

MONITOREO DE VARIABLES PARA LA DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA CON LA UTILIZACION DE DATALOGGER MSR175

MONITORING OF VARIABLES IN THE LOGISTICS DISTRIBUTION WITH THE USE OF THE MSR175 DATALOGGER

***Cosme Castorena Julissa Elayne**
Corresponding author

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pabellón de Arteaga
<https://orcid.org/0000-0002-4739-9157>
julissacosme@gmail.com

Preciado Gutiérrez Rafael

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pabellón de Arteaga
<https://orcid.org/0009-0002-1329-0011>
rpreciado42@gmail.com

Díaz Juárez Alberto

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Aguascalientes
<https://orcid.org/0009-0008-0929-7492>
crocstaber@gmail.com

De Velasco García Héctor Omar

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Aguascalientes
<https://orcid.org/0009-0007-6577-8429>
hovggallo@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.123>

| Recibido: 04/08/2025 | Aceptado: 18/09/2025 | Publicado: 29/10/2025

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.



Resumen -- El cumplimiento de los estándares internacionales de calidad e inocuidad para la compra y venta internacional de alimentos requiere cada vez más de una trazabilidad amplia. Durante el transporte, factores como la temperatura y las vibraciones pueden comprometer las propiedades sensoriales y la vida útil de los productos. Para enfrentar estos desafíos, se emplean dataloggers, dispositivos tecnológicos que integran sensores capaces de registrar en tiempo real variables físicas clave. Su uso permite no solo la trazabilidad de las condiciones de transporte, sino también la identificación de puntos críticos dentro de la cadena logística.

Estos equipos tienen aplicaciones en múltiples sectores, ya que pueden medir parámetros como temperatura, humedad, presión, flujo, luminosidad, velocidad del viento y concentración de gases, entre otros. Su versatilidad los convierte en herramientas esenciales para el control de procesos industriales, monitoreo ambiental y gestión de calidad.

Esta investigación se enfocará en el análisis de las condiciones de temperatura y vibración que afectan al pan de molde durante su distribución. La información recopilada por los dataloggers contribuirá a optimizar el manejo logístico y garantizar la calidad del producto en el contexto del comercio internacional de alimentos.

Palabras clave: pan de molde, monitorización, exportaciones, logística, cadena de suministros.

Abstract -- Compliance with international quality and safety standards for the international purchase and sale of food increasingly requires extensive traceability. During transportation, factors such as temperature and vibrations can compromise the sensory properties and shelf life of products. To address these challenges, dataloggers are used. These technological devices integrate sensors capable of recording key physical variables in real time. Their use allows not only the traceability of transportation conditions but also the identification of critical points within the logistics chain.

These devices have applications in multiple sectors, as they can measure parameters such as temperature, humidity, pressure, flow, luminosity, wind speed, and gas concentrations, among others. Their versatility makes them essential tools for industrial process control, environmental monitoring, and quality management.

This research will focus on the analysis of temperature and vibration conditions that affect sliced bread during distribution. The information collected by the dataloggers will contribute to optimizing logistics management and ensuring product quality in the context of international food trade.

Keywords -- sliced bread, monitoring, exports, logistics, supply chain.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las actividades de importación y exportación de alimentos, la calidad y la seguridad del producto, son dos elementos esenciales para logra la satisfacción del comprador final. Es por esto, que es ineludible el cumplimiento de las regulaciones internacionales que gobiernan la materia. Para las acciones logística en referencia al transporte, se deben de tomar en consideración factores como la temperatura y las vibraciones, que pueden afectar de forma significativa la textura, sabor y vida útil del producto, que dan lugar a retos considerables y circunstanciales para los operarios de la cadena de suministro.

Es importante el almacenamiento de lecturas de monitorización relativos a la temperatura y las vibraciones con la utilización de datalogger, dispositivos electrónicos que conjuntan y combinan una variedad de sensores para la medición y registro de dichas variables. Por lo que se han convertido en herramientas infaltables para el sector logístico, porque dan la oportunidad de registrar datos en tiempo real de las condiciones expuestas de los productos durante el transporte, desde la fase de almacenamiento hasta la entrega final. Este registro continuo de información brinda la oportunidad, de asemejar posibles riesgos y puntos críticos en la cadena de distribución, asimismo proporcionaría información para lograr perfeccionar el proceso logístico, para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad tanto a nivel nacional como internacional.

Los datalogger son dispositivos electrónicos que dan soporte a la monitorización precisa y continua, que facilita la recolección de datos esenciales para dar soporte a la toma de decisiones informadas y optimizadas.

