

SISTEMA IoT PARA MONITOREO DE PRODUCTOS CÁRNICOS

IOT SYSTEM FOR MONITORING MEAT PRODUCTS

Sebastian Ricardo Vargas Caballero
(sebastian.vargasc@usantoto.edu.co)

Universidad Santo Tomás (seccional Tunja), Facultad de Ingeniería de Sistemas

RESUMEN

Los servicios de Cloud e IoT ayudan al almacenamiento de datos por medio de recursos computacionales en correlación con una red de internet remota en reemplazo de un software. Su interconexión entre dispositivos físicos por medio de internet beneficia el compartimiento de datos en tiempo real a través de sensores y adaptadores. El objetivo del presente trabajo es documentar el taller titulado "IoT Monitoreos de Transporte Cárnicos ", desarrollado durante el espacio académico Servicios Cloud e IoT, impartido en la Especialización "Gestión de Servicios en Tecnologías de la Información", de la Universidad Santo Tomás. El laboratorio se orientó a simular la interconexión de dispositivos Sensoriales (Onset Hobo MX-100 Temp Sensor y Air Quality Sensor), utilizados en la plataforma Azure IoT Central, recopilando datos y generando el despliegue de reportes. De igual forma, se pusieron en práctica conceptos claves en relación con IoT, teniendo en cuenta el papel que juegan los dispositivos, junto con los sensores y la manera por la cual se comunican con la nube para intercambiar los datos. En proyección, se está utilizando una plantilla conformada por dos dispositivos, encargados de medir temperatura, humedad, voltaje, ubicación, entre otros, junto con un panel o dashboard encargado de presentar los datos recopilados de una manera amigable y fácil de entender, para así, tomar decisiones o ejecutar acciones. En definitiva, la combinación de estos servicios ayuda a la relación de diferentes dispositivos en un sinfín de funcionalidades, contribuyendo a la relación entre el análisis, procesamiento y almacenamiento de datos implementados en la infraestructura de dispositivos físicos.

PALABRAS CLAVE: Almacenamiento de datos, Azure IoT Central, Medición de temperatura y humedad, Procesamiento de información, Servicios de la nube para Internet de las Cosas, Transporte de productos cárnicos.

ABSTRACT

Cloud and IoT services help data storage employing computational resources in correlation with a remote internet network instead of software. Their interconnection between physical devices via the internet benefits real-time data sharing through sensors and adapters. This paper aims to document the workshop entitled "IoT Meat Transport Monitoring", developed during the academic space Cloud Services and IoT, taught in the Specialization "Service Management in Information Technology" at the University of Santo Tomas. The laboratory was oriented to simulate the interconnection of sensory devices (Onset Hobo MX-100 Temp Sensor and Air Quality Sensor) used in the Azure IoT Central platform, collecting data and generating the deployment of reports. Similarly, critical concepts related to IoT were put into practice, considering the role played by the devices, the sensors and how they communicate with the cloud to exchange data. In projection, a template is being used consisting of two devices, responsible for measuring temperature, humidity, voltage, and location, among others, along

with a panel or dashboard responsible for presenting the data collected in a friendly and easy-to-understand way, to make decisions or execute actions. In short, the combination of these services helps the relationship between different devices in myriad functionalities, contributing to the relationship between the analysis, processing and storage of data implemented in the infrastructure of physical devices.

KEYWORDS: Data warehousing, Azure IoT Central, Temperature and humidity measurement, Information processing, Cloud services for Internet of Things, Meat product transportation.

1. INTRODUCCION

En términos generales, el Internet de las Cosas “IoT” (Internet of Things), hace referencia a un conjunto de objetos que pueden ser capaces de conectarse de manera inalámbrica a una red de internet [1]. Sin embargo, esta definición se ha ampliado. No solo hace referencia a que dichos objetos se conecten entre sí, sino que también puedan ser capaces de recopilar, almacenar, enviar y recibir datos con muy poca intervención humana.

Los dispositivos IoT han evolucionado y no hacen referencia solamente a teléfonos inteligentes, computadores portátiles, tabletas y relojes. Se ha ampliado la variedad de artefactos involucrados, incluyendo dispositivos como neveras, aires acondicionados, automóviles, máquinas expendedoras, cámaras de tránsito, entre otros. Estos dispositivos han permitido conectar procesos cotidianos del ser humano con la tecnología, siendo capaces de recolectar de manera rápida y eficaz, grandes volúmenes de datos [2]. Esta recolección se realiza mediante dispositivos electrónicos que contienen sensores los cuales son capaces de medir ciertos tipos de datos, como por ejemplo la humedad, la temperatura, desplazamientos de tierra, cantidad de veces que se abre una puerta, geolocalización etc.

Después de tener almacenados los datos, éstos son enviados para realizar análisis de Big Data y Machine Learning, con el objetivo de tomar decisiones de

mercadeo, transporte, sobre la salud de las personas, estado de alimentos, entre otros.

Según Kevin Ashton en un artículo de 2009 titulado "That 'Internet of Things' Thing", Ashton describe que el IoT se divide en cuatro etapas [3]: (Ver Figura 1). la Figura 1 también representa esta información.

- **Identificación:** En esta etapa, los objetos físicos son equipados con identificadores únicos que les permiten ser detectados y rastreados en la red.
- **Conectividad:** En esta etapa, los objetos identificados pueden ser conectados a través de redes, como Internet o redes de área local (LAN), para compartir información y comunicarse con otros dispositivos.
- **Inteligencia:** En esta etapa, los objetos conectados pueden procesar y analizar los datos recopilados para generar conocimiento y tomar decisiones autónomas. Esto implica el uso de algoritmos y sistemas inteligentes para extraer información significativa de los datos.
- **Autonomía:** En esta etapa, los objetos conectados tienen la capacidad de actuar de forma autónoma en función de la información y las decisiones generadas por ellos mismos o por sistemas inteligentes. Esto implica la automatización de tareas y la toma de decisiones sin intervención humana directa.

