

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Escuela de Ingeniería Mecatrónica**




Diseño de un medidor de presión diferencial con componentes digitales para el laboratorio costarricense de metrología.

**Proyecto de graduación para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica con el grado académico de Licenciatura**

**José Mauricio Brenes Siles**

**2018319132**

**Cartago, 10 de junio de 2024**

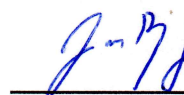
Diseño de un medidor de presión diferencial con componentes digitales para el laboratorio costarricense de metrología. © 2024 by José Mauricio Brenes Siles is licensed under [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) 

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema, introduciendo conocimientos propios.

En los casos en los que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Cartago, 10 de junio de 2024



---

José Mauricio Brenes Siles

Céd: 3-0514-0777

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**PROGRAMA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA**  
**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN**  
**ACTA DE APROBACIÓN**

El profesor asesor del presente trabajo final de graduación, indica que el documento presentado por el estudiante cumple con las normas establecidas por el programa de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica para ser defendido ante el jurado evaluador, como requisito final para aprobar el curso Proyecto Final de Graduación y optar así por el título de Ingeniero(a) en Mecatrónica, con el grado académico de Licenciatura.

Estudiante: José Mauricio Brenes Siles.

Proyecto: Diseño de un medidor de presión diferencial con componentes digitales para el laboratorio costarricense de metrología.



---

MSc. -Ing. Roger Meléndez  
Poltronieri  
Asesor

Cartago, 10 de junio de 2024

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**PROGRAMA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA**  
**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN**  
**ACTA DE APROBACIÓN**

Proyecto final de graduación defendido ante el presente jurado evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero(a) en Mecatrónica con el grado académico de Licenciatura, según lo establecido por el programa de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Estudiante: José Mauricio Brenes Siles.

Proyecto: Diseño de un medidor de presión diferencial con componentes digitales para el laboratorio costarricense de metrología.

Miembros del jurado evaluador



Dra. -Ing. Gabriela Ortiz León

Jurado



Ing. Ana Maria Murillo Morgan

Jurado

Los miembros de este jurado dan fe de que el presente proyecto final de graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por el programa de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

Cartago, 10 de junio de 2024

## **Resumen**

Se presenta el diseño de un medidor de presión diferencial para satisfacer las necesidades del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología. El proceso abarca desde la identificación de necesidades del cliente hasta la elaboración de un prototipo funcional. El dispositivo tiene la capacidad de almacenar la información en una base de datos y una memoria extraíble, también puede funcionar localmente haciendo uso únicamente de la memoria. Implementa internet de las cosas mediante una interfaz digital que permite realizar configuraciones personalizadas para la adquisición de datos así como la consulta y descarga de la información almacenada en la base de datos de manera remota. Mediante una serie de pruebas se valida el correcto funcionamiento del prototipo funcional. Este proyecto aporta innovación a la comunidad metrológica mediante la fusión de internet de las cosas con la metrología, agilizando los procesos del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología a bajo costo; alineado igualmente a las tendencias de transformación digital y nuevos servicios digitales en la comunidad metrológica mundial.

**Palabras clave: Internet de las cosas, metrología, microcontrolador ESP32, dotnet, presión diferencial.**

## **Abstract**

The design of a differential pressure measuring device is presented to meet the needs of the Relative Humidity Laboratory of the Department of Physical Metrology of the Costa Rican Metrology Laboratory. The process starts with the identification of the client's needs and finishes with the construction of a functional prototype. The device has the capacity to save information in a database and a removable memory card; it can also work locally making use of only the removable memory. It integrates the Internet of Things through a digital interface that allows personalized configurations for data acquisition, as well as the capability to make queries and download data from the database remotely. A series of tests is applied to prove the functionality of the prototype. This project brings innovation to the metrology community through the fusion of the Internet of Things and metrology, improving the processes of the Relative Humidity Laboratory of the Department of Physical Metrology of the Costa Rican Metrology Laboratory at low cost; aligned with the trends of digital transformation and new digital services in the global metrological community.

**Keywords: Internet of Things, metrology, ESP32 microcontroller, dotnet, differential pressure.**

## **Dedicatoria**

*Dedicado a mi familia, por su apoyo incondicional.*

## **Agradecimiento**

*Le agradezco a mis padres por sus incontables enseñanzas que me permitieron alcanzar este logro.*

*A Giannina y Angie por ser la razón de mi esfuerzo.*

*A Ricardo, Mariana, Santiago, Gabo y Ashley por formar parte de todos los buenos recuerdos y las noches que trabajamos hasta nuestro límite para salir adelante sin importar las adversidades.*

*A Fiorella por estar siempre presente y ser pilar fundamental de este logro.*

*A todos mis amigos del colegio que han estado presentes a lo largo de los años, sin el tiempo que he compartido con ustedes esta etapa hubiera sido aún más difícil.*