Existe un abanico de variables que pueden registrar los datalogger entre las cuales se destaca: la temperatura que se establece como una de las variables de mayor importancia en una diversidad de industrias, tales como la agroalimentaria, farmacéutica y en investigación ambientales; el registro de la temperatura a través del datalogger figura como una herramienta indispensable para el monitoreo en condiciones ambientales controladas y de procesos industriales críticos. La variable de humedad relativa es de necesidad para la medición de humedad presente en el aire, factor sustancial en el proceso de manufactura, almacenamiento de productos y estudios meteorológicos. Haciendo referencia a la variable de presión, se puede mencionar que es oficiosamente relevante en los ramos automotrices, petroquímicos y la aviación, donde es imperativo supervisar los niveles de presión para avalar la seguridad y eficiencia operativa. Igualmente, en la monitorización eléctrica, es transcendental la implementación de datalogger

para registrar el voltaje, con la intención de valorar la corriente eléctrica y sus variaciones dentro de los circuitos eléctricos. Se debe destacar que los dispositivos cuentan con la posibilidad de medir vibraciones y aceleración, esencial para evaluar el estado de la maquinaria industrial; ya que con la detección temprana de vibraciones anómalas en equipos maestros dentro de la producción, facilitaría el diagnóstico de fallas potenciales. Asimismo, la medición de caudal, ya sea para líquidos o gases, es indispensable en actividades como la gestión del agua y la industria de procesamiento de químicos, ya que pueden medir durante un tiempo determinado el flujo líquido o gaseoso que atraviesa en un sistema, asegurando un control eficiente y preciso. La medición de intensidad luminosa dentro de los sectores agrícolas y ambientales, daría apoyo en la gestión adecuada de la exposición solar para los cultivos o en espacios de almacenamiento cerrados. En estudios meteorológicos y energías renovables, los dispositivos que miden la velocidad del viento que son particularmente útiles para determinar tanto la velocidad como la dirección del viento en un entorno específico. Finalmente, es importante resaltar que ciertos dataloggers tienen la capacidad de medir la concentración de gases en el ámbito ambiental; esto incluye compuestos como CO₂, oxígeno y metano, entre otros gases volátiles. Estos dispositivos juegan un papel crucial en el monitoreo del medio ambiente y la evaluación de condiciones atmosféricas.

Por todo lo descrito con anterioridad, los datalogger son dispositivos con la capacidad de ser implementados en una gran diversidad de industrias, tanto en el ámbito ambiental como en el científico, ya que dan soporte a la monitorización precisa y continua, que facilitan la recolección de datos esenciales para la toma de decisiones informadas.

La presente investigación se centrará en analizar las condiciones de temperatura y vibraciones a los que se somete el pan de molde en el proceso de distribución, con la implementación de los datalogger que cuentan con la capacidad para registrar la información relevante de estos factores. Para culminar en la mejora de la gestión de la calidad en los productos alimenticios dentro del ámbito la logística internacional.

Concepto

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar cambios físicos o químicos en su entorno y convertirlos en señales eléctricas que pueden ser medidas e interpretadas. Estas señales proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre diversas variables, como temperatura, presión, humedad, movimiento, entre otras, permitiendo el monitoreo y control de procesos en tiempo real (Angeles-Angeles., 2019).

Origen y Evolución Histórica de los Sensores

La historia de los sensores se remonta a los primeros intentos del ser humano por medir y controlar su entorno. Un ejemplo temprano es el termómetro inventado en el siglo XVII por Galileo Galilei, que permitió medir la temperatura de manera más precisa (Ruiz, et al., 2019). Este dispositivo sentó las bases para el desarrollo de sensores más sofisticados al proporcionar una forma de cuantificar fenómenos naturales.

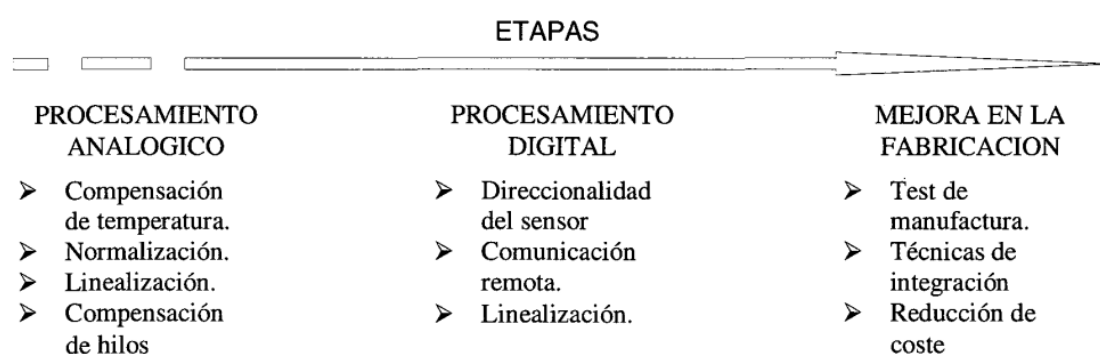


Figura 1. Polos de interés en la investigación de sensores inteligentes a lo largo del tiempo.