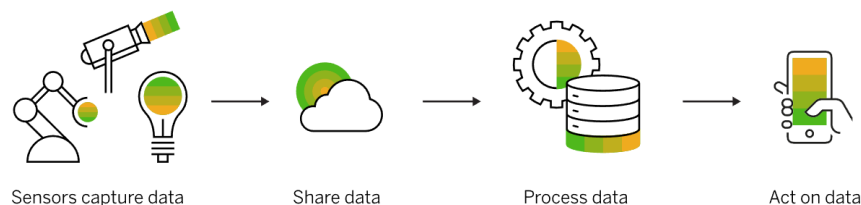


Figura 1. Etapas claves del IoT [4]

Capturar los datos, compartir los datos, procesar los datos y actuar a partir de los datos.

Para este taller (IoT Monitoreo Transporte Cárnicos), se ha decidido usar la solución de Azure IoT Central [5] ya que esta provee un ambiente simulado de dispositivos y la configuración de los sensores que cada uno de estos dispositivos posee, teniendo su similitud con dispositivos reales. Esto permite obtener los datos simulados y así poder generar un panel de análisis de datos.

El artículo busca resaltar el objetivo de la tecnología IoT, en el proceso logístico de los productos cárnicos. Este trabajo, tiene como finalidad beneficiar a los productores, comercializadores y transportadores de productos cárnicos, teniendo un pleno control en la seguridad de sus productos como lo es su temperatura, humedad, sanidad y geolocalización en su proceso de distribución hasta el cliente final.

Como motivación de implementar esta tecnología en el sector cárnico, se pueden contemplar mejores estándares de control y sanidad, en las importantes fuentes de proteína; además de estar al tanto de un sector altamente productivo en la segmentación del mercado

2. METODOLOGIA

En este taller, se desarrollaron una serie de pasos en donde se plasmaron e implementaron los conocimientos adquiridos durante el espacio académico de servicios Cloud e IoT. Para el desarrollo se utilizó la nube de Azure mediante una licencia estudiantil para llevar a cabo la simulación de dispositivos, conexión, recopilación de datos, muestreo y presentación de datos, utilizados en la plataforma Azure IoT Central.

2.1 DISPOSITIVOS

Los dispositivos recolectan datos simulados (datos que intentan modelizar sistemas reales o hipotéticos), como se muestra en la Figura 2 según la configuración que se le asigne a través de sus sensores. En esta práctica, se empleará la medición a través de telemetría [6], que es un sistema de medición de magnitudes físicas que permite transmitir los datos a un observador lejano. En este caso, el observador está cercano a la plataforma de IOT CENTRAL, en un panel específicamente diseñado para recibir, almacenar y mostrar el análisis de los datos recolectados por los sensores.

Para esta práctica se utilizaron los dispositivos mostrados en la Figura 2 donde se observa una breve descripción. Así mismo, en la Figura 3, se describe el dashboard de la administración de los dispositivos usados en la práctica.

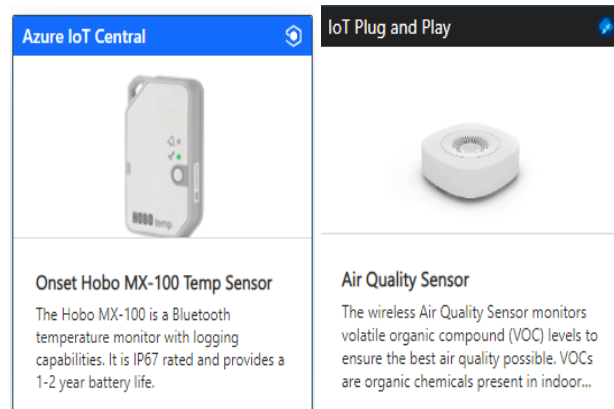


Figura 2. Dispositivos IoT utilizados en la práctica (Imágenes tomadas de las plantillas, de la página oficial de Azure IoT Central [7])

Los dispositivos mostrados en la Figura 2, hacen parte de una plantilla de dispositivos que ofrece Microsoft Azure en la licencia estudiantil [8]. Así, como también el caso del sensor “Air Quality Sensor”, el cual hace parte de una plantilla de dispositivos preconfigurados [7].

 Todos los dispositivos El explorador de dispositivos le ayuda a ver todos los dispositivos. La información detallada, como los datos sin procesar de los dispositivos, le ayuda a solucionar problemas. Más información					
Nombre de dispositivo	Id. de dispositivo	Estado del dispositivo	Plantilla de dispositivo	Organización	Simulado
AirSensor	qhm3rdp5nd	Aprovisionado	Home Safety Air Quality	IoT-Monitoreo-Carnicos	Sí
TempSensor	297eujqeotv	Aprovisionado	Hobo MX-100	IoT-Monitoreo-Carnicos	Sí

Figura 3. Plantilla dispositivos

La Figura 3 es generada gracias a la implementación de los dispositivos incorporados, para la práctica y se convierte en un administrador de los dispositivos utilizados.

2.2 ADMINISTRACIÓN DE DISPOSITIVOS

La plataforma IoT Central de Azure permite una administración detallada de cada dispositivo con cada uno de sus sensores. La plataforma nos ayuda a garantizar el estado del dispositivo y si está

conectado, con el fin de identificar si se está obteniendo la información y el estado actual de este.

La Figura 4, se obtuvo de manera automática al seleccionar y configurar el sensor “Hobo MX-100”, descrito en la Figura 2 y proporciona información relevante como la descrita en la Figura 5.

La Figura 5, permite conocer el estado de los datos recopilados, al ser analizados junto con la fecha y hora exacta de la medición realizada.



TempSensor

Conectado | Última recepción de datos: 8/3/2023, 20:05:19 | **SIMULADO** | Organización: IoT-Monitoreo-Carnicos

About Overview Datos sin procesar Alias asignados Archivos

Figura 4. Estado del sensor de Temperatura

Marca de tiempo ↓	Tipo de mensaje	Hora de creación del evento	Battery Level	High Average Temperature
> 8/3/2023, 20:05:19	Propiedad			
> 8/3/2023, 20:05:08	Telemetría	8/3/2023, 20:05:08	73.0398873814941	8
> 8/3/2023, 20:03:53	Telemetría	8/3/2023, 20:03:53	77.46366862683828	8
> 8/3/2023, 20:02:38	Telemetría	8/3/2023, 20:02:38	57.05122903344591	8
> 8/3/2023, 20:01:22	Telemetría	8/3/2023, 20:01:22	39.98121156127572	8

Figura 5. Medición de datos del sensor

Nombre para mostrar

Temperature

Nombre *

temperature

Tipo de funcionalidad * ⓘ

Telemetría

Tipo semántico ⓘ

Temperature

Esquema *

Integer

Definir

Color

Valor mínimo ⓘ

-12

Valor máximo ⓘ

8

Unidad

Degree celsius

Unidad de visualización

Comentario

Descripción

Figura 6. Configuración del sensor

La Figura 6, permite parametrizar en las plantillas de dispositivos cada uno de los sensores existentes, establece valores mínimos y máximos junto con la unidad de medición.