*Al profesor MSc. -Ing. Roger Meléndez Poltronieri, por su gran acompañamiento a lo largo del proyecto y sus enseñanzas.*

*A MII. -Ing. Carolina Herrera y MSc. -Ing. Olman Ramos, por abrirme sus puertas y darme su apoyo a lo largo del proyecto. Agradezco enormemente la oportunidad que me han brindado y su cálido recibimiento.*

*A todo el personal técnico del LACOMET, por su apoyo y enseñanzas.*

## Contenido

Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas .....	xiv
Lista de abreviaciones.....	xvii
1 Introducción.....	1
1.1 Entorno del proyecto .....	1
1.2 Descripción del problema.....	1
1.3 Síntesis del problema.....	2
1.4 Justificación .....	2
1.5 Objetivos .....	2
1.5.1 Objetivo General .....	2
1.5.2 Objetivos específicos.....	2
1.6 Estructura del documento .....	3
2 Marco teórico .....	4
2.1 Definiciones importantes .....	4
2.1.1 Exactitud .....	4
2.1.2 Precisión. ....	4
2.1.3 Presión diferencial.....	4
2.1.4 Metodología.....	4
2.1.5 Metrología .....	4
2.1.6 Calibración .....	4
2.1.7 Trazabilidad.....	4
2.1.8 Patrones de medida .....	5
2.1.9 Código abierto .....	5
2.1.10 Certificado de calibración .....	5
2.1.11 Mensurando .....	5
2.2 Sensores de presión .....	5
2.2.1 Galgas extensiométricas. ....	5
2.2.2 Sensores de presión capacitivos. ....	5
2.2.3 Sensores de presión piezorresistivos. ....	6
2.2.4 Sensores de presión resonantes. ....	6
2.3 Resistencias pull-up y pull-down .....	7
2.4 Microcontroladores.....	7

2.5	Cámara climática de condiciones ambientales .....	8
2.6	Protocolos de comunicación.....	8
2.6.1	Wifi .....	9
2.6.2	Interfaz periférica serial (SPI) .....	9
2.6.3	I2C .....	10
2.6.4	Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).....	10
2.7	Bases de datos .....	12
2.8	Interfaz de programación de aplicaciones (API) .....	13
2.9	.NET.....	14
2.9.1	Blazor .....	14
2.10	Lengua de etiquetas de hipertexto (HTML) .....	14
2.11	C# .....	14
2.12	Hojas de estilo en cascada (CSS) .....	15
2.13	C++ .....	15
2.14	Lenguaje de Consulta Estructurada (SQL) .....	15
2.14.1	MariaDB .....	15
2.14.2	HeidiSQL.....	16
2.15	Principios de programación .....	16
2.15.1	Principio KISS .....	16
2.15.2	Principio de responsabilidad única .....	16
2.15.3	Código limpio.....	16
2.15.4	Documentación del código .....	16
2.16	Normas y organizaciones.....	16
2.16.1	BIPM .....	16
2.16.2	VIM.....	17
2.16.3	ISO.....	17
2.16.4	INTE/ISO/IEC-17025 .....	17
2.16.5	INTE/ISO-10012.....	17
3	Metodología.....	18
3.1	Identificar las necesidades del cliente. ....	19
3.2	Establecer las especificaciones objetivo .....	19
3.3	Generación de conceptos .....	19
3.4	Selección del concepto .....	20
3.5	Desarrollo del concepto.....	21

3.6	Validación del prototipo .....	21
3.7	Análisis económico .....	21
4	Diagnostico.....	22
4.1	Cámaras climáticas de condiciones controladas del laboratorio de humedad relativa. ....	22
4.2	Sensores de presión del laboratorio de humedad relativa. ....	23
4.3	Metodología de registro y monitoreo de datos del Laboratorio de Humedad Relativa. ....	24
	4.3.1 Identificación de los puntos de mejora en la metodología de registro y monitoreo de datos .....	25
	4.3.2 Diagrama comparativo del estado actual contra el estado deseado del proceso de calibración .....	26
4.4	Identificación de necesidades .....	27
4.5	Establecimiento de las especificaciones objetivo. ....	29
4.6	Análisis de los sensores, microcontroladores y protocolos de comunicación disponibles. ....	32
5	Propuesta de diseño .....	36
5.1	Generación de conceptos .....	36
	5.1.1 Descomposición funcional del problema.....	36
	5.1.2 Generación de conceptos del módulo de adquisición de datos. .	37
	5.1.3 Generación de conceptos de la interfaz digital. ....	47
5.2	Implementación del concepto ganador.....	55
	5.2.1 Implementación del módulo de adquisición de datos.....	55
	5.2.2 Implementación de la interfaz digital.....	85
	5.2.3 Carcasa del dispositivo y sensores.....	101
6	Validación y Análisis del Sistema .....	106
6.1	Consumo energético del dispositivo .....	106
6.2	Longitud de los cables de los sensores.....	106
6.3	Validación de las dimensiones y masa del dispositivo.....	106
6.4	Validación del acceso remoto a la interfaz digital .....	107
6.5	Validación de la capacidad de trabajo continuo.....	112
6.6	Validación de la generación automática de sesiones .....	113
6.7	Validación de la identificación única de los datos .....	113
6.8	Validación de la integridad de los datos .....	114
6.9	Validación de la precisión real de los sensores. ....	115

