de Amoniaco(ppm)	167	0	167	5,000	25,000	12,916	5,652
Nivel de Amoniaco(ppm)	167	0	167	19,000	179,000	93,162	44,651

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 93%:

[-86,556; -73,935]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Referencia	Valor
Diferencia	-80,246
z (Valor observado)	-23,041
z (Valor crítico)	1,812
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,07

Fuente: Elaboración propia

La diferencia del valor obtenido es -80,246 además de encontrarse en el rango de [-86,556; -73,935] con una certeza del 93 % que indica 1,81; asimismo el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,07$, indicando que el nivel de amoniaco para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet en las cosas es menor al nivel de amoniaco antes de emplear internet de las cosas; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa. Finalizando la primera respuesta de hipótesis del indicador de amoniaco.

Análisis del indicador de metano

Indicando las siguientes hipótesis:

H_0 : El nivel de metano para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es mayor o igual al nivel de metano antes de emplear internet de las cosas.

H_a : El nivel de metano para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es menor al nivel de metano antes de emplear internet de las cosas.

Tabla 27: Análisis descriptivos del nivel de metano

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Nivel de Metano(ppm)	167	0	167	4,000	24,000	10,916	5,537
Nivel de Metano(ppm)	167	0	167	20,000	120,000	75,240	29,768

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral
Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 93%: [-68,569; -60,078]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Prueba Z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Referencia	Valor
Diferencia	-64,323
z (Valor observado)	-27,453
z (Valor crítico)	1,812
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,07

Fuente: Elaboración propia

La diferencia del valor obtenido es -64,323 además de encontrarse en el rango [-68,569; -60,078] con una certeza del 93 % que indica 1,81; asimismo el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,07$, indicando que el nivel de metano para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet en las cosas es menor al nivel de metano antes de emplear internet de las cosas; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a .

Tabla 30: Resultados de dimensión tiempo en los niveles de contaminación

No	Niveles de contaminación		Internet de las cosas		Tiempo		
	Tiempo programado de limpieza (seg.)	Tiempo(seg)	Tiempo programado de limpieza (seg.)	Tiempo(seg)	d	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
1	00	00	33360	00	00	0,520	0,27068291
2	00	1800	35400	1800	-30600	0,166	0,02759097
3	00	2700	37440	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
4	00	4500	39480	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
5	00	6300	41520	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
6	00	9000	43560	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
7	00	10800	45600	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
8	00	13500	47640	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
9	00	15300	49680	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
10	00	18000	51720	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
11	00	19800	53760	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
12	00	22500	55800	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
13	00	24300	57840	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
14	00	27000	59880	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
15	00	28800	61920	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
16	00	31500	63960	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
17	00	33300	66000	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
18	00	00	30840	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
19	00	1800	32880	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
20	00	2700	34920	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
21	00	4500	36960	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
22	00	6300	39000	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
23	00	9000	41040	9000	-0,4375	0,083	0,0068512

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de
crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

24	00	10800	43080	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
25	00	13500	45120	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
26	00	15300	47160	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
27	00	18000	49200	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
28	00	19800	51240	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
29	00	22500	53280	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
30	00	24300	55320	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
31	00	27000	57360	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
32	00	28800	59400	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
33	123600	31500	61440	31500	0	0,520	0,27068291
34	00	33300	63480	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
35	00	36000	65520	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
36	00	37800	67560	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
37	00	00	30300	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
38	00	1800	32340	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
39	00	2700	34380	2700	-31500	0,156	0,02423895
40	00	4500	36420	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
41	00	6300	38460	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
42	00	9000	40500	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
43	00	10800	42540	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
44	00	13500	44580	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
45	00	15300	46620	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
46	00	18000	48660	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
47	00	19800	50700	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
48	00	22500	52740	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
49	00	24300	54780	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
50	00	27000	56820	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
51	00	28800	58860	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
52	00	31500	60900	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

53	00	33300	62940	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
54	00	36000	64980	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
55	00	37800	67020	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
56	00	40500	69060	40500	-0,80208333	-0,282	0,07941765
57	00	00	30000	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
58	00	1800	32040	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
59	00	2700	34080	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
60	00	4500	36120	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
61	00	6300	38160	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
62	00	9000	40200	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
63	00	10800	42240	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
64	00	13500	44280	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
65	00	15300	46320	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
66	00	18000	48360	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
67	00	19800	50400	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
68	00	22500	52440	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
69	00	24300	54480	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
70	00	27000	56520	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
71	00	28800	58560	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
72	00	31500	60600	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
73	267600	33300	62640	33300	0	0,520	0,27068291
74	00	36000	64680	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
75	00	37800	66720	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
76	00	40500	68760	40500	-0,80208333	-0,282	0,07941765
77	00	42300	70800	42300	-0,82291667	-0,303	0,09159382
78	00	00	29520	00	0	0,520	0,27068291
79	00	1800	31560	1800	0	0,520	0,27068291
80	00	2700	33600	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
81	00	4500	35640	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de
crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

82	00	6300	37680	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
83	00	9000	39720	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
84	00	10800	41760	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
85	00	13500	43800	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
86	00	15300	45840	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
87	00	18000	47880	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
88	00	19800	49920	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
89	00	22500	51960	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
90	00	24300	54000	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
91	00	27000	56040	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
92	00	28800	58080	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
93	00	31500	60120	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
94	00	33300	62160	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
95	00	36000	64200	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
96	00	37800	66240	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
97	00	40500	68280	40500	-0,80208333	-0,282	0,07941765
98	00	42300	70320	42300	-0,82291667	-0,303	0,09159382
99	00	00	29580	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
100	00	1800	31620	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
101	00	2700	33660	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
102	00	4500	35700	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
103	00	6300	37740	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
104	00	9000	39780	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
105	00	10800	41820	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
106	00	13500	43860	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
107	00	15300	45900	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
108	00	18000	47940	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
109	00	19800	49980	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
110	00	22500	52020	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de
crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

111	00	24300	54060	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
112	00	27000	56100	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
113	411600	28800	58140	28800	0	0,520	0,27068291
114	00	31500	60180	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
115	00	33300	62220	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
116	00	36000	64260	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
117	00	37800	66300	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
118	00	40500	68340	40500	-0,80208333	-0,282	0,07941765
119	00	42300	70380	42300	-0,82291667	-0,303	0,09159382
120	00	00	30180	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
121	00	1800	32220	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
122	00	2700	34260	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
123	00	4500	36300	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
124	00	6300	38340	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
125	00	9000	40380	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
126	00	10800	42420	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
127	00	13500	44460	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
128	00	15300	46500	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
129	00	18000	48540	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
130	00	19800	50580	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
131	00	22500	52620	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
132	00	24300	54660	24300	-0,61458333	-0,094	0,00889464
133	00	27000	56700	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
134	00	28800	58740	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
135	00	31500	60780	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
136	00	33300	62820	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
137	00	36000	64860	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
138	00	37800	66900	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
139	00	40500	68940	40500	-0,80208333	-0,282	0,07941765

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de
crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

140	00	42300	70980	42300	-0,82291667	-0,303	0,09159382
141	00	00	30420	00	-0,33333333	0,187	0,03494605
142	00	1800	32460	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
143	00	2700	34500	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
144	00	4500	36540	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
145	00	6300	38580	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
146	00	9000	40620	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
147	00	10800	42660	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639
148	00	13500	44700	13500	-0,48958333	0,031	0,00094179
149	00	15300	46740	15300	-0,51041667	0,010	9,7127E-05
150	00	18000	48780	18000	-0,54166667	-0,021	0,00045773
151	00	19800	50820	19800	-0,5625	-0,042	0,00178321
152	00	22500	52860	22500	-0,59375	-0,073	0,00539902
153	555600	24300	54900	24300	0	0,520	0,27068291
154	00	27000	56940	27000	-0,64583333	-0,126	0,01576566
155	00	28800	58980	28800	-0,66666667	-0,146	0,02143141
156	00	31500	61020	31500	-0,69791667	-0,178	0,03155764
157	00	33300	63060	33300	-0,71875	-0,198	0,03939353
158	00	36000	65100	36000	-0,75	-0,230	0,05277497
159	00	37800	67140	37800	-0,77083333	-0,251	0,062781
160	00	40500	69180	40500	0	0,520	0,27068291
161	00	00	29640	00	0	0,520	0,27068291
162	00	1800	31680	1800	-0,35416667	0,166	0,02759097
163	00	2700	33720	2700	-0,36458333	0,156	0,02423895
164	00	4500	35760	4500	-0,38541667	0,135	0,01818595
165	00	6300	37800	6300	-0,40625	0,114	0,01300101
166	00	9000	39840	9000	-0,4375	0,083	0,0068512
167	00	10800	41880	10800	-0,45833333	0,062	0,00383639

Sumatoria	233100	332100	588600	332100	-	7,93809E-15	5,938423933
Promedio	58275	36900	65400	36900	86,88541667	-0,520	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis del indicador de tiempo

H0: El tiempo empleado para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es mayor o igual al nivel de tiempo antes de emplear internet de las cosas.