Se puede realizar la ejecución de comandos con el fin de actualizar los dispositivos en caso de una actualización, proveniente de la plataforma. La plataforma, ofrece la facilidad de generar alertas cuando los valores medidos por los dispositivos superen umbrales definidos por los administradores, con el fin de validar el estado de los productos, según los parámetros medibles (temperatura, humedad).

La Figura 7 contempla la configuración realizada para la creación de una alerta, según parámetros dados al sensor de humedad, así como la asignación del correo electrónico al cual llegará la alerta creada.

La Figura 8 muestra la alerta que previamente se creó en la (Figura 7), en el caso de que la humedad sobrepasara los límites configurados.

La Figura 9 contempla la configuración realizada para la creación de una alerta, según parámetros dados al sensor de temperatura, así como la asignación del correo electrónico al cual llegará la alerta creada.

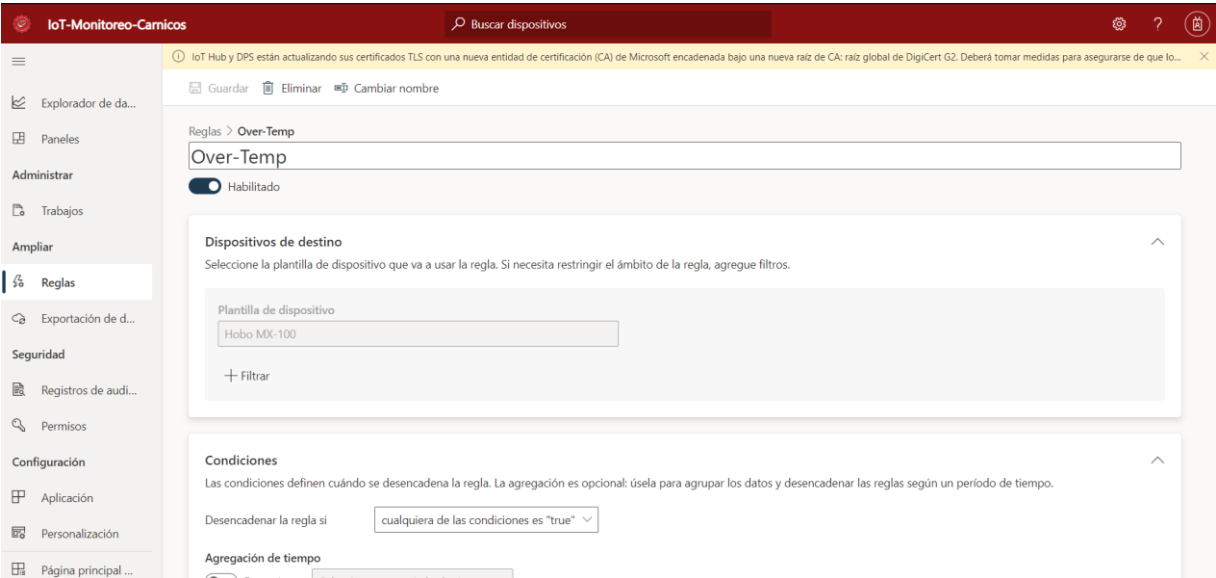


Figura 7. Alerta sensor de humedad

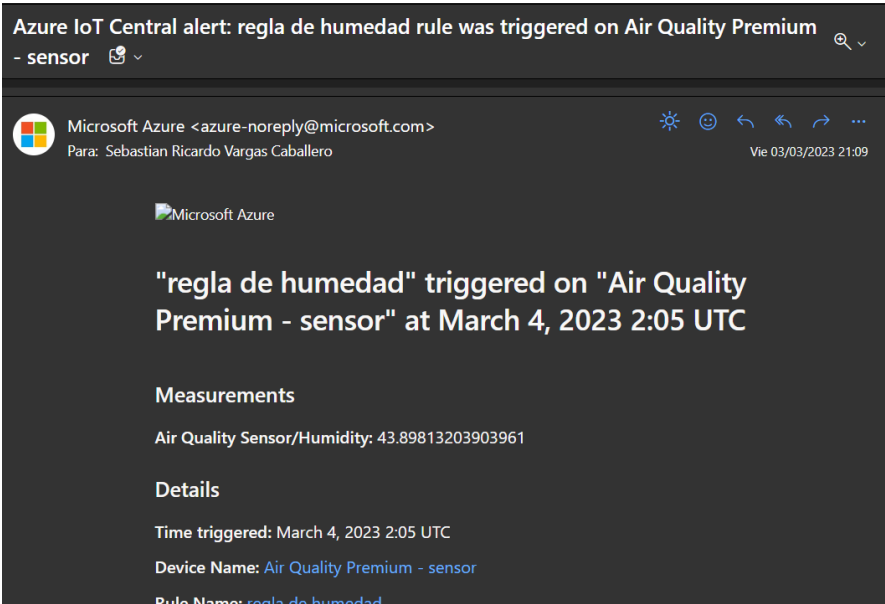


Figura 8. Resultado de alerta de humedad

Reglas > Over-Temp

Over-Temp

☒ Deshabilitado

Dispositivos de destino

Seleccione la plantilla de dispositivo que va a usar la regla. Si necesita restringir el ámbito de la regla, agregue filtros.

Plantilla de dispositivo

Hobo MX-100

+ Filtrar

Condiciones

Las condiciones definen cuándo se desencadena la regla. La agregación es opcional. Úsela para agrupar los datos y desencadenar las reglas según un período de tiempo.

Desencadenar la regla si

Agregación de tiempo

☒ Desactivar

Telemetría * Operador *

☒ Escriba un valor ☐ Seleccione un valor

Valor *

+ Condición

Acciones

Elija la acción que debe realizar la regla.