Validación de la correcta configuración del dispositivo.....	119
6.10 Validación de la transmisión en su totalidad de las mediciones....	124
6.11 Validación funcional .....	126
6.12 Aporte de la solución hacia el estado deseado. ....	129
<b>7 Análisis económico .....</b>	<b>131</b>
7.1 Componente cuantitativa.....	131
7.2 Componente cualitativa.....	135
<b>8 Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>136</b>
8.1 Conclusiones .....	136
8.2 Recomendaciones .....	136
<b>9 Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>138</b>
<b>10 Apéndices .....</b>	<b>151</b>
10.1 Matriz de necesidades - métricas.....	151
10.2 Comentarios de los valores establecidos. ....	151
10.3 Arboles de clasificación de la generación de conceptos del módulo de adquisición de datos. ....	154
10.4 Arboles de clasificación de la generación de conceptos de la interfaz digital. 161	
10.5 Código completo del microcontrolador. ....	164
10.6 Código de la interfaz de usuario.....	212
10.6.1 Clase medición.....	212
10.6.2 Clase globals.....	213
10.6.3 Clase sesión.....	213
10.6.4 Código del appsettings.json.....	213
10.6.5 Código de extensión .razor de la estructura principal .....	214
10.6.6 Código de extensión .CSS de la estructura principal .....	215
10.6.7 Código de extensión .razor del panel de navegación.....	218
10.6.8 Código de extensión .CSS del panel de navegación .....	219
10.6.9 Código de extensión .razor de la página raíz.....	223
10.6.10 Código de extensión .razor de la página de configuración del dispositivo. 224	
10.6.11 Código de extensión .razor de la página obtenerMediciones	229
10.7 Código del web API.....	234
10.7.1 Clase globals.....	234
10.7.2 Código de Medicion.cs .....	235

10.7.3	Código del appsettings.json.....	236
10.7.4	Código de MariaDb.cs .....	236
10.7.5	Código de Program.cs.....	240
10.8	Código de la base de datos.....	242
10.8.1	Código utilizado para crear la tabla medición .....	242
10.8.2	Código utilizado para crear el método MedicionInsert .....	243
10.8.3	Código de ejecución del método MedicionInsert.....	244
10.8.4	Código utilizado para crear el método MedicionRequest .....	244
10.8.5	Código de ejecución del método MedicionRequest .....	244
10.9	Toma de datos continua.....	245
10.10	Gráficas de la incertidumbre de los sensores.....	269
10.10.1	Punto de calibración a 850.3 hPa .....	269
10.10.2	Punto de calibración a 880.3 hPa .....	270
10.10.3	Punto de calibración a 909.9 hPa .....	271
10.11	Sets de mediciones capturados para validar la correcta configuración del dispositivo	272
10.11.1	Set de mediciones de la configuración del sensor 1 con periodo de 30 segundos	272
10.11.2	Set de mediciones de la configuración del sensor 1 con periodo de 5 minutos	275
10.11.3	Set de mediciones de la configuración del sensor 2 con periodo de 30 segundos	275
10.11.4	Set de mediciones de la configuración del sensor 2 con periodo de 5 minutos	277
10.11.5	Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 10 segundos .....	278
10.11.6	Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 30 segundos .....	284
10.11.7	Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 1 minuto.....	287
10.11.8	Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 5 minutos .....	290
10.11.9	Set de mediciones de la configuración personalizada con periodo de 13 segundos	290
10.12	Set de validación de la correcta transmisión de los datos .....	296
10.12.1	Archivo obtenido de la memoria extraíble.....	296
10.12.2	Archivo obtenido de la interfaz digital .....	297

10.13	Fotografías del proceso de calibración.....	298
10.14	Manual de usuario.....	301
10.15	Planos.....	319
11	Anexos.....	327
11.1	Guía de propiedades de los filamentos [126]. .....	327
11.2	Revista RONNA del Laboratorio Costarricense de Metrología .....	327