Fuente. *Sensores inteligentes: una historia con futuro.*

Avances durante la Revolución Industrial

La Revolución Industrial del siglo XVIII y XIX impulsó significativamente el desarrollo de sensores debido a la necesidad de controlar procesos industriales complejos. La invención del manómetro para medir la presión de vapor en máquinas de vapor es un ejemplo notable de esta época (Garay-Rondero C. L., 2020). Estos dispositivos permitieron mejorar la seguridad y eficiencia de las operaciones industriales.

Desarrollo en el Siglo XX

El siglo XX fue testigo de avances exponenciales en la tecnología de sensores, impulsados por el progreso en electrónica y materiales semiconductores. La invención del transistor en 1947 abrió puertas a la miniaturización y mejora en la sensibilidad de los sensores (Garay-Rodero, et al., 2019).

En las décadas de 1960 y 1970, con el desarrollo de la tecnología de circuitos integrados, se crearon sensores más compactos y eficientes. La aparición de los sensores digitales y los microelectromecánicos (MEMS) revolucionó diversas industrias, permitiendo aplicaciones en campos como la automoción, aeroespacial y medicina (Marquez, D., & Cárdenas, O., 2006).

Era Digital y Sensores Inteligentes

Con la llegada de la era digital y el Internet de las Cosas (IoT) en el siglo XXI, los sensores han adquirido capacidades avanzadas, integrándose con sistemas de comunicación y procesamiento de datos. Los sensores inteligentes ahora pueden no solo medir variables, sino también procesar y transmitir información de manera autónoma, facilitando la implementación de sistemas automatizados y conectados en tiempo real (Ben-Daya, et al., 2019).

Monitoreo y Trazabilidad de Cargas

Los sensores permiten el monitoreo continuo de las condiciones en las que se transportan y almacenan las mercancías. Por ejemplo:

- Sensores de temperatura y humedad: Cruciales para productos perecederos como alimentos y medicamentos, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas durante el transporte y almacenamiento (Salamanca, et al., 2021).
- Sensores de ubicación (GPS): Facilitan la trazabilidad de las cargas, permitiendo conocer en tiempo real la ubicación de los envíos y optimizar rutas de transporte (Denis, et al., 2021).
- Sensores de shock y vibración: Detectan impactos o condiciones que puedan dañar la mercancía, permitiendo tomar acciones correctivas inmediatas (Mesa, 2019).

DESARROLLO

Planteamiento del Problema

Actualmente no existe una investigación enfocada a la implementación de dataloggers, por lo cual esto marcaría el inicio de monitorear y registrar diversos parámetros como temperatura y las vibraciones, de manera continua y precisa. Sin embargo, realizar este seguimiento manualmente es inviable debido al gran volumen de datos y la necesidad de una medición constante, lo que puede resultar en pérdida de información crítica y errores humanos.

Actualmente, la falta de un sistema automatizado de registro de datos dificulta la toma de decisiones informadas, la identificación de patrones o tendencias, y la capacidad de reaccionar rápidamente a condiciones cambiantes. Por ejemplo, en un entorno industrial, la falta de un monitoreo adecuado de la temperatura y de las vibraciones, puede llevar a condiciones peligrosas o a una reducción en la calidad del producto.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de desarrollar una investigación del datalogger que sea capaz de:

1. Recoger datos de múltiples sensores con alta precisión.

2. Almacenar datos de manera eficiente y segura.
3. Operar de forma autónoma durante largos periodos de tiempo.
4. Facilitar la transferencia y el análisis de datos mediante interfaces adecuadas.
5. Adaptarse a diferentes entornos y requerimientos específicos de cada aplicación.

Este datalogger debe ser una solución óptima y fácil de implementar, capaz de mejorar la eficiencia y la precisión en la monitorización de parámetros críticos.

Objetivo

Verificar la precisión de los sensores de temperatura y humedad del datalogger para un monitoreo confiable durante el transporte de mercancías sensibles.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de logística, en el cual se recrearon condiciones típicas del manejo de productos en un entorno industrial. A continuación, se describen las etapas del experimento:

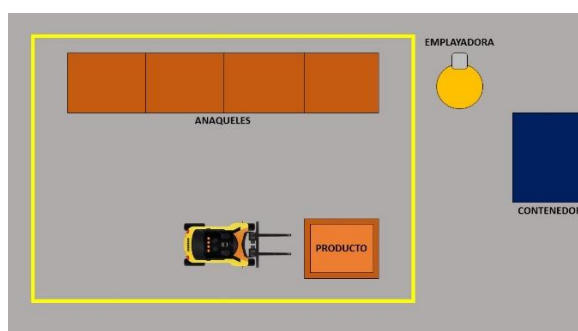


Figura 2. Layout del laboratorio de logística.