> ☒ Correo electrónico: Alerta de Temperatura

Figura 9. Alerta sensor de temperatura

Microsoft Azure <azure-noreply@microsoft.com>
Para: ☐ Victor David Alarcon Camelo

Microsoft Azure

"Over-Temp" triggered on "TempSensor" at March 9, 2023 1:25 UTC

Measurements

Temperature: 5

Details

Time triggered: March 9, 2023 1:25 UTC

Device Name: [TempSensor](#)

Rule Name: [Over-Temp](#)

Application Name: IoT-Monitoreo-Carnicos

Rule Condition: If (Temperature lower than 6)

Notes

Temperatura al Limite

Figura 10. Resultado de alerta de temperatura

La Figura 10, muestra la alerta que previamente se creó en la (Figura 9), en el caso de que la temperatura sobrepasara los límites configurados.

3. RESULTADOS

3.1 VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Mediante Azure IoT Central se pueden seleccionar los dispositivos que están siendo simulados dentro de la plataforma y anexarlos a un panel de medición de datos. Estos paneles, que pueden ser seleccionados de una plantilla existente o de la creación de un panel personalizado, permiten realizar la integración con cada uno de los

dispositivos simulados. De esta forma se obtiene información de los diferentes sensores que cada dispositivo posee dependiendo los datos que se desea recopilar. Lo anterior se realiza con el fin de crear y parametrizar un panel de análisis de datos que sea capaz de mostrar la información necesaria para la operación que se requiera. En este caso se buscaba cubrir rutas de transporte de productos cárnicos y su estado dentro de los contenedores de transporte.

Inclusive es factible obtener de un mismo dispositivo y de un mismo sensor diferentes valores que pueden ser proyectados y medidos. En este caso, se trabajó con el sensor de temperatura **SensorTemp-Hobo MX-100** donde se pueden establecer tres valores: Temperatura máxima, mínima y un promedio de la temperatura como se puede apreciar en la Figura 11. Dentro de la configuración se puede establecer, el tiempo a medir y así poder garantizar la correcta temperatura en el transporte del alimento.

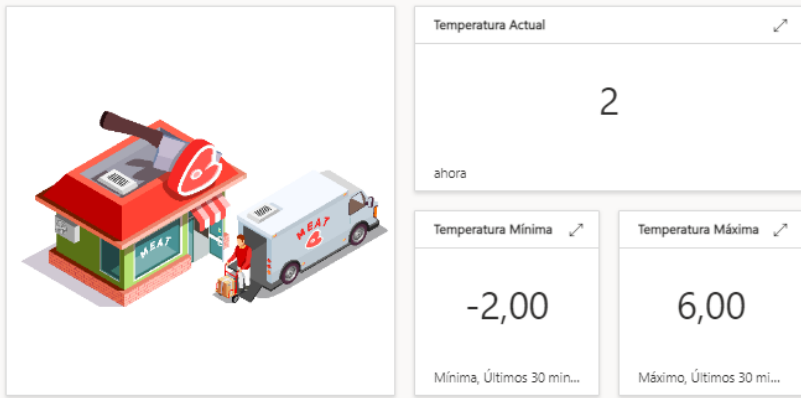


Figura 11. Muestreo del sensor de temperatura

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ORGANIZACIÓN DE VARIABLES EN IOT CENTRAL

La aplicación "IoT monitoreo-cárnicos" proporciona un panel de control que se conecta a los dispositivos mencionados anteriormente, lo que permite monitorear en tiempo real el estado de los alimentos durante su transporte, de manera digital y conectada a la nube.

aprecia, se incluyeron dispositivos que miden temperatura, humedad y ubicación, cuyos datos se transmiten a través de antenas, ya sea Wifi o de geolocalización, hasta que lleguen a Azure IoT Central.

La Figura 13 muestra los diferentes datos recopilados por los dispositivos usados en la Figura 2 y parte de la implementación que se mencionó en la Figura 12.

En la Figura 12, se evidencia la arquitectura con la cual se trabajó en la presente práctica. Como se

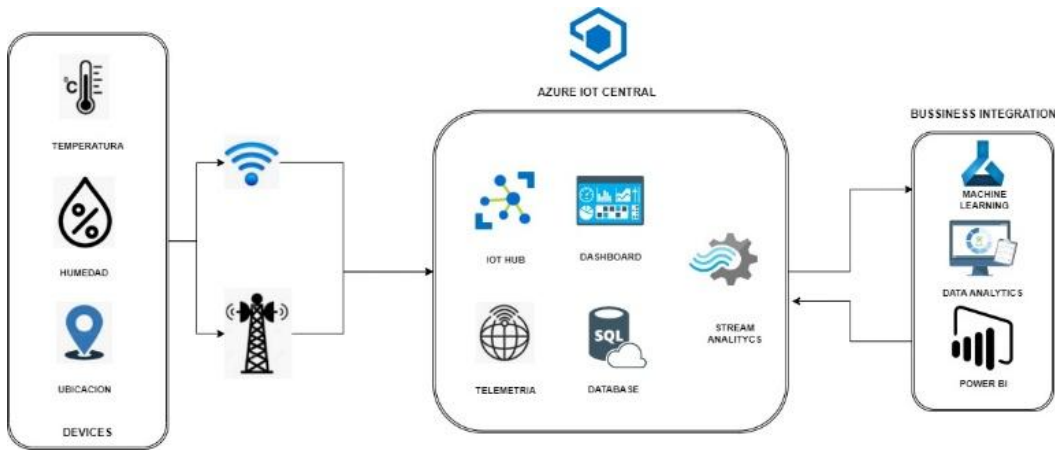


Figura 12. Diagrama de arquitectura (Elaboración Propia)