Ha: El nivel de tiempo empleado para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet de las cosas es menor al nivel de tiempo antes de emplear internet de las cosas.

Los datos de tiempo por tener 167 registros de lectura de utilizamos la prueba Z en el software estadístico XLSTAT.

Tabla 31: Análisis descriptivos del tiempo:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Tiempo programado de limpieza (seg.)	167	0	167	0,000	0,719	0,016	0,104
Tiempo programado de limpieza (seg.)	167	0	167	0,000	0,823	0,536	0,172

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral
Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 93%:
[-0,548; -0,492]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Prueba z para dos muestras independientes / Prueba bilateral

Referencia	Valor
Diferencia	-0,520
z (Valor observado)	-33,477
z (Valor crítico)	1,812
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,07

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia del valor obtenido es -0,520 además de encontrarse en el rango de [-0,548; -0,492] con una certeza del 93 % que indica 1,81; asimismo el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,07$, indicando que el tiempo para el monitoreo de los niveles de contaminación después de emplear internet en las cosas es menor al nivel de tiempo antes de emplear internet de las cosas; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa. Finalizando la primera respuesta de hipótesis del indicador tiempo.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

la presente investigación se desarrolló en la ganadería Santa Cecilia en el mes de octubre del presente, teniendo una duración de 9 días con una variación de visita entre 9 a 11 horas, contando con 167 lecturas, donde se pudo observar según la dimensión 1, el promedio en humedad y temperatura (ver tabla 11) fue de 40,204 % y 24,108 % proporcionalmente, así mismo la dimensión 2 donde el promedio de amoniaco y metano (ver tabla 13) fue de 93,584 % y 75,560 % respectivamente y finalizando la dimensión 3 el tiempo programado para la limpieza (ver tabla 15) fue 65400 segundos equivalente a 18 horas con 10 minutos. Demostrando, en todas las dimensiones un aumento considerable en la detección de factores de humedad, temperatura, amoniaco y metano. Para luego ser procesado y determinar si existe o no contaminación; de esta manera tomar decisiones concretas para realizar limpiezas del área de crianza.

De las investigaciones que nos antecede podemos especificar que, obtuvimos grandes concentraciones de NH₃ y CH₄ con un promedio de 40,204 % y 24,108 % respectivamente lo que conlleva a un aumento en detección temprana de NH₃ y CH₄. Asimismo mejora el antecedente que lleva por título Emisión de amoniaco (NH₃) y gases con efecto invernadero (CH₄ y N₂O) en cerdos en crecimiento. Donde la duración de la investigación tuvo en NH₃ de 35,3 % y CH₄ de 19,73 %. Cabe la posibilidad de que no sea muy significativo, ya que los datos que se mostraron anteriormente estarían en un periodo de 6 semanas.

Podemos indicar que la investigación en los factores de humedad y temperatura en la ganadería Santa Cecilia tienen un promedio de 31,683% y 20.347% donde el

ganado vacuno en Trujillo, está sometido a estrés calórico por los factores mencionados anteriormente, además de estar más cerca de la línea ecuatorial. Por lo tanto, estaríamos totalmente de acuerdo con la siguiente investigación “Evaluación de los indicadores de estrés calórico en las principales localidades de lechería intensiva del departamento de Lima, Perú”, donde evaluaron el estrés calórico en vacas de producción de leche. Por lo que concluyen que el ganado lechero en Lima está sometido a estrés calórico durante casi todo el año.

4.2. Conclusiones

Al finalizar el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ El sistema basado en internet de las cosas, obtuvo una influencia positiva en los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza.
- ✓ Se demostró la influencia del internet de las cosas en el nivel de gas en las áreas de crianza.
- ✓ Se demostró la influencia del internet de las cosas en el nivel del ambiente en las áreas de crianza.
- ✓ Se demostró la influencia del internet de las cosas en el tiempo de contaminación en las áreas de crianza.

4.3. Recomendaciones

Para futuras investigaciones basadas en el mismo tema del proyecto realizado, se recomienda los siguientes puntos:

En las instalaciones dentro del espacio del establo cubrir los dispositivos con una pieza de madera o algún material, ya que el ganado al ver un objeto diferente a su entorno tienden a oler y lamer, esto conlleva al mal funcionamiento de los valores medidos; asimismo para poder tener un ambiente estable en temporadas de verano es necesario instalar ventiladores dentro de cada área y programar el encendido y apagado dentro de los niveles permitidos de niveles de contaminación que se hicieron mención anteriormente.

REFERENCIAS

Acevedo, A., Figueroa, U., Leos, J. y Romo, J. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. Acta Universitaria, México.

Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Secretaría de Salud del Estado de Tabasco, Villahermosa, México.

Alcaraz, M. (2014). Internet de las Cosas. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Asunción, Paraguay.

Alvarado, H., Gómez, F., Hernández, A., Misselbrook, T., Narciso, C. y Velasco, J. (2016). Buenas prácticas de manejo y emisiones de amoníaco en explotaciones avícolas. Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz, México.

Almario, J., Mora, M., Ríos, L. y Ríos, L. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. Universidad de la Amazonía, Florencia, Colombia.

Alvear, V., Beltrán, L., Núñez, S., Realpe, S., Rosado, C. y Rosero, P. (2017) Internet de las Cosas y Redes de Sensores inalámbricos: review. Universidad Técnica del Norte, Instituto Tecnológico Superior 17 de Julio, Ibarra, Ecuador.

Araújo, J., Blanco, I., Cerqueira, J., Contalapedra, J., Silva, S. y Silvestre, A. (2016). Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. Portugal.

Araúz, J., Castillo, M., Gonzáles, E., Pinzón, A. y Villareal, V. (2018). Sistema de detección de sustancias y partículas contaminantes para el ambiente a través de sensores Arduino. Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, Panamá.

Arrebola et al. (2015). Bienestar Animal en Explotaciones de Rumiantes. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera – Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Sevilla, España.

Bario, M. (2018). Internet de las Cosas. Editorial Reus, Madrid, España.

Berra, E., Cuautle, P., García, A., Pérez, M. y Piñón, M. (2019). Desarrollo de sistemas de automatización con internet de las cosas para invernaderos adaptables a espacios reducidos. Universidad del Valle de Puebla, Puebla, México.

Bonilla, I., Guajardo, L., Laines, C., Morales, M. y Tavizon, A. (2016). IoT, El Internet de las Cosas y la innovación de sus aplicaciones. Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

Bonilla, J. & Lemus, C. (2011). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. Fomix Nayarit, México.

Bruke, E., Curry, E. y Derguech, W. (2014). An Automatic Approach to Real-Time Predictive. National University of Ireland, Galway, Ireland.

Brevlk, A., Derum, J., Urdal, F. y Utstumo, T. (2019). Robotic in-row weed control in vegetables. Noruega.

Cabrera, J., Manrique, J. y Rueda, J. (2018). Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior. Bucaramanga, Colombia.

Campo, W., Chanchí, G., Jaramillo S. y Quiroga, E. (2016). Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT. Universidad del Quindío, Institución Universitaria Colegio Mayor de Cauca, Colombia.

Caraballo, L., Contreras, M. y Martínez, C. (2017). Evaluación de las prácticas que ejecutan algunos hatos ganaderos de la subregión Montes de María. Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia.

Carcelén, F., Sandoval, R. y Ruiz, L. (2018). Evaluación de los indicadores de estrés calórico en las principales localidades de lechería intensiva del departamento de lima – Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Castaño, S., Fernández, A., García, J., Gómez, J. y Mercado, T. (2017). Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

Chino, L., Franco, F., Moscoso, J., Olazábal, J., Pinares, C. y San Martín, F. (2017). Producción de Metano en vacunos al pastoreo suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Universidad Nacional Mayor de San Marco, Perú.

Cohuo, J., Hernández, A., Hidalgo, J., Salinas, J. y Velasco, J. (2016). El amoniaco en las explotaciones avícolas: efectos sobre las aves y el ambiente. Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz, México.

Córdova et al., (2016). Consecuencias del estrés calórico sobre la reproducción del Ganado Vacuno. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, Madrid, España.

Dijkman, J., Falcucci, A., Gerber, P., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Steinfeld, H. y Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma, Italia.

Dios, R. & Iraola, J. (2016). Indicadores ambientales en el sector ganadero de bovinos de engorde. Grupo EFIUCO, Córdoba, Colombia.

Eldridge, S., Chapin, L. y Rose, K. (2015), La internet de las cosas – una breve reseña para entender mejor los problemas y desafíos de un mundo más conectado. The Internet Society, Ginebra, Suiza.