Fuente. Elaboración propia, 2024.

Preparación del Experimento

- Se seleccionó un paquete de pan de molde Bimbo como muestra representativa.
- Se colocó un datalogger dentro de una caja que contenía el pan. Este dispositivo fue configurado para registrar datos de temperatura e impactos cada 10 minutos durante todo el experimento.



Figura 3. Pan de molde con el datalogger dentro de la caja.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Emplayado de la Tarima

- La caja con el pan y el datalogger fue colocada sobre una tarima.
- La tarima fue emplayada cuidadosamente, simulando el proceso estándar utilizado en la industria para asegurar la estabilidad de la carga.

Transporte y Ubicación del Contenedor

- Con ayuda de un montacargas manejado por una persona experta en el manejo del vehículo, la tarima fue movida y almacenada en un contenedor ubicado en el exterior del laboratorio.
- El contenedor estuvo expuesto a las condiciones climáticas normales del entorno durante un periodo definido de tiempo (1 hora).

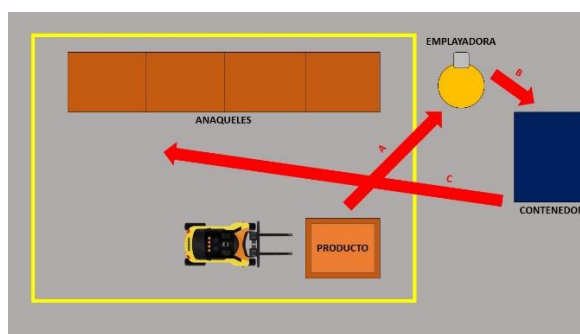


Figura 4. Layout con las rutas del montacargas dentro del almacén.

Fuente. Elaboración propia, 2024.

Monitoreo de Datos

- Durante el tiempo de almacenamiento, el datalogger registró datos continuos que fueron posteriormente descargados y analizados.

Método de Análisis de Datos

Para el análisis de datos, se implementará la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que permite un enfoque sistemático y riguroso en la evaluación de la información proporcionada por los dataloggers durante la distribución logística de productos (Carrillo-Landazabal, et al., 2022). Este procedimiento tiene como objetivo identificar variaciones en las variables críticas que afectan la calidad del proceso de distribución. A través de una monitorización precisa de indicadores clave, tales como la temperatura y los impactos a los que son sometidos los productos, se busca minimizar los riesgos asociados a la integridad de estos bienes. Esto no solo garantizará el cumplimiento de normativas vigentes, sino que también mejorará el rendimiento global del proceso logístico.

Con base en los datos recopilados, se han elaborado las siguientes tablas que resumen los eventos analizados. En ellas, se presentan tanto los valores mínimos y máximos como la aceleración máxima registrada, acompañados de la hora de inicio y la fecha correspondiente. Se realizaron 2 corridas (Pruebas) en la cual se tomaron 30 eventos para la primera corrida y 15 eventos para la segunda, en el que cada uno de los eventos nos arroja una media de 800 datos generados por el sensor en el momento de las corridas.