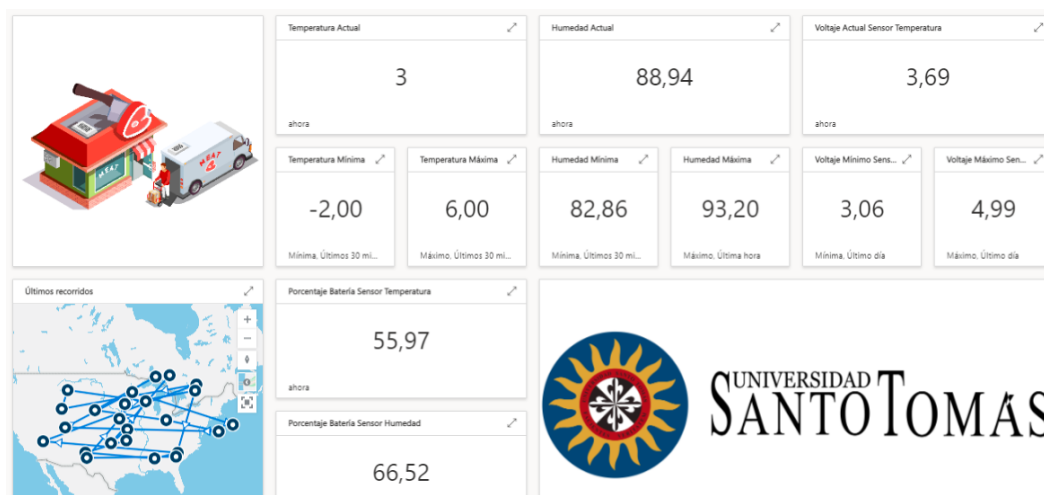


Figura 13. Panel principal IoT-Monitoreo-Cárnicos (Elaboración Propia)

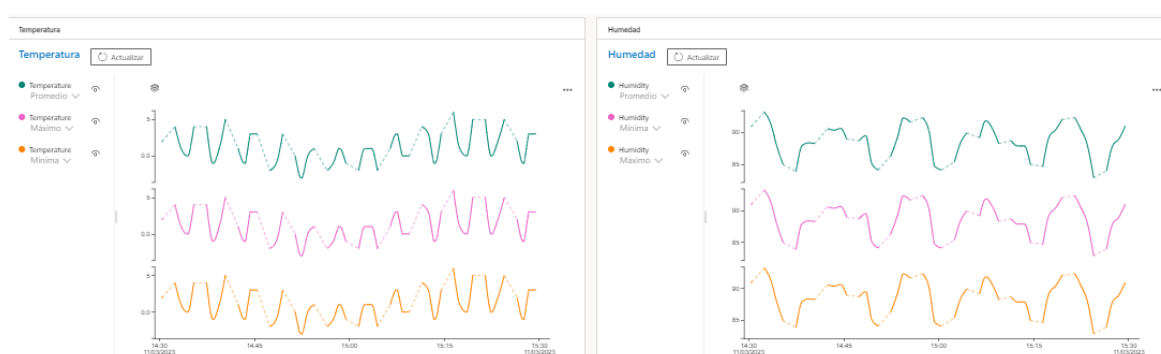


Figura 14. Exploración de datos de los sensores (Resultado elaborado por el programa Azure IoT Central)

La Figura 14, refleja los resultados del análisis de temperatura y humedad máxima, mínima y el promedio de los sensores. Igualmente se aprecia la ubicación en tiempo real y los recorridos que se realizaron, así como la batería y el voltaje de los sensores como se describe en la Figura 13.

Al concluir dicho proceso, se estimaron 4 días de muestra como realización de la práctica en mención.

Temperatura:

Cuando se transporta carne en un camión, es esencial asegurarse que se mantiene la temperatura adecuada al interior, para evitar que se estropee y se genere proliferación de bacterias nocivas. La temperatura recomendada para el transporte de carne depende del tipo de carne transportada y de la distancia y duración del viaje. Además, se tiene en cuenta el piso térmico del sector o la zona en el recorrido del transporte; cabe resaltar que la infraestructura puede variar si la zona es cálida o por el contrario es un clima moderado.

Para la carne fresca de vacuno, cerdo, cordero y ternera, la temperatura recomendada es inferior a 4°C (40°F). Para la carne picada, incluida la de vacuno, cerdo, cordero y aves de corral, la temperatura debe mantenerse por debajo de 35 °F (2 °C). Las aves de corral, incluidos el pollo y el pavo, deben transportarse a una temperatura inferior a 4 °C (40 °F); en la "Tabla 1" se menciona la información ideal en la relación de temperatura con cada producto.

PRODUCTO	TEMP. DE ALMACENAMIENTO (°C)
CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS	
CARNE DE RES	0 °C a 1 °C
CARNE DE CERDO	0 °C a 1 °C
TOCINO	-4 °C a 1 °C
JAMÓN	-1 °C a 0 °C
EMBUTIDOS (SALCHICHAS)	0 °C a 4 °C

Tabla 1. Temperatura ideal de almacenamiento de productos cárnicos (Temperaturas de almacenamiento, carne y productos cárnicos [9])

Es importante tener en cuenta que estas directrices de temperatura son sólo un punto de partida. La temperatura real necesaria puede depender de diversos factores, como el tipo de carne, el envase y la duración del viaje. Es esencial utilizar un termómetro fiable para controlar la temperatura de la carne durante el transporte y realizar los ajustes necesarios en la configuración del control de temperatura.

Transportar la carne a la temperatura adecuada ayuda a garantizar que se mantenga fresca y sea segura para el consumo. Para ello, se debe mantener la cadena de frío recomendada en el sector alimenticio, ya que los suministros cuentan con una temperatura controlada en el proceso de producción, almacenamiento y distribución de los productos. Es fundamental seguir estas directrices para prevenir enfermedades transmitidas por los alimentos y mantener la calidad de la carne durante el transporte.

En la Figura 15 se puede apreciar el proceso donde el camión se mantiene almacenado (estático) y está listo para continuar con el embalaje de la carne. Allí se observa que en la franja horaria de 13:00 pm a 14:00 pm se registraron temperaturas más bajas de las recomendadas. Esto se puede apreciar con la representación de la temperatura mínima (color naranja) que evidencia picos inferiores más hacia abajo en la franja de 13:00 a 14:00 horas. Las otras representaciones de temperatura muestran comportamiento similar. Durante este tiempo se aprovecha para realizar el embalaje de carga y lograr que el sensor de temperatura trabaje de manera correcta.

Desde las 14:00 pm, el camión fue encendido y se preparó para iniciar su movimiento. Al salir de la bodega de almacenaje, se evidencia un aumento en la temperatura, debido a que ya no se encuentra bajo techo sino a temperatura ambiente. Sin embargo, se evidencia que la temperatura se mantiene estable. (Esta información se encuentra explicada en la tabla 3).