- Escudero, C., Hernández, D. & Mazon, B. (2017). Análisis de Datos Agropecuarios. Universidad Tecnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Estrada, F., Guerrero, J. y Medina, M. (2017). SGreenH-IoT: Plataforma IoT para Agricultura de Precisión. Universidad de Colima. Colima, México.
- Estrada, M., Martínez, J., Ortiz, A. y Vera, I. (2013). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, México.
- Flauzac, O., Gonzalez, C. y Nolot, F. (2018). Evolución y Contribución para el internet de las cosas por las emergentes redes definidas por software. II congreso internacional en inteligencia ambiental, ingeniería de software y salud electrónica y móvil, Panamá.
- Francis, B. & Oladehin, O. (2016). Principios básicos de IoT. Amazon Web Service (AWS), Seattle – Washington, Estados Unidos.
- García, C. (2019). TFC Integración de redes telemáticas IoT con Raspeberry Pi. Universidad Oberta de Catalunya, Catalunya, España.
- Lara, D., Sosa, C. y Tello, E. (2016). Enfoque para generar aplicaciones orientadas a servicios para IoT mediante el desarrollo dirigido por modelos. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, México.
- León, C. (2017). Anuario estadístico producción pecuaria y avícola 2017. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima, Perú.
- Martín, S. (2017). Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black Comparación y Aplicaciones. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Asunción, Paraguay.
- Méndez, M. & Vega, E. (2016). Análisis del confort ganadero por medio del índice de temperatura humedad (ITH) en Veracruz. Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz, Veracruz, México.

Mendoza, M., Suarez, M. & Pérez, M. (2019). Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura. Revista Espacios, Caracas, Venezuela.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017). Guía de las Mejores Técnicas Disponibles para reducir el impacto ambiental de la ganadería. Datos Abiertos, Madrid, España.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. (2018). Boletín de Novedades Agosto – Septiembre, Sector Agricultura y Ganadería Inteligente. Buenos Aires, Argentina.

Mora, S. (2015). Entendiendo el Internet de las Cosas. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Morazán, H. (2015). Emisión de amoníaco (NH₃) y gases con efecto invernadero (CH₄ y N₂O) en cerdos en crecimiento: efecto del nivel de proteína y fibra de la ración. Universidad de Lleida, Lleida, España.

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2019). Código sanitario para los animales terrestres. Paris, Francia.

Salazar, J. & Silvestre, S. (2016). Internet de las Cosas. Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Técnica Checa en Praga, Praga, Republica Checa.

Sanes, D. (2014). Análisis de las emisiones de amoníaco a la atmósfera procedente de las explotaciones de porcino de la Comunidad Valenciana utilizando metodologías SIG. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2016). Internet de las Cosas. Ministerio de Modernización Presidencia de la Nación, Buenos Aires, Argentina.

Sobrino, O. (2016). III Jornada ganadería y medio ambiente, Ganadería y gases de efecto invernadero. Madrid, España.

Vargas, J., Vargas, L., Vargas, O. y Vite, H. (2018). Internet de las cosas aplicado a la Producción Agropecuaria. Editorial Grupo Compás, Guayaquil, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Tabla 34: Matriz de consistencia

Internet de las cosas en el control de niveles de contaminación de áreas de crianza de ganado para el establo santa cecilia											
Problema	Hipótesis	Objetivo general	Variable independiente	Metodología							
¿Cómo influye el internet de las cosas en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia?	El internet de las cosas influye de manera positiva en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia.	Determinar la influencia del internet de las cosas en el monitoreo de los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia	Internet de las cosas	<p>Diseño</p> <p>El tipo de investigación es Cuasi experimental</p> <table border="0"> <tr> <td>RG1</td> <td>X</td> <td>O1</td> </tr> <tr> <td>RG2</td> <td>-</td> <td>O2</td> </tr> </table> <p>Donde:</p> <p>O1= 167 lecturas</p> <p>O2= 167 lecturas</p> <p>X = Internet de las cosas.</p> <p>-- = Ausencia de internet de las cosas</p> <p>O1: Medición post-experimental de contaminación sobre las áreas de crianza.</p> <p>O2: Medición post-experimental de contaminación sobre las áreas de crianza.</p> <p>Población</p> <p>La población está conformada por todas las 167 lecturas.</p>		RG1	X	O1	RG2	-	O2
RG1	X	O1									
RG2	-	O2									

Objetivos específicos	Variable dependiente	Muestra
Determinar la influencia en el monitoreo de nivel de gases en las áreas de crianza.		N1 = 167
Determinar la influencia en el monitoreo del nivel ambiente en las áreas de crianza.	Niveles de contaminación	N2 = 167
Determinar la influencia en el monitoreo del tiempo contaminado en las áreas de crianza.		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: Operacionalización de variables

Tabla 35: Operacionalización de Variables - Término Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
Niveles de contaminación	Alteración medioambiental por concentración de factores de emisiones de gases y variación de tratamiento del suelo orgánico o mineral (Morazán, H. 2014)	Consiste en identificar y monitorizar constantemente los niveles de amoníaco, metano, humedad y temperatura en las áreas de crianza de ganado, y en base a ciertos valores emitir las notificaciones para tomar medidas de limpieza.	Nivel de gas	Nivel de gas amoníaco Nivel de gas metano	Rango
			Nivel ambiente	Nivel de Temperatura Nivel de Humedad	Rango
			Tiempo	Promedio de tiempo contaminado.	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 03: Formato matriz de validación

Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO(S)

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

NOMBRE DEL O LOS INSTRUMENTOS:

OBJETIVO: Recoger datos sobre los niveles de contaminación en el área de vacas en producción en el establo Santa Cecilia.

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR:
Deza Castillo Juan Miguel

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR:
Magister

VALORACIÓN:
 Aprobado Desaprobado

40057428

DNI

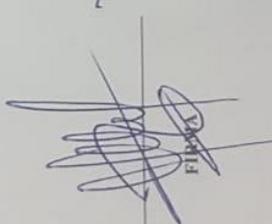

FIRMA

Figura 1: Matriz de validación de instrumentos
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Matriz de validación

MATRIZ DE VALIDACIÓN

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento	Criterios de evaluación				Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		
				Sí	No	Sí	No	
Niveles de contaminación	Nivel de gas	Nivel de gas amoníaco	Cuadro de mando nro. 1	X				
		Nivel de gas metano		X				
	Nivel ambiente	Nivel ambiente de humedad		?				
		Nivel ambiente temperatura		X				
		Promedio de tiempo contaminado		?				
Tiempo								

Figura 1: Matriz de validación
Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Matriz de validación
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 05: Diagrama de Casos de Uso

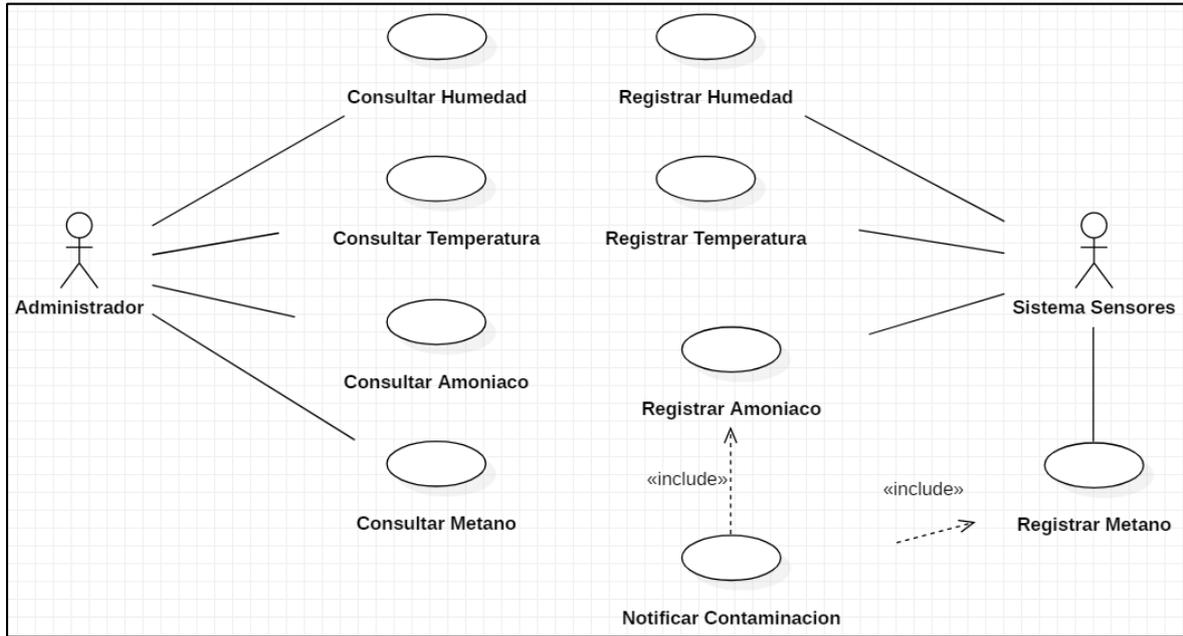


Figura 3: Diagrama de casos de uso
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 06: Diagrama de Clases