Event ID:	0	Start Date:	24-11-26	Event ID:	15	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	67.327171	Start Time:	12:42 PM	Acceleration (max):	62.84304	Start Time:	01:48 PM
IoT (total):	17.657247	ToT (total):	2.8125	IoT (total):	19.44906	ToT (total):	2.8125
IoT (max):	11.82261	ToT (max):	0.625	IoT (max):	14.92645	ToT (max):	0.9375
Event ID:	1	Start Date:	24-11-26	Event ID:	16	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	6.0547633	Start Time:	12:42 PM	Acceleration (max):	25.421843	Start Time:	01:48 PM
IoT (total):	0.2905158	ToT (total):	0.625	IoT (total):	9.1701104	ToT (total):	1.25
IoT (max):	0.2905158	ToT (max):	0.625	IoT (max):	9.1701104	ToT (max):	0.9375
Event ID:	2	Start Date:	24-11-26	Event ID:	17	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	5.4929643	Start Time:	12:43 PM	Acceleration (max):	21.641687	Start Time:	01:48 PM
IoT (total):	0	ToT (total):	0.3125	IoT (total):	11.249486	ToT (total):	2.5
IoT (max):	0	ToT (max):	0.3125	IoT (max):	10.843547	ToT (max):	1.5625
Event ID:	3	Start Date:	24-11-26	Event ID:	18	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	13.353845	Start Time:	12:43 PM	Acceleration (max):	5.9887524	Start Time:	01:49 PM
IoT (total):	7.0743574	ToT (total):	1.5625	IoT (total):	1.0065606	ToT (total):	2.8125
IoT (max):	7.0743574	ToT (max):	1.5625	IoT (max):	0.7247304	ToT (max):	1.5625
Event ID:	4	Start Date:	24-11-26	Event ID:	19	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	24.239487	Start Time:	01:45 PM	Acceleration (max):	39.184116	Start Time:	01:49 PM
IoT (total):	4.4378938	ToT (total):	1.25	IoT (total):	13.891607	ToT (total):	2.1875
IoT (max):	3.8475905	ToT (max):	0.625	IoT (max):	12.628348	ToT (max):	1.25
Event ID:	5	Start Date:	24-11-26	Event ID:	20	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	4.3066988	Start Time:	01:46 PM	Acceleration (max):	23.853882	Start Time:	01:50 PM
IoT (total):	0	ToT (total):	0	IoT (total):	15.099304	ToT (total):	3.125
IoT (max):	0	ToT (max):	0	IoT (max):	13.029974	ToT (max):	1.5625
Event ID:	6	Start Date:	24-11-26	Event ID:	21	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	38.29501	Start Time:	01:46 PM	Acceleration (max):	15.552898	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	11.140558	ToT (total):	1.5625	IoT (total):	2.4077745	ToT (total):	0.625
IoT (max):	9.6516619	ToT (max):	0.625	IoT (max):	2.4077745	ToT (max):	0.625
Event ID:	7	Start Date:	24-11-26	Event ID:	22	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	19.995878	Start Time:	01:47 PM	Acceleration (max):	11.871927	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	1.0260914	ToT (total):	1.5625	IoT (total):	3.526551	ToT (total):	0.9375
IoT (max):	1.0260914	ToT (max):	0.625	IoT (max):	3.526551	ToT (max):	0.9375
Event ID:	8	Start Date:	24-11-26	Event ID:	23	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	27.313232	Start Time:	01:47 PM	Acceleration (max):	182.95987	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	23.410303	ToT (total):	4.0625	IoT (total):	305.65204	ToT (total):	16.25
IoT (max):	13.821505	ToT (max):	1.25	IoT (max):	191.34935	ToT (max):	4.375
Event ID:	9	Start Date:	24-11-26	Event ID:	24	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	6.8489165	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	16.093716	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	0.5099618	ToT (total):	0.625	IoT (total):	3.4860542	ToT (total):	3.75
IoT (max):	0.5099618	ToT (max):	0.625	IoT (max):	2.0206594	ToT (max):	0.625
Event ID:	10	Start Date:	24-11-26	Event ID:	25	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	11.464735	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	24.867149	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	10.134497	ToT (total):	5.3125	IoT (total):	6.8042756	ToT (total):	0.9375
IoT (max):	7.4023304	ToT (max):	3.4375	IoT (max):	6.8042756	ToT (max):	0.9375
Event ID:	11	Start Date:	24-11-26	Event ID:	26	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	19.202673	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	8.5397692	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	18.952653	ToT (total):	4.6875	IoT (total):	19.114269	ToT (total):	9.6875
IoT (max):	8.4164163	ToT (max):	1.5625	IoT (max):	19.114269	ToT (max):	9.0625
Event ID:	12	Start Date:	24-11-26	Event ID:	27	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	43.584545	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	13.707759	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	10.328938	ToT (total):	1.25	IoT (total):	7.3166523	ToT (total):	1.5625
IoT (max):	8.0151303	ToT (max):	0.625	IoT (max):	7.3166523	ToT (max):	1.5625
Event ID:	13	Start Date:	24-11-26	Event ID:	28	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	61.331192	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	65.3004	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	44.127197	ToT (total):	5.3125	IoT (total):	40.943793	ToT (total):	8.4375
IoT (max):	37.751408	ToT (max):	2.5	IoT (max):	26.601044	ToT (max):	2.5
Event ID:	14	Start Date:	24-11-26	Event ID:	29	Start Date:	24-11-26
Acceleration (max):	5.9910483	Start Time:	01:48 PM	Acceleration (max):	11.444437	Start Time:	01:51 PM
IoT (total):	0	ToT (total):	0.625	IoT (total):	2.7133252	ToT (total):	0.9375
IoT (max):	0	ToT (max):	0.3125	IoT (max):	2.7133252	ToT (max):	0.9375

Tabla 1. Datos obtenidos con el datalogger "Prueba 1".

Fuente. Elaboración propia, 2024.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la extracción de los datos recopilados por el datalogger, se empleó el software específico del dispositivo electrónico. En la fase de análisis de la información, se utilizaron herramientas especializadas como Excel y Minitab, que facilitan un profundo tratamiento de los datos. Finalmente, se generó un informe exhaustivo en formato PDF, el cual incluye gráficas que representan las variaciones de temperatura y los impactos observados, así como tablas detalladas que presentan los eventos significativos registrados por el datalogger.