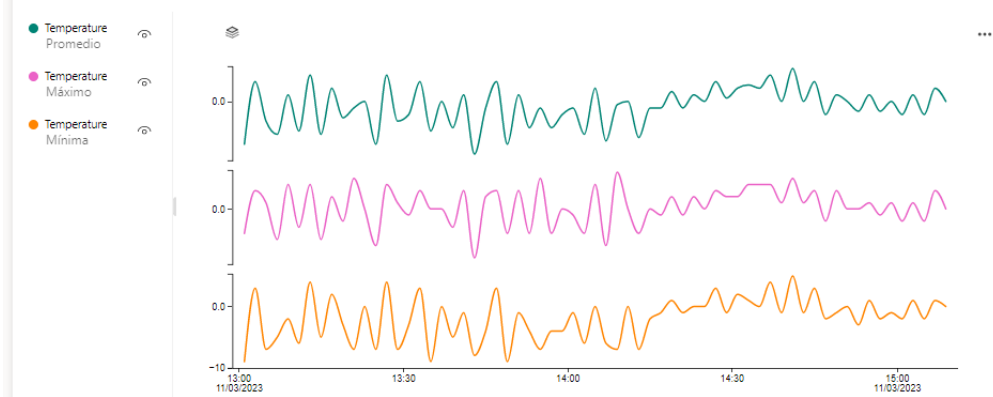


Figura 15. Exploración de datos del sensor de temperatura

	11/03/2023 01:00 PM	11/03/2023 01:10 PM	11/03/2023 01:20 PM	11/03/2023 01:30 PM	11/03/2023 01:40 PM	11/03/2023 01:50 PM
Temperature	-2.375	-2.25	-2.125	-2.25	-2.25	-1.5
Temperature	4	4	5	3	3	5
Temperature	-9	-6	-7	-9	-9	-7

Tabla 2. Análisis de datos del sensor de temperatura durante 1:00 pm a 2:00 pm

	11/03/2023 02:00 PM	11/03/2023 02:10 PM	11/03/2023 02:20 PM	11/03/2023 02:30 PM	11/03/2023 02:40 PM	11/03/2023 02:50 PM
Temperature	-1.75	-1.375	0.625	1.875	1.375	-0.625
Temperature	6	2	3	4	5	1
Temperature	-7	-7	-1	-1	-2	-3

Tabla 3. Análisis de datos del sensor de temperatura durante 2:00 pm a 3:00 pm

Humedad:

La humedad es otro factor crucial para tener en cuenta cuando se transporta carne en un camión. La carne es sensible a la humedad y puede estropearse fácilmente, si se expone a una humedad excesiva durante el transporte. Por lo tanto, es esencial mantener el nivel adecuado de humedad en el camión para evitar cualquier daño a la carne.

El nivel de humedad recomendado para el transporte de carne oscila entre el 85% y el 90%, como se puede ver en la Tabla 4. Este nivel de humedad ayuda a mantener la carne húmeda, sin favorecer el crecimiento de bacterias dañinas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los niveles de humedad pueden variar en función del tipo de carne, el envase y la temperatura.

Para mantener los niveles de humedad recomendados durante el transporte, se debe utilizar un embalaje adecuado y asegurarse que el sistema de ventilación del camión funciona correctamente. El embalaje debe estar diseñado para permitir una circulación de aire adecuada y, al mismo tiempo, proteger la carne de la exposición a la humedad. (En la Tabla 4, se resume la información sugerida de la humedad en relación con la temperatura explicada en la “Tabla 1” y el producto cárnico).

PRODUCTO	HUMEDAD RELATIVA (%)
CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS	
CARNE DE RES	90 – 95
CARNE DE CERDO	85 – 90
TOCINO	90
JAMÓN	85 – 90
EMBUTIDOS (SALCHICHAS)	85 – 90

Tabla 4. Humedad ideal de almacenamiento de productos cárnicos (Temperaturas de almacenamiento, carne y productos cárnicos [9])

Según lo anterior, se deben controlar los niveles de humedad durante el transporte y hacer los ajustes necesarios. Un medidor de humedad fiable puede ayudar a garantizar que los niveles de humedad se mantengan dentro del intervalo recomendado. Es importante generar alertas que permitan al conductor o al operario tomar acciones si se producen fluctuaciones en los niveles por debajo o por encima de los establecidos.

En conclusión, mantener el nivel de humedad adecuado durante el transporte es fundamental para garantizar la calidad y la seguridad de la carne. Es esencial seguir las directrices recomendadas y controlar los niveles de humedad para evitar cualquier daño a la carne.

El camión fue estacionado en una bodega cerca de los cuartos fríos, lo que hace que la temperatura descienda y, por consiguiente, la humedad también disminuya. Durante el proceso de carga de los productos, si el sensor está expuesto a este ambiente, es posible que registre mediciones más bajas de humedad.

Desde las 14:00 pm, el camión fue encendido y preparado para iniciar su movimiento. Este, salió de la bodega de almacenaje, cambiando por completo el ambiente y alejándose de los cuartos fríos. Desde este instante, se puede evidenciar un aumento de la humedad, y comienza la medición que se realiza del transporte de alimentos y gradualmente se va acomodando a la humedad sugerida como se muestra en la Tabla 4. Los resultados del proceso previamente analizado, se encuentran recopilados en la Tabla 6.