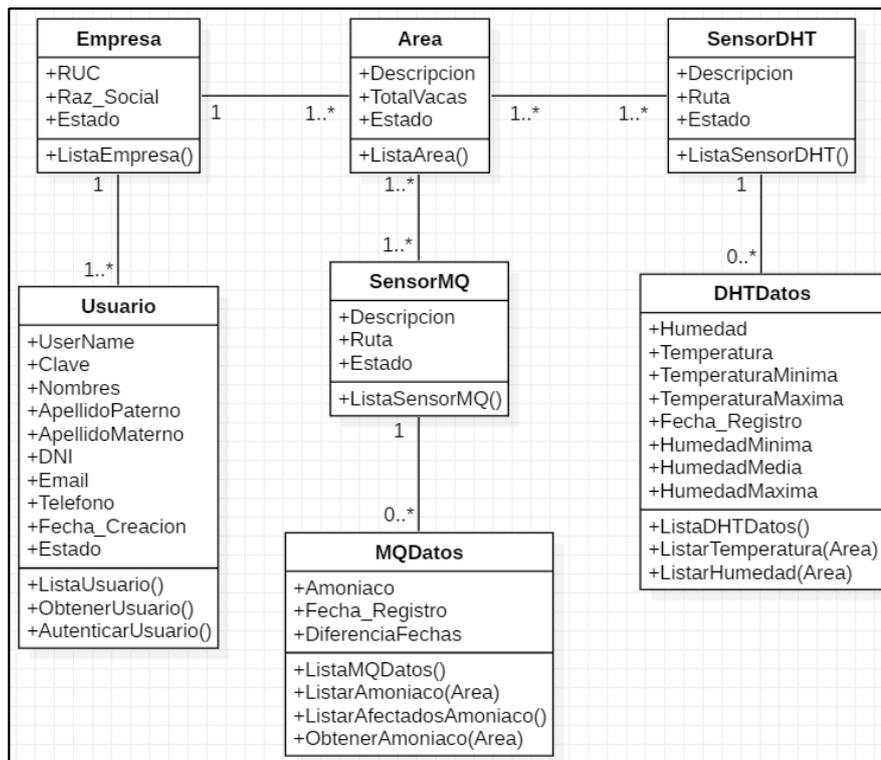


Figura 4: Diagrama de Clases
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07: Prototipos de la aplicación