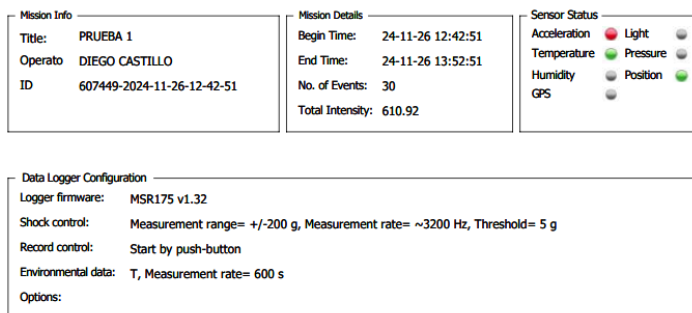


Figura 5. Datos generales “Prueba 1”.

Fuente. Software de Análisis MSR ShockViewer,

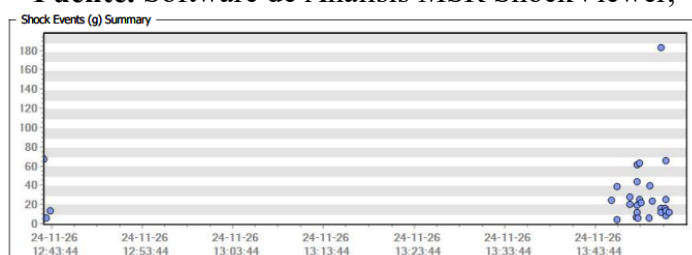


Figura 6. Grafica de registro de impactos “Prueba 1”.

Fuente. Software de Análisis MSR ShockViewer,

The 10 most important Shock Events

ID	Timestamp	IoT (max)	Acceleration (max)	IoT (total)	ToT (max)	ToT (total)
23	24-11-26 13:51:02	191.35	182.96 g	305.65	4 msec	16 msec
13	24-11-26 13:48:22	37.75	61.331 g	44.13	3 msec	5 msec
28	24-11-26 13:51:32	26.6	65.3 g	40.94	3 msec	8 msec
26	24-11-26 13:51:29	19.11	8.54 g	19.11	9 msec	10 msec
15	24-11-26 13:48:36	14.93	62.843 g	19.45	1 msec	3 msec
8	24-11-26 13:47:34	13.82	27.313 g	23.41	1 msec	4 msec
20	24-11-26 13:50:02	13.03	23.854 g	15.1	2 msec	3 msec
19	24-11-26 13:49:44	12.63	39.184 g	13.89	1 msec	2 msec
0	24-11-26 12:42:52	11.82	67.327 g	17.66	1 msec	3 msec
17	24-11-26 13:48:46	10.84	21.642 g	11.25	2 msec	3 msec

Figura 7. Registro de 10 eventos de impacto más relevantes “Prueba 1”.

Fuente. Software de Análisis MSR ShockViewer,

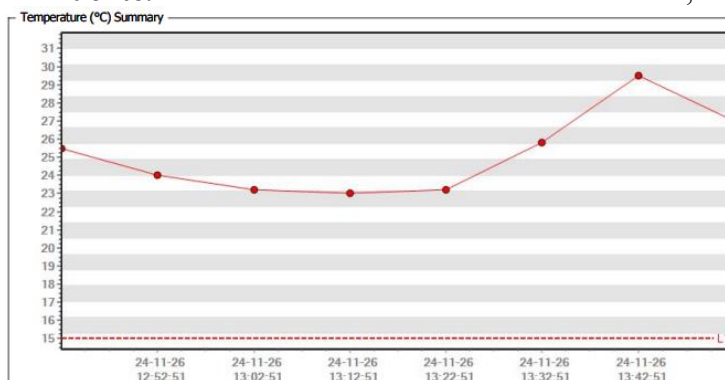


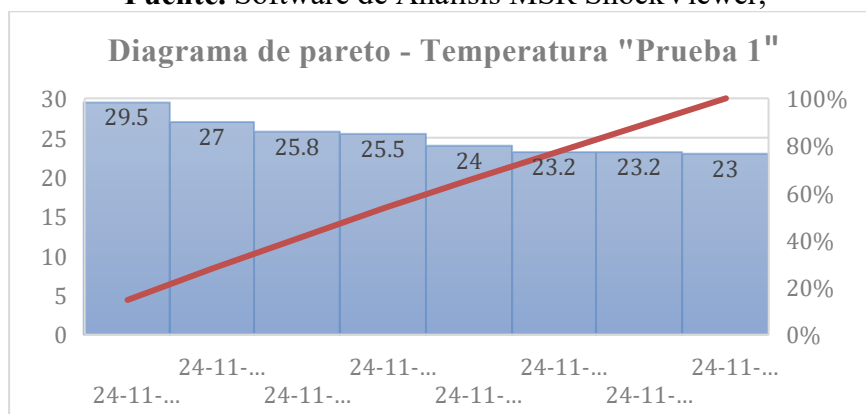
Figura 8. Gráfica de temperatura “Prueba 1”.