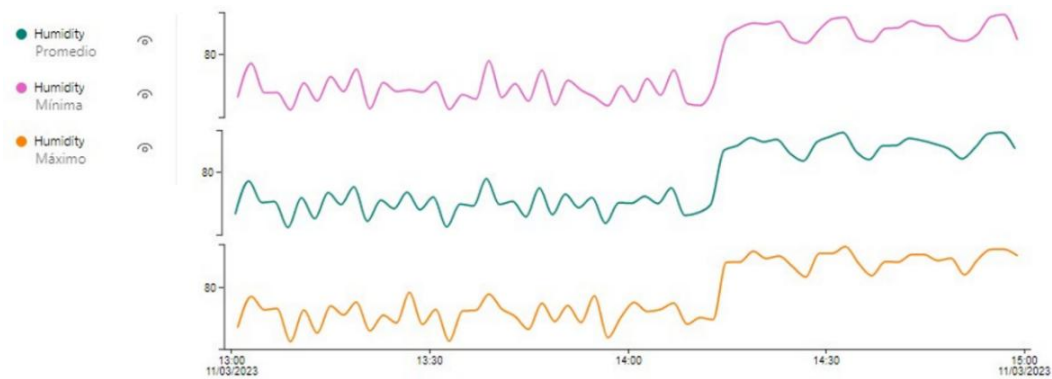


Figura 16. Exploración de datos del sensor de humedad

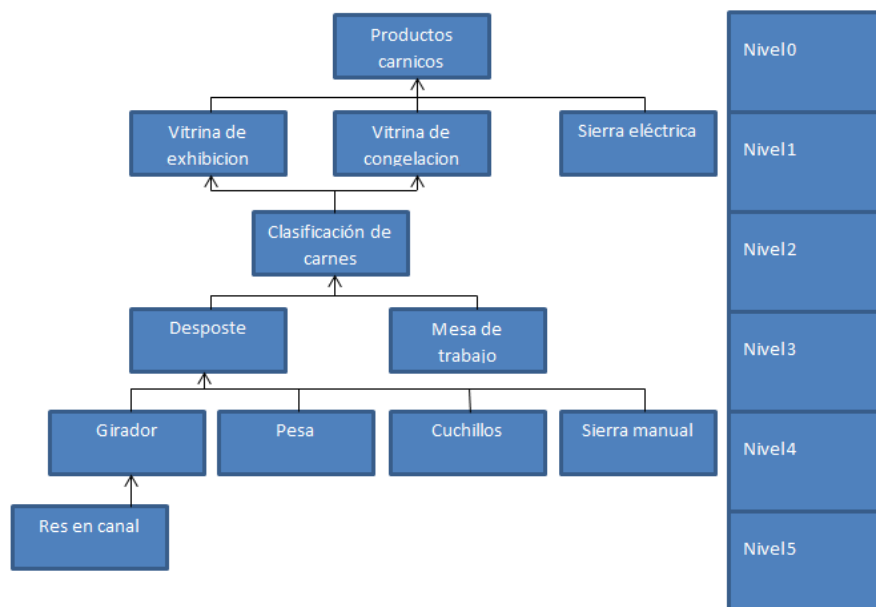


Figura 17. Diagrama de procesos (Tomado de transporte y almacenamiento de productos cárnicos [10])

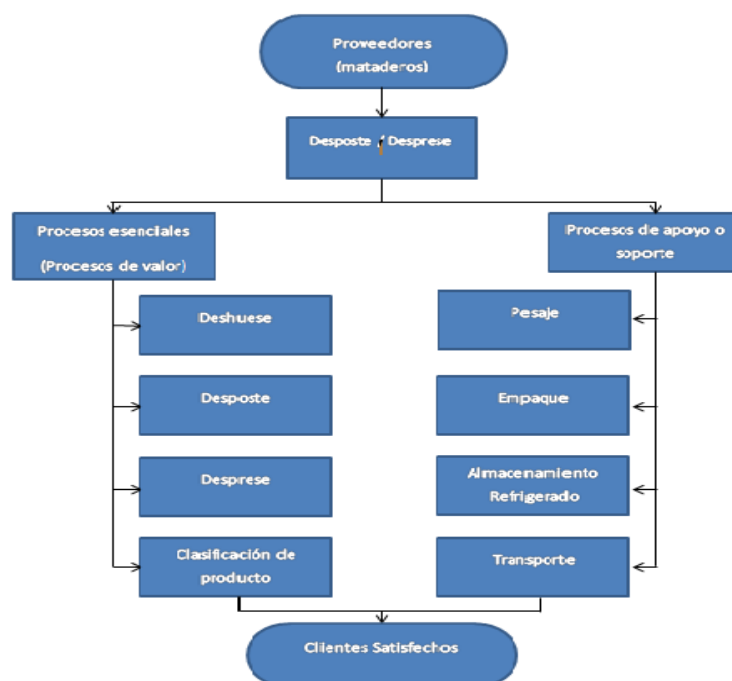


Figura 18. Diagrama de flujo (Tomado de transporte y almacenamiento de productos cárnicos [10])

	11/03/2023 01:00 PM	11/03/2023 01:10 PM	11/03/2023 01:20 PM	11/03/2023 01:30 PM	11/03/2023 01:40 PM	11/03/2023 01:50 PM
Humidity	69.52250190707292	71.42960063164904	69.12606444193108	70.4794425853221	68.85657047729038	70.45738025503057
Humidity	62.64162627474237	65.41990105539367	63.023541193668684	62.812963159862115	64.20421612615318	63.95764661013072
Humidity	77.1560556011207	75.3616058773132	78.51911790297427	77.92284276280488	75.01475406195749	77.38507331969828

Tabla 5. Análisis de datos del sensor de humedad, en la franja horaria de (1:00 pm a 2:00 pm).

	11/03/2023 02:00 PM	11/03/2023 02:10 PM	11/03/2023 02:20 PM	11/03/2023 02:30 PM	11/03/2023 02:40 PM	11/03/2023 02:50 PM
Humidity	70.1178881578144	80.89742841069267	87.8945763306229	88.5746054922285	88.9933587476169	88.82408350604277
Humidity	64.57761694641364	64.06460957876118	83.3984389061361	83.83553299094669	85.05595893831125	84.09460289187513
Humidity	75.2727862634789	91.69107060907501	90.9794812098923	93.2032895823884	90.6149096058615	92.32921650315427

Tabla 6. Análisis de datos del sensor de humedad, en la franja horaria de (2:00 pm a 3:00 pm).

4. CONCLUSIONES

Microsoft Azure es una plataforma en modalidad de pago por uso que integra diferentes servicios de Nube pública, para que equipos completos de TI implementen y administren aplicaciones y recursos.

Dentro de los servicios ofrecidos por Azure se encuentran a Azure IoT Central, la cual es una plataforma de aplicaciones de IoT (aPaaS) realmente escalable que es capaz de simplificar la creación de soluciones de IoT. A su vez, elimina la preocupación en la gestión de la infraestructura necesaria para la implementación de servicios basados en dispositivos IoT, reduciendo los costos operativos, dificultades de mantenimiento y ofreciendo una alta disponibilidad de los mismos.