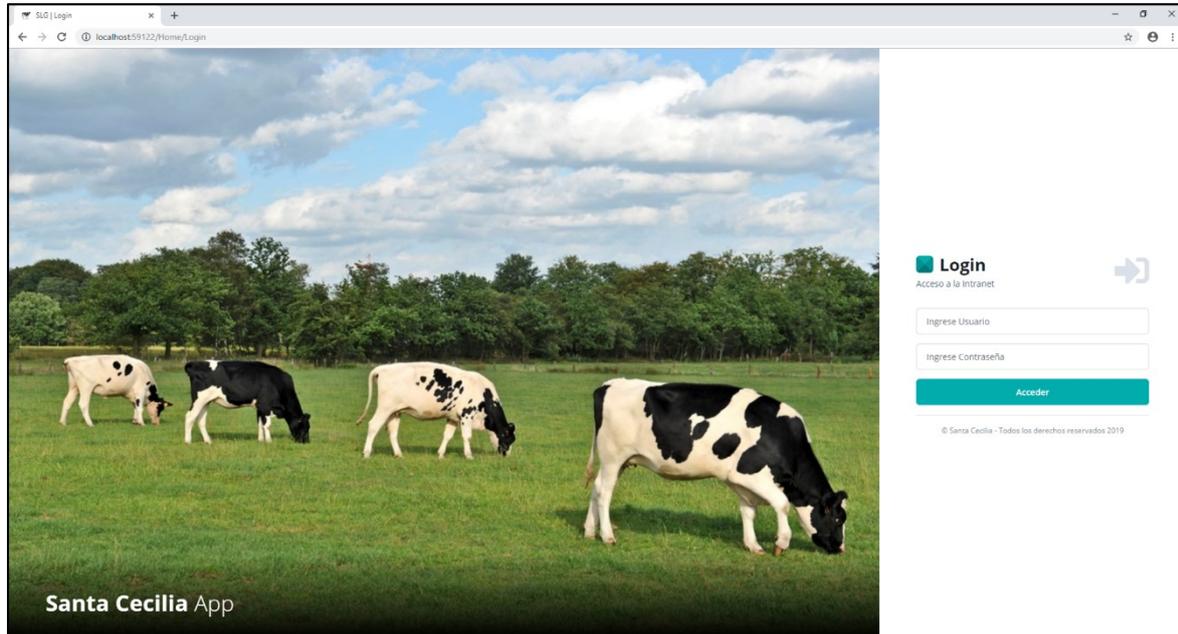


Figura 5: Fomulario de Acceso – Login
Fuente: Elaboración propia

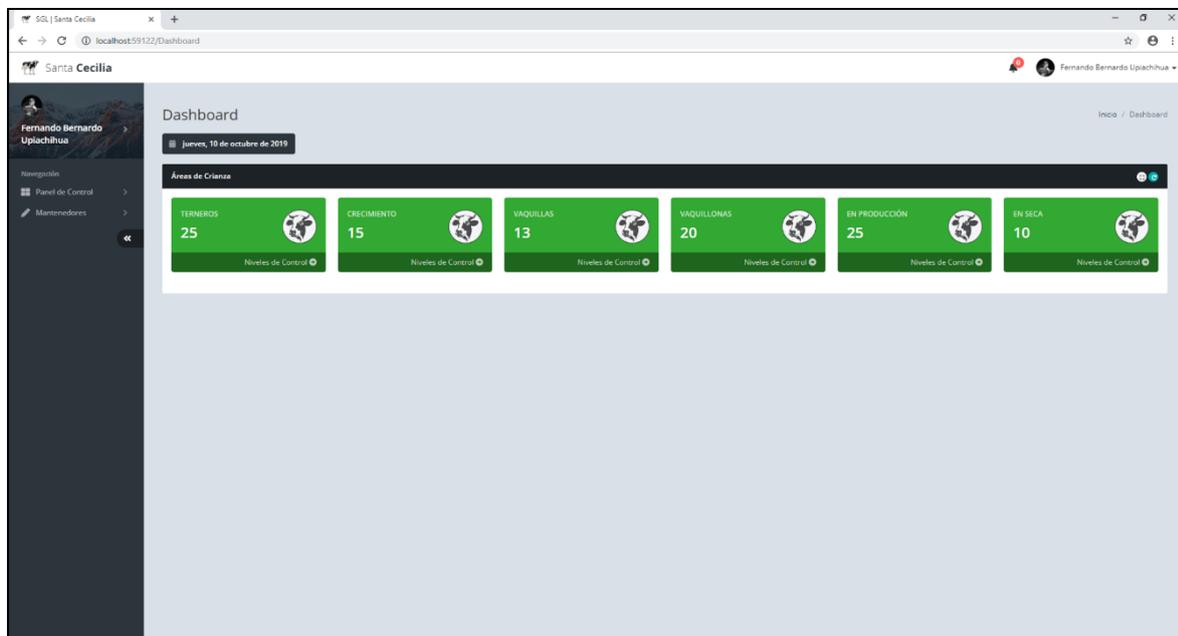


Figura 6: Panel de Control – Dashboard
Fuente: Elaboración propia

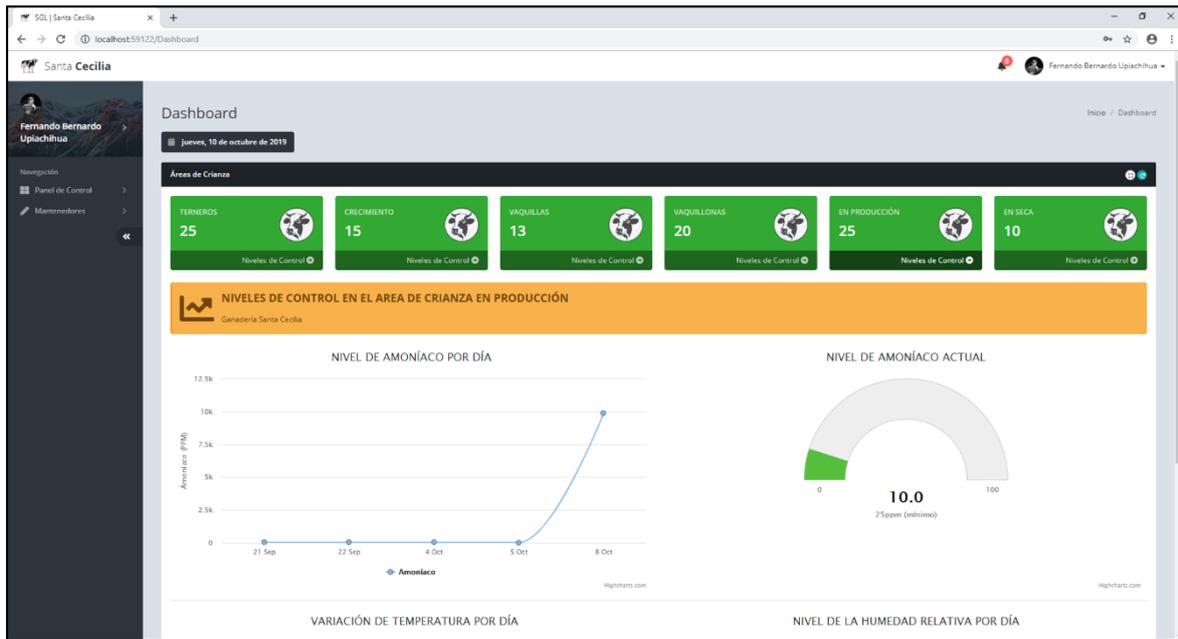


Figura 7: Lectura de Amoniaco
Fuente: Elaboración propia

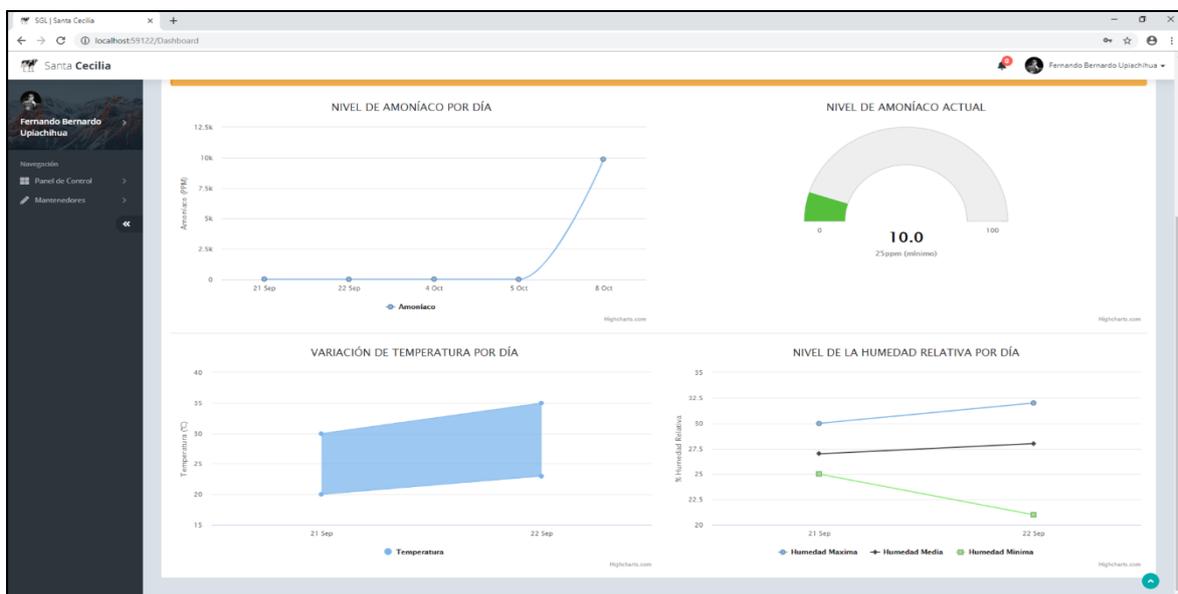


Figura 8: Lectura de Temperatura y Humedad
Fuente: Elaboración propia

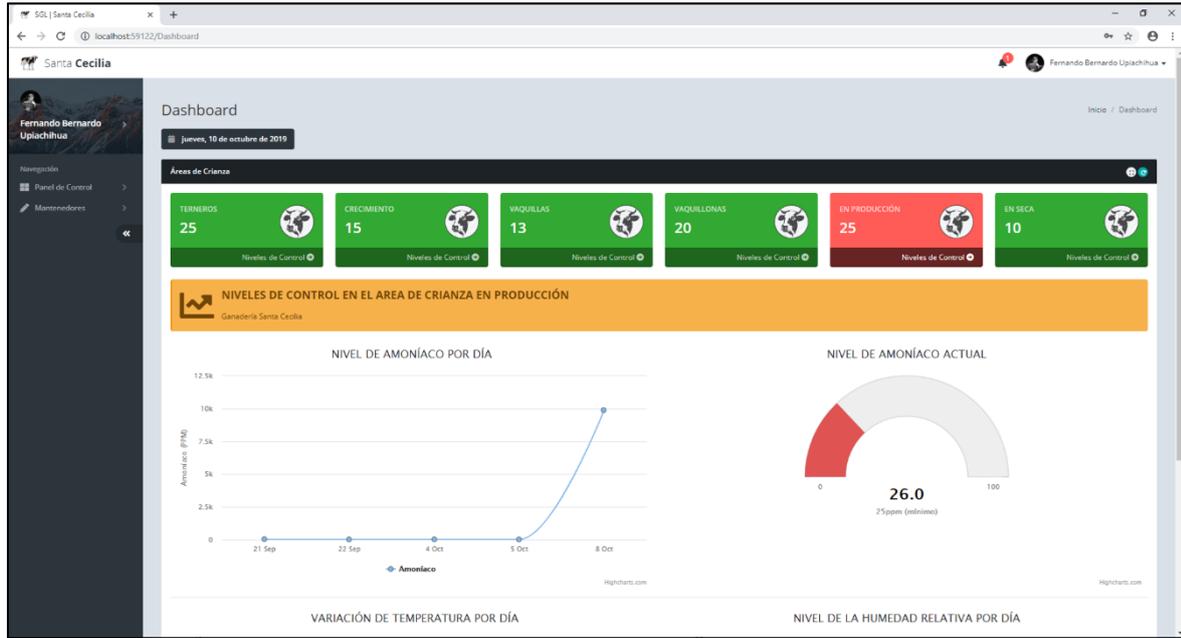


Figura 9: Detección de Amoniaco y notificación
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 08: Distribución en N-Capas