Fuente. Software de Análisis MSR ShockViewer,

Measurement information	
Total number of measurements:	8
Alarm measurements:	0 (<15 °C)
Alarm time:	00:00:00
Highest measured value:	29.5 °C @ 24-11-26 13:42:51
Lowest measured value:	23 °C @ 24-11-26 13:12:51

Figura 9. Parámetros de temperatura “Prueba 1”.

Fuente. Software de Análisis MSR ShockViewer,



Gráfica 1. Diagrama de Pareto “Prueba 1”

Fuente. Elaboración propia, 2024.

De acuerdo a la figura 6 y la figura 7, al dar inicio con las corridas pertinentes podemos identificar 3 ligeros impactos en que creemos que se provocaron debido a la manipulación del sensor al momento de colocarlo dentro de la caja junto al pan de molde.

Posteriormente se trasladó la tarima que contenía el sensor a la empleadora para ser empleada, sin embargo, se tuvo una demora de 30 minutos en emplearla debido a unos problemas en el quipo. Pero recibimos apoyo por parte de una tercera persona. Eso se ve reflejado en la figura 6, y se observa que el sensor no detecto ningún impacto en ese lapso de tiempo.

Una vez empleada la tarima se trasladó a un contenedor de carga al exterior del laboratorio, y se dejó ahí alrededor de 30 minutos, por lo cual en la figura 8 se observa que la temperatura va aumentando en el punto 6 que es a las 13:22:51 debido a las condiciones climáticas del exterior del laboratorio.

Después de los 30 minutos en el contenedor se retiró la caja y se volvió a colocar dentro del laboratorio en la parte superior de un anaquel y se dejó ahí por unos 10 minutos por lo cual en la figura 7 se ven demasiados impactos debido a los movimientos repentinos con el montacargas al colocar la caja arriba del anaquel, de igual manera la temperatura disminuyo como se observa en la gráfica (figura 8), debido a la temperatura ambiente dentro del laboratorio respecto a la temperatura que se presentaba dentro del contenedor.

De igual manera con los datos arrojados por el programa se elaboró un diagrama de Pareto (gráfica 1) respecto a las variaciones en la temperatura durante la primera prueba con el datalogger.

CONCLUSIONES

La presente investigación demuestra cómo la implementación de dataloggers y el uso de la metodología DMAIC pueden transformar significativamente los procesos logísticos, especialmente en la distribución de productos perecederos como el pan de molde. Los dataloggers, dispositivos avanzados de monitoreo, permiten registrar y analizar variables críticas como temperatura y vibraciones en tiempo real, proporcionando datos precisos y confiables. Esto es crucial en una cadena de suministro donde las condiciones ambientales y de manejo pueden afectar directamente la calidad y la seguridad del producto. El enfoque metodológico DMAIC proporciona una estructura clara y sistemática para abordar los problemas en los procesos logísticos. Las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar garantizan una mejora continua basada en datos, facilitando la identificación de causas raíz de problemas, la implementación de soluciones efectivas y el establecimiento de controles permanentes. Durante las pruebas realizadas en el laboratorio, se evidenció cómo las variaciones de temperatura y los impactos influían en las condiciones del pan de molde, demostrando la relevancia de un monitoreo constante para preservar su integridad.

Es pertinente destacar que la implementación de dataloggers en empresas de transporte, así como en micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), genera un impacto positivo significativo. Esto se debe a que dichos dispositivos permiten la medición en tiempo real de las condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto el producto final durante el proceso de. En particular, la capacidad para registrar datos precisos sobre variables críticas como humedad, temperatura e impactos mecánicos —factores integrados en la funcionalidad del datalogger— facilita la adopción de decisiones fundamentadas. Estas decisiones inciden directamente en la optimización del esfuerzo operativo, la reducción de costos y el fortalecimiento del posicionamiento competitivo de la empresa en el mercado (Martínez y Guevara, 2019; Cervantes et al., 2021). Por consiguiente, el uso de esta tecnología representa una herramienta estratégica indispensable para mejorar el rendimiento de las exportaciones y cumplir con las normativas de consumo vigentes.

Los resultados del estudio no solo subrayan los beneficios de utilizar tecnología de sensores en la logística, sino también destacan los desafíos asociados, como la necesidad de capacitar al personal en el manejo de equipos, optimizar las operaciones logísticas y garantizar el cumplimiento de estándares internacionales.

TRABAJO A FUTURO

Para futuras investigaciones se debe incluir la revisión y análisis de sistemas de automatización, así como de monitorización con base tecnológica de redes neuronales o lógica difusa, lo que aportará al incremento y valor en la mejora continua dentro de los procesos logísticos en materia.