## Índice de figuras

Figura 2.1. Galga extensiométrica. [8].....	5
Figura 2.2. Sensor de presión piezorresistivo. [9] .....	6
Figura 2.3. Sensor de presión resonante de silicio. [10].....	6
Figura 2.4. Diagrama de conexión de una resistencia pull-up. [11] .....	7
Figura 2.5. Diagrama de conexión de una resistencia pull-down. [11].....	7
Figura 2.6. Conexiones del protocolo de comunicación SPI.....	9
Figura 2.7. Conexiones del protocolo de comunicación I2C.....	10
Figura 2.8. Transmisión de datos mediante el protocolo de comunicación I2C. [17]	10
Figura 2.9. Comunicación entre cliente y servidor mediante el protocolo HTTP. [18] .....	11
Figura 2.10. Estructura de una solicitud HTTP. [18].....	11
Figura 2.11. Estructura de la respuesta del servidor en el protocolo HTTP. [18].....	12
Figura 2.12. Funcionamiento de una interfaz de programación de aplicaciones (API). .....	13
Figura 3.1. Diagrama general de las etapas de la metodología utilizada. [47].....	18
Figura 3.2. Proceso de desarrollo de sistemas complejos. [47].....	18
Figura 3.3. Diagrama de la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto. [47] .....	19
Figura 3.4. Escala de importancia relativa. [47].....	19
Figura 3.5 Escala de calificación de criterios para la selección del concepto ganador. [47] .....	21
Figura 4.1. Diagrama comparativo del estado actual contra el estado deseado de los procesos de calibración del Laboratorio de Humedad Relativa. ....	27
Figura 5.1. Diagrama general del problema con sus entradas y salidas.....	36
Figura 5.2. Diagrama del problema descompuesto. ....	37
Figura 5.3. Diagrama del problema descompuesto que resalta los bloques asociados el módulo de adquisición de datos. ....	38
Figura 5.4. Bosquejo del concepto A. ....	41
Figura 5.5. Bosquejo del concepto B. ....	42
Figura 5.6. Bosquejo del concepto C. ....	43
Figura 5.7. Bosquejo del concepto D. ....	44

Figura 5.8. Bosquejo del concepto E. ....	45
Figura 5.9. Diagrama del problema descompuesto que resalta los bloques asociados a la interfaz digital. ....	47
Figura 5.10. Bosquejo del concepto A.....	49
Figura 5.11. Bosquejo del concepto B.....	50
Figura 5.12. Bosquejo del concepto C. ....	51
Figura 5.13. Bosquejo del concepto D. ....	52
Figura 5.14. Bosquejo del concepto E.....	53
Figura 5.15. Distribución de pines del ESP32. [113] .....	55
Figura 5.16. Distribución de pines del prototipo funcional. ....	56
Figura 5.17. Diagrama pictórico de las conexiones. ....	57
Figura 5.18. Diagrama general del código del microcontrolador. ....	58
Figura 5.19. Declaración de pines para la comunicación SPI de la pantalla ST7735. ....	59
Figura 5.20. Instancia de la pantalla ST7735. ....	59
Figura 5.21. Inicialización de la pantalla ST7735. ....	59
Figura 5.22. Ejemplo del uso de la pantalla ST7735. ....	60
Figura 5.23. Instancia del RTC.....	61
Figura 5.24. Configuración del RTC.....	61
Figura 5.25. Ejemplo del uso del RTC.....	61
Figura 5.26. Declaración del pin para la lectura del estado del botón de inicio. ....	61
Figura 5.27. Código del uso del botón de inicio.....	62
Figura 5.28. Declaración de los pines del DIPSWITCH como entrada. ....	63
Figura 5.29. Ejemplo del uso del DIPSWITCH para asignar la configuración local del dispositivo. ....	64
Figura 5.30. Inicialización como salida de los pines de los indicadores visuales. ....	65
Figura 5.31. Función “Alerta_Encender” encargada del estado de las LED. ....	66
Figura 5.32. Declaración de los pines para la comunicación SPI de la tarjeta SD. ...	66
Figura 5.33. Instancia de la comunicación SPI por hardware para la tarjeta SD. ....	66
Figura 5.34. Código de la estructura “Configuración”. ....	67
Figura 5.35. Inicialización del wifi y el proceso de conexión a una red existente. ....	68

Figura 5.36. Función que valida la conexión al wifi y en caso de fallo inicializa el modo punto de acceso. ....	68
Figura 5.37. Función que inicializa el servidor y mapea sus rutas. ....	69
Figura 5.38. Página con información general del dispositivo. ....	70
Figura 5.39. Página para ingresar credenciales del wifi. ....	70
Figura 5.40. Página de éxito en el guardado de credenciales del wifi. ....	71
Figura 5.41. Página para ingresar credenciales del API y el dispositivo. ....	71
Figura 5.42. Página de éxito en el guardado de credenciales del API y del dispositivo. ....	71
Figura 5.43. Función que guarda la configuración en la memoria flash. ....	72