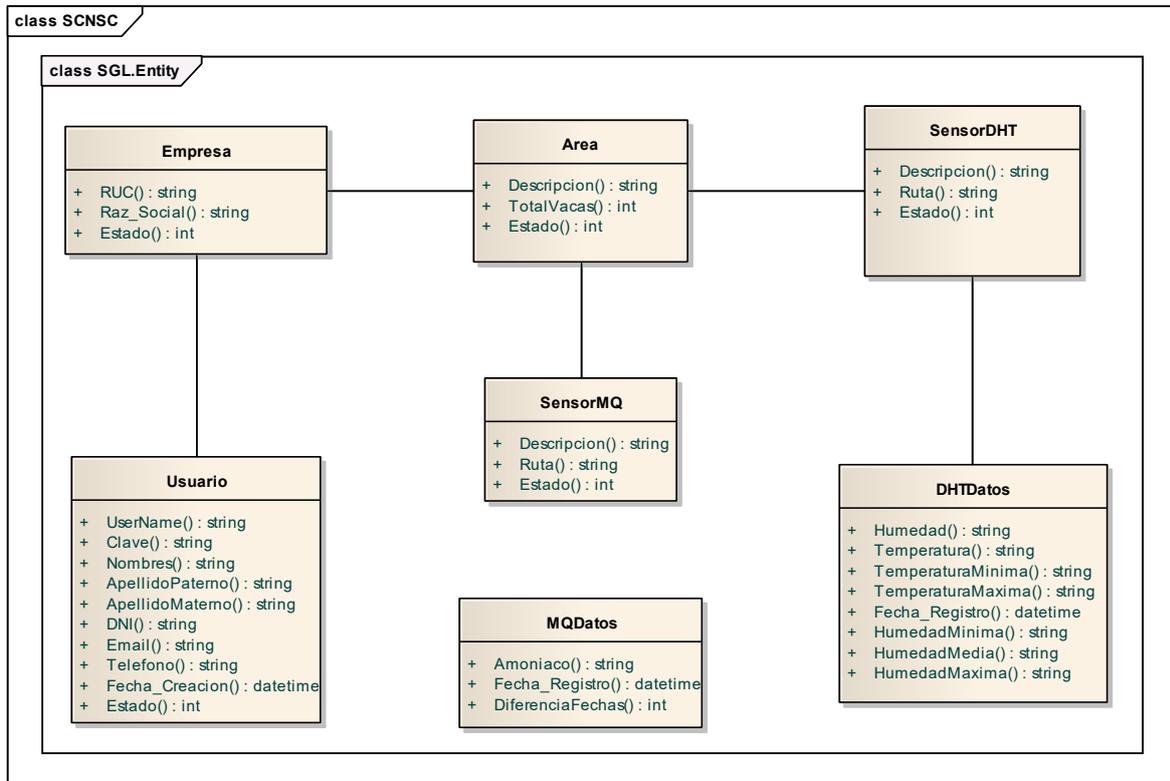


Figura 10: Distribución en capas - Entidad
Fuente: Elaboración propia

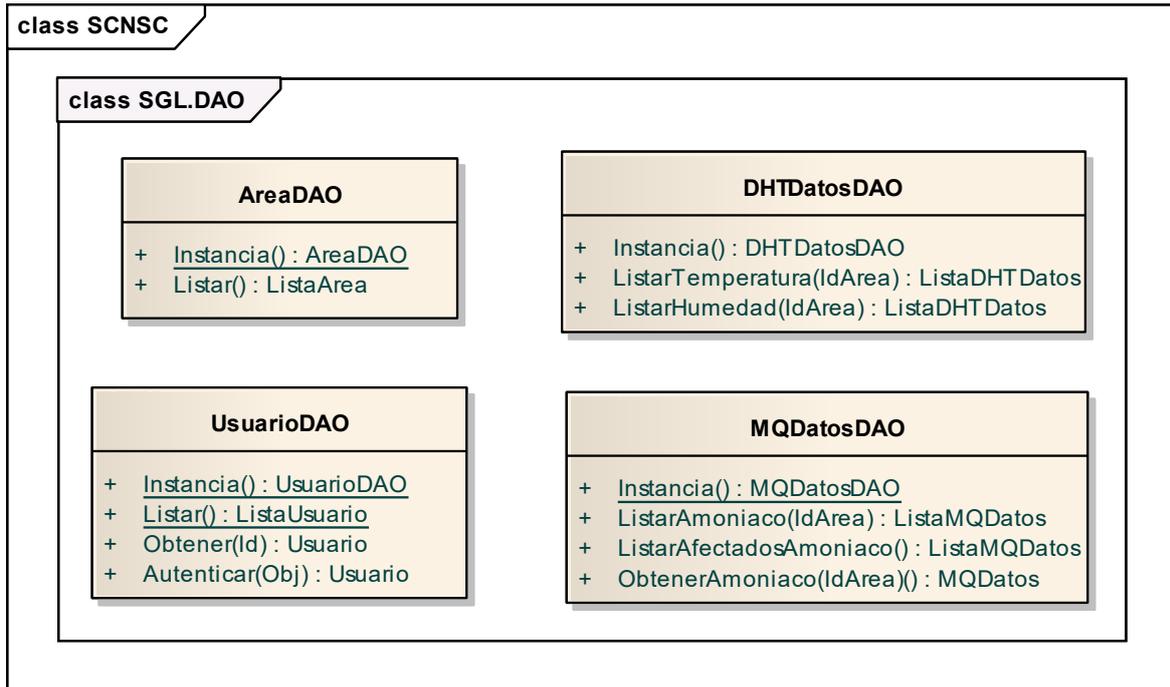


Figura 11: Distribución en capas - DAO
Fuente: Elaboración propia

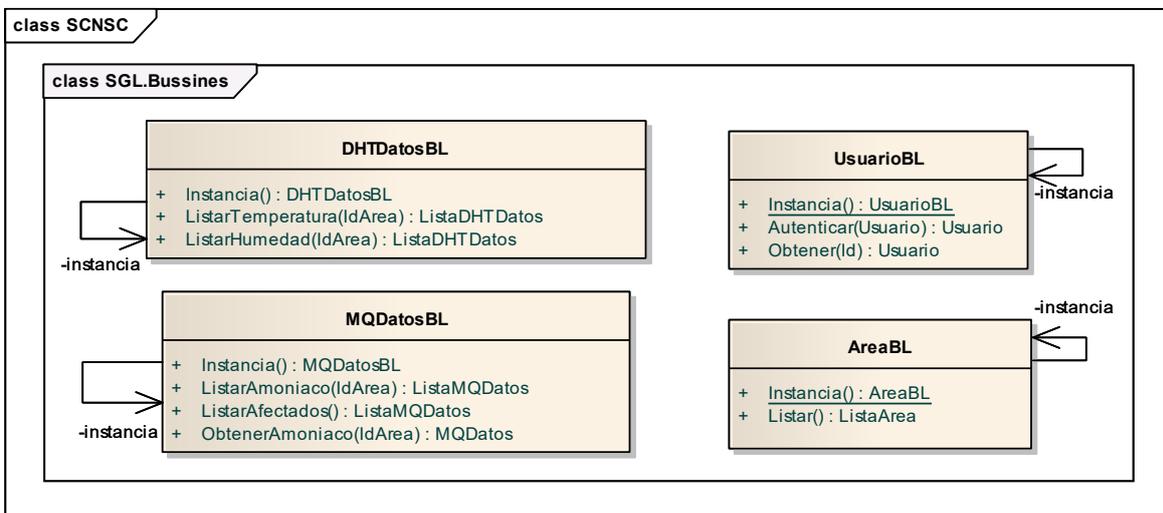


Figura 12: Distribución en capas – Bussines
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 09: Diseño de la base de datos y Diseño de Arquitectura