Se recomienda llevar a cabo un estudio exhaustivo que analice la optimización de las rutas de distribución en función de las condiciones ambientales propias de cada estación del año, con un enfoque especial en aquellas regiones caracterizadas por una elevada variabilidad climática. Esta investigación tiene el potencial de permitir una mejora significativa en el transporte de productos perecederos. Se sugiere que el análisis incluya una evaluación detallada de diversas rutas, horarios y métodos de transporte que favorezcan la conservación óptima de los productos. Además, es fundamental llevar a cabo un análisis costo-beneficio de estas adaptaciones, lo cual contribuirá a una toma de decisiones informada y eficiente en la gestión logística.

Adicionalmente, resulta imperativo incorporar modelos predictivos basados en inteligencia artificial que permitan anticipar variaciones en la demanda y posibles interrupciones en la cadena de suministro derivadas de factores externos, tales como eventos climáticos extremos o fluctuaciones en las normativas internacionales. La integración de estos modelos con sistemas de gestión logística avanzada facilitará una respuesta proactiva, minimizando pérdidas y optimizando el rendimiento de las exportaciones, especialmente en sectores sensibles como el alimentario y farmacéutico. Para ello, se recomienda la colaboración interdisciplinaria entre expertos en comercio exterior, tecnología de la información y logística, garantizando así un enfoque holístico y sustentado en evidencia científica robusta.

REFERENCIAS

- Angeles-Angeles, F. (2019). Sensor. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, 6(12), 21–22. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/4219>
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, (57), 4719–4742.
- Carrillo-Landazabal, M. S., Vargas-Ortiz, M. L. E., Severiche-Sierra, D. C. A., Peralta-Ordosgoitia, I. J. T., & Ortega Vélez, I. V. P. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3148-3163. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2081

- Cervantes Zubirías, G., Morales Rodríguez, M. A., Sandoval Flores, G., Díaz Martínez, M. A., & Román Salinas, R. V. (2025). Procesos de internacionalización en las organizaciones: Una revisión sistemática para comprender su relevancia estratégica. *Revista de investigación multidisciplinaria, Iberoamericana*, (3). <https://doi.org/10.69850/rimi.vi3.164>
- Denis, D., Flores, D. D. C., Ferrer-Sánchez, Y., & Tamé, F. L. F. (2021). Potencialidades de los celulares inteligentes para investigaciones biológicas. Parte 2: Receptores GPS/GNSS. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 209–216.
- Garay-Rondero, C. L., Martínez-Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O., & Aldrette-Malacara, A. (2019). Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 887–933. <https://doi.org/10.1108/jmtm-08-2018-0280>
- Márquez, D., & Cárdenas, O. (2006). Estado del arte de los sistemas microelectromecánicos. *Ciencia e Ingeniería*, 27(3), 109–117.
- Martínez, G., & Guevara Montaña, M. L. (2019). *Propuesta de planeamiento financiero para optimizar la rentabilidad de la empresa comercializadora inversiones H&M SRL en Chiclayo* (Trabajo de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo). Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Mesa Yandy, A. M. (2019). *Diseño, desarrollo, caracterización y análisis de sensores de fibras ópticas: Aplicación al estudio de materiales y estructuras*. Universidad Nacional de La Plata.
- Ruiz, Á. A. C., Bardia, R. B., & Areny, R. P. (1999). Sensores Inteligentes: una historia con futuro. *Buran* (14), 13-18.
- Salamanca, S., Céspedes, A., & Aponte, G. (2021). Monitoreo en línea de transformadores de potencia. Una revisión crítica de sensores de temperatura, humedad del aceite y gases disueltos. *Revista Tecnología En Marcha*, 34(7), 114–125. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i7.6019>

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael
Metodología	Preciado Gutiérrez Rafael, Díaz Juárez Alberto, De Velasco García Héctor Omar
Software	Preciado Gutiérrez Rafael, De Velasco García Héctor Omar

Validación	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael
Análisis Formal	De Velasco García Héctor Omar, Díaz Juárez Alberto
Investigación	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael
Recursos	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael, De Velasco García Héctor Omar, Díaz Juárez Alberto
Curación de datos	De Velasco García Héctor Omar, Díaz Juárez Alberto
Escritura - Preparación del borrador original	Preciado Gutiérrez Rafael, De Velasco García Héctor Omar
Escritura - Revisión y edición	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael
Visualización	Díaz Juárez Alberto, De Velasco García Héctor Omar
Supervisión	Cosme Castorena Julissa Elayne, Preciado Gutiérrez Rafael
Administración de Proyectos	Cosme Castorena Julissa Elayne, Díaz Juárez Alberto
Adquisición de fondos	Cosme Castorena Julissa Elayne