Por medio de la plataforma IOT Central fue posible realizar la simulación y digitalización del transporte de productos cárnicos. Para ello, también fue necesario realizar una investigación específica con respecto a los datos que los sensores manejan para la temperatura, humedad, batería y voltaje, puesto que los dispositivos simulados ofrecen valores aleatorios y es necesario realizar la configuración adecuada para que la simulación se acerque a la realidad. El dashboard fue creado basado en los dispositivos IOT seleccionados y en los valores que fueron necesarios medir, esto debido a que no fue tomado de una plantilla ofrecida por Microsoft Azure. Por lo cual, se tuvo la posibilidad de escoger entre los diferentes tipos de objetos visuales que se tienen a disposición al momento de crear un panel, y así poder visualizar los datos de una forma clara, precisa y entendible.

Los dispositivos IoT facilitan la recolección ágil de datos, al capturar una variedad de información

mediante los diferentes sensores de cada dispositivo. Los datos pueden almacenarse o enviarse para su análisis, lo que hace que la tarea de monitoreo sea más sencilla. Además, la capacidad de identificar posibles errores permite tomar acciones correctivas en tiempo real, como en el caso del transporte de alimentos, evitando daños en los productos.

En la práctica se evidenciaron algunas limitaciones durante la experiencia en el almacenaje y transporte de los productos cárnicos, que representaron un reto a la hora de la realización del panel. Estas barreras se relacionaron con la alteración de factores como temperaturas, cambios climáticos, humedad y variedad de productos. Por consiguiente, se generaron múltiples factores externos, los cuales pueden ser retos a trabajos a futuro que se pueden derivar de este artículo.

Finalmente, se destaca la obtención de resultados positivos en la práctica de almacenaje y transporte de productos cárnicos, garantizando eficiencia y beneficios para el productor y el comercializador, basados en los dispositivos utilizados y la configuración establecida por los sensores. Así mismo, la integración de dispositivos IoT en el sector de productos cárnicos a través de Azure IoT Central brinda un mayor control, eficiencia y calidad en el almacenamiento y transporte de estos productos. Esto ayuda a garantizar la frescura, seguridad y cumplimiento de los estándares requeridos, al tiempo que optimiza los procesos y reduce los riesgos asociados con el manejo de productos perecederos. La combinación de IoT y productos cárnicos se posiciona como una solución prometedora que beneficia a los productores, comercializadores y consumidores, mejorando la

trazabilidad y confianza en la cadena de suministro de estos productos.

5. REFERENCIAS

- [1] ¿Qué es IoT y cómo funciona? | SAP Insights. (s. f.-b). SAP. <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>
- [2] Tecnología, I. Y. (2022, 12 junio). Dispositivos IoT. Innovación y Tecnología. <https://www.innovacion-tecnologia.com/iot/dispositivos-iot/>
- [3] "That 'Internet of Things' Thing - RFID JOURNAL". RFID JOURNAL. <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>.
- [4] "IoT: Internet de las cosas | IT-NOVA". IT-NOVA. <https://it-nova.co/iot-internet-de-las-cosas-it-nova>.
- [5] "Azure documentation". Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/?product=popular>.
- [6] García Morales, Y. (2017). "Aplicación informática para la adquisición de datos en sistemas basados en la telemetría" (Master's thesis). Universidad de las Ciencias Informáticas. Centro de Investigación y Desarrollo Naval.
- [7] "¿Qué son las plantillas de dispositivos en Azure IoT Central"? Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/iot-central/core/concepts-device-templates>.
- [8] "Azure for Students – Free Account Credit | Microsoft Azure". Cloud Computing Services | Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/en-us/free/students/>.
- [9] Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia. (s. f.). Procolombia. https://procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann_ruta_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf
- [10] "DISEÑO DE PRODUCTOS, PROCESOS Y PROGRAMAS". Distribuidora de Carnes los Mautes. <http://mautes.blogspot.com/2011/05/disenio-de-productos-procesos-y.html>.
- [11] D. (2023, 14 febrero). Administrar dispositivos individualmente en la aplicación - Azure IoT Central. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/iot-central/core/howto-manage-devices-individually>
- [12] Rivera, A. (2020, 11 octubre). EQM | Microsoft IoT Central, solución SaaS para Internet de las cosas. EQM. <https://www.enterpriseqm.com/microsoft-iot-central/>
- [13] L. I. Herrera Cano, "Evaluación de la temperatura y su relación como una de las condiciones óptimas para el transporte de productos cárnicos procesados", Tesis de Maestría, Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, 2011.
- [14] C. Nuñez Duque, Y. Tufiño Castillo, and J. Duque Ceballos, "Propuesta de mejoramiento del clima organizacional en el área de logística de distribución de la sede Cali en una empresa del sector cárnico," en Recurso Electrónico, 2019.
- [15] Duque, C. L. N., Castillo, Y. T (2018). Propuesta de mejoramiento del clima organizacional en el área de logística de distribución de la sede Cali en una empresa del sector cárnico [Trabajo de grado inédito]. Universidad del Valle.
- [16] HERRERA, Edwin Alberto; RODRIGUEZ, Jenny Milena. Impactos de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001: 2015 en el sector industrial.
- [17] Carmen Zapata, K. A. (2020). Gestión logística de los productos cárnicos congelados de la empresa Gonzalito Almacenes & Servicios Logísticos EIRL, Callao, 2020.
- [18] Vidal Gallegos, N. E. (2014). Optimización del modelo de logística y distribución en el servicio de reparto de una comercializadora mayorista de productos cárnicos.
- [19] Valencia-Rodríguez, M. (2015). Capacidades dinámicas, innovación de producto y aprendizaje organizacional en pymes del sector cárnico. Ingeniería industrial, 36(3), 287-305.
- [20] García Sánchez, M. A., & Ariza Santamaría, M. A. (2021). Análisis documental sobre la planificación ambiental sostenible en empresas del sector de producción de derivados cárnicos en el departamento de Santander.

[21] Prathibha, S. R., Hongal, A., & Jyothi, M. P. (2017, March). IoT based monitoring system in smart agriculture. In 2017 international conference on recent advances in electronics and communication technology (ICRAECT) (pp. 81-84). IEEE.

[22] Valsalan, P., Baomar, T. A. B., & Baabood, A. H. O. (2020). IoT based health monitoring system. Journal of critical reviews, 7(4), 739-743.