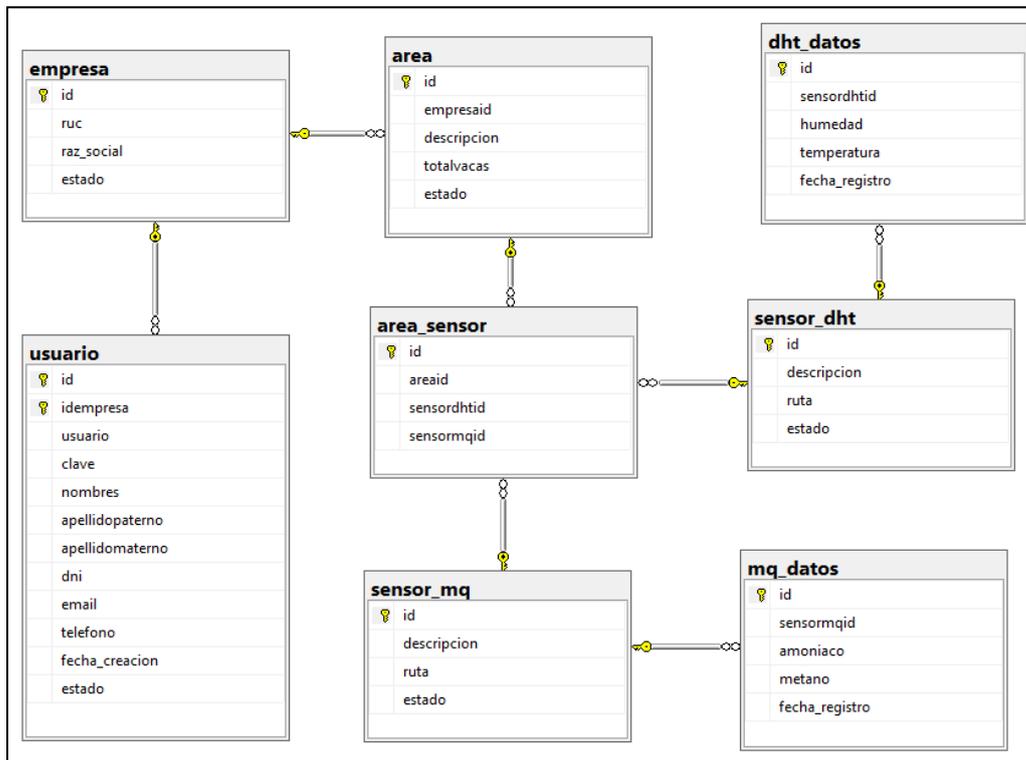


Figura 13: Diseño de la base de datos

Fuente: Elaboración propia

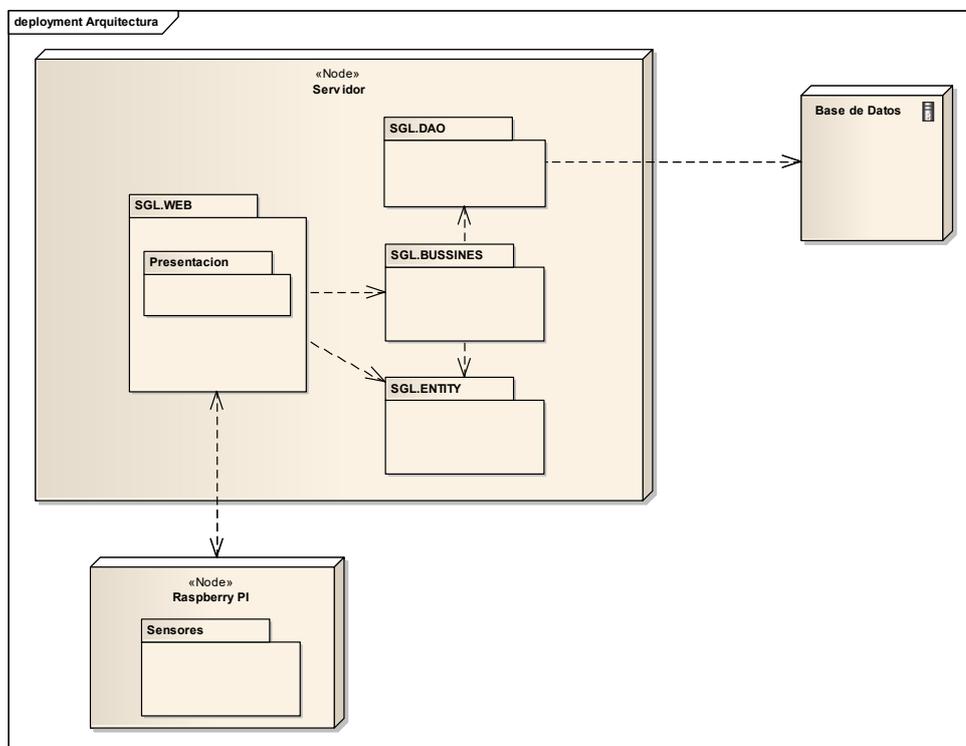


Figura 14: Diseño de Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

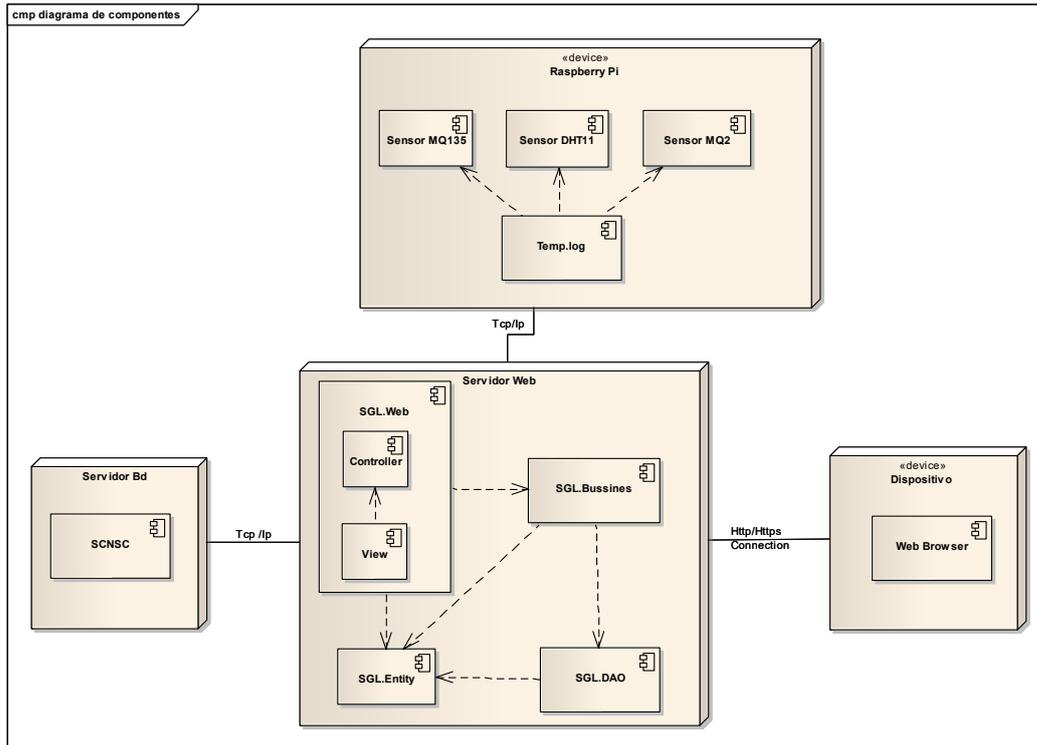


Figura 15: Diagrama de componentes
Fuente: Elaboración propia

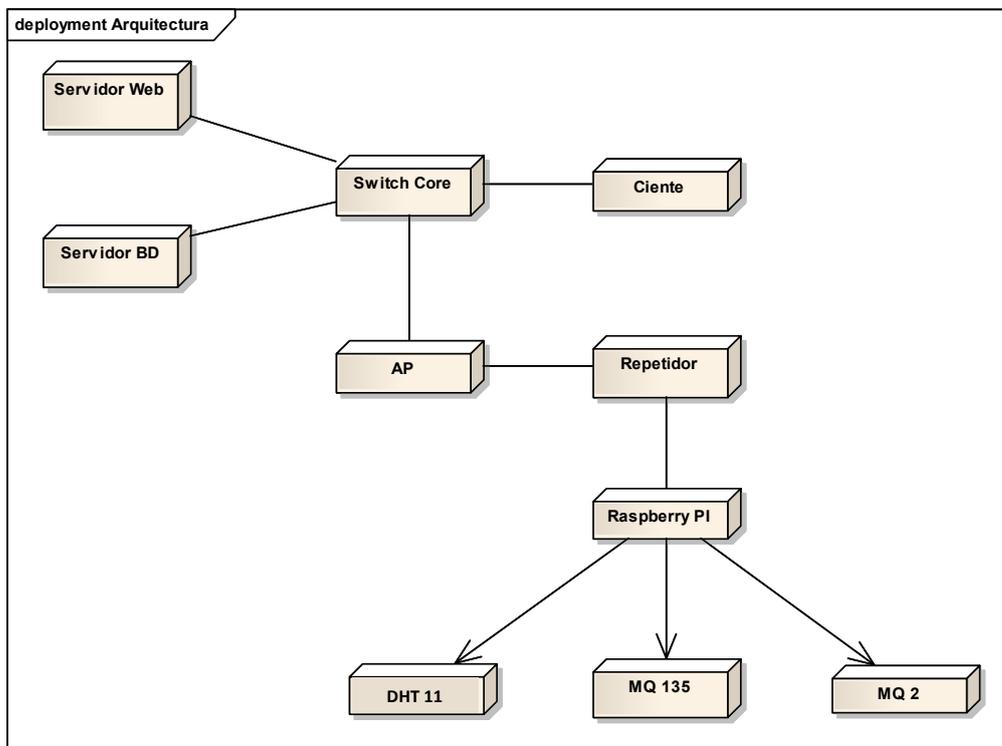


Figura 16: Diagrama de Despliegue
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10: Código fuente

Código ver Dashboard

```
public ActionResult Index()
{
    if (Session["Username"] == null)
    {
        return RedirectToAction("Login", "Home");
    }

    ViewBag.ListaAreas = AreaBL.Instancia.Listar();
    return View();
}
```

Código Listar Temperatura

```
[HttpPost]
public JsonResult ListarTemperatura(Int32 IdArea)
{
    ListaDHTDatos result = DHTDatosBL.Instancia.ListarTemperatura(IdArea);
    if (result != null && result.Elementos != null)
        return Json(new { data = result.Elementos });
    return Json(new { data = "" });
}
```

Código Listar Humedad

```
[HttpPost]
public JsonResult ListarHumedad(Int32 IdArea)
{
    ListaDHTDatos result = DHTDatosBL.Instancia.ListarHumedad(IdArea);
    if (result != null && result.Elementos != null)
        return Json(new { data = result.Elementos });
    return Json(new { data = "" });
}
```

Código Listar Amoniaco

```
[HttpPost]
public JsonResult ListarAmoniaco(Int32 IdArea)
{
    ListaMQDatos result = MQDatosBL.Instancia.ListarAmoniaco(IdArea);
    if (result != null && result.Elementos != null)
        return Json(new { data = result.Elementos });
    return Json(new { data = "" });
}
```

Código Obtener Amoniaco

```
[HttpPost]
public JsonResult ObtenerAmoniaco(Int32 IdArea)
{
    MQDatos result = MQDatosBL.Instancia.ObtenerAmoniaco(IdArea);
    if (result != null)
        return Json(new { data = result });
    return Json(new { data = "" });
}
```

Código para ejecutar inserción en BD

```
[HttpPost()]
public JsonResult execute()
{
    Thread thread = new Thread(new ThreadStart(execution));
    thread.Start();

    return Json("Ok", JsonRequestBehavior.AllowGet);
}

private void execution()
{
    System.Diagnostics.Debug.WriteLine("Iniciando");
    while (true)
    {
        WebClient webClient = new WebClient();
        Stream stream = webClient.OpenRead("http://192.168.1.6/mon.log");
        StreamReader reader = new StreamReader(stream);

        using (reader)
        {
            String str = reader.ReadToEnd();

            string[] stringArray = str.Split(new[] { "\n" },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);

            String lastString = stringArray[stringArray.Length - 2];
            System.Diagnostics.Debug.WriteLine("Recuperado: " + lastString);

            String nombredia = lastString.Split(' ')[0];
            String mes = lastString.Split(' ')[1];
            String espacio = lastString.Split(' ')[2];
            String dia = lastString.Split(' ')[3];
            String hora = lastString.Split(' ')[4];
            String anio = lastString.Split(' ')[5];
            String mq = lastString.Split(' ')[6];

            var fecha = anio + '-' + mes + '-' + dia + ' ' + hora;

            CultureInfo MyCultureInfo = new CultureInfo("es-PE");
            DateTime formatofecha = DateTime.Parse(fecha, MyCultureInfo);

            System.Diagnostics.Debug.WriteLine(fecha);
            System.Diagnostics.Debug.WriteLine(mq);

            System.Data.SqlClient.SqlConnection cnn =
                new System.Data.SqlClient.SqlConnection("Data Source=.;Initial
Catalog=SCNSC;User ID=sa;Password=12345678");

            System.Data.SqlClient.SqlCommand cmd = new
System.Data.SqlClient.SqlCommand("SP_SGL_MQ_DATOS_INSERTAR", cnn);
            cmd.Parameters.Add("@sensormqid",
System.Data.SqlDbType.Int).Value = 1;
            cmd.Parameters.Add("@amoniaco",
System.Data.SqlDbType.VarChar).Value = mq.Trim();
            cmd.Parameters.Add("@fecha_registro",
System.Data.SqlDbType.DateTime).Value = formatofecha;
            cmd.CommandType = System.Data.CommandType.StoredProcedure;

            cmd.Connection = cnn;
```

```
        cnn.Open();  
        cmd.ExecuteNonQuery();  
        cnn.Close();  
  
        reader.Close();  
    }  
  
    Thread.Sleep(20000);  
}  
System.Diagnostics.Debug.WriteLine("Fin");  
}
```

ANEXO 11: Integración de sensores en área de crianza



Figura 17: Selección del área de crianza a probar
Fuente: Elaboración propia



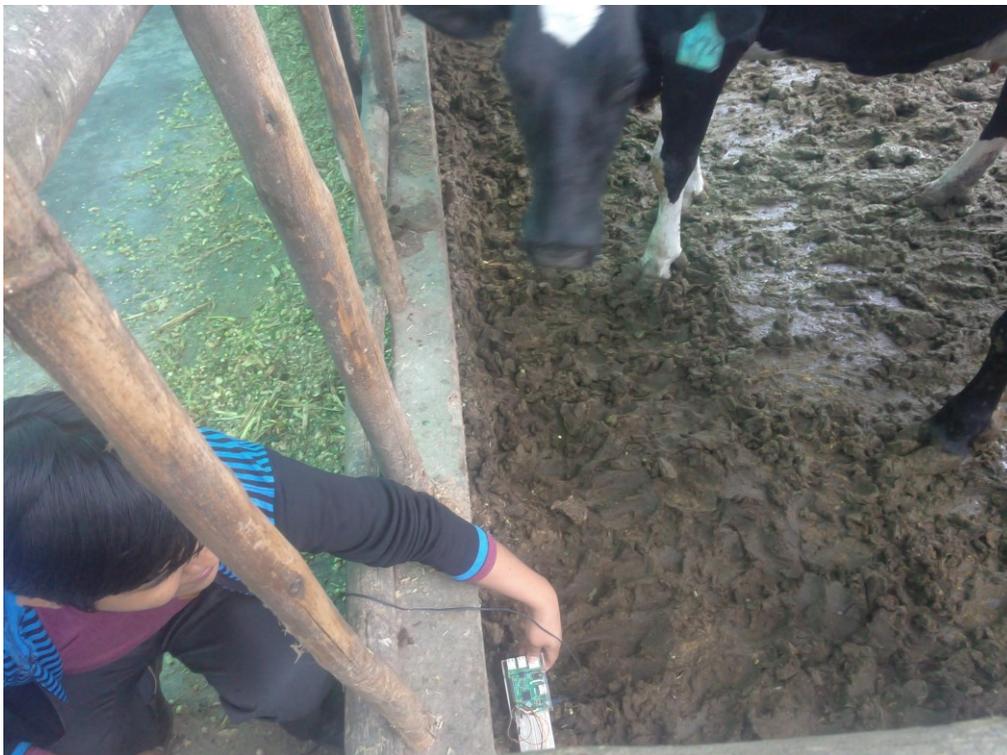
*Figura 18: Vista general del área de crianza
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 19: Preparación del dispositivo Raspberry PI
Fuente: Elaboración propia*

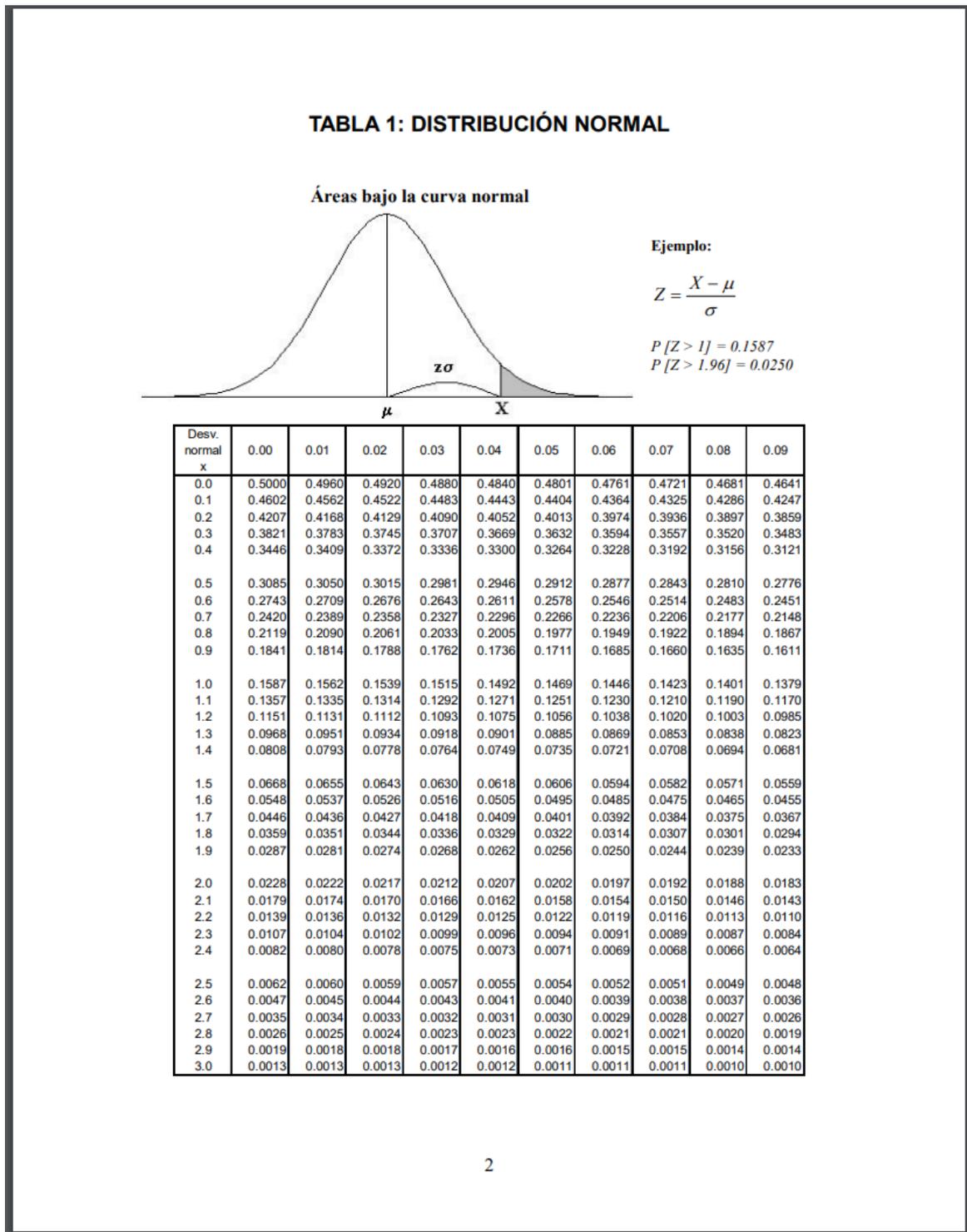


*Figura 20: Prueba de funcionamiento de raspberry PI
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 21: Instalación del dispositivo Raspberry PI
Fuente: Elaboración propia*

ANEXO 12: Tabla de distribución Normal



*Figura 22: Tabla de distribución normal
Fuente: Elaboración propia*

ANEXO 13: Cuadro de mando
CUADRO DE MANDO
Datos del Personal

Nombre y Apellidos: _____

Área Ganadera

Categoría: _____

Corral: _____

Fecha y hora: _____

Instrucciones de uso:

- Para la pregunta 1 y 2 de acuerdo a los rangos mostrados en los criterios de evaluación escribir el valor que considera en el casillero de la columna alternativa.
- Para la pregunta 3 escribir la fecha, hora inicio y hora fin, SÓLO si marcó en la alternativa Inmediata o programada.

Preguntas:
1. Presenta niveles de contaminación de gases:

Criterios nivel de evaluación			Alternativa			
Leyenda	Amoniaco(ppm)	Metano(ppm)				
Normal	5 - 24	5 - 20	<input type="checkbox"/>	1. Normal	<input type="checkbox"/>	2. Leve
Leve	25 - 74	21 - 60	<input type="checkbox"/>	3. Alto	<input type="checkbox"/>	4. Muy Alto
Alto	75 - 144	61 - 120				
Muy alto	>145	>121				

2. Presenta niveles de contaminación de nivel ambiente :

Criterios nivel de evaluación			Alternativa			
Leyenda	Humedad (%)	Temperatura °C				
Normal	25-30	23-25	<input type="checkbox"/>	1. Normal	<input type="checkbox"/>	2. Leve
Leve	31-40	26-30	<input type="checkbox"/>	3. Alto	<input type="checkbox"/>	4. Muy Alto
Alto	41-50	31-37				
Muy alto	>51	>38				

3. ¿Considera en realizar la limpieza del área?

Criterios de evaluación de tiempo			
Alternativa	Fecha (Día/Mes/Año)	Hora Inicio (Hora:Minuto)	Hora Fin (Hora:Minuto)
Ninguna	-----	-----	-----
Inmediata			
Programada			

*Figura 23: Cuadro de mando
Fuente: Elaboración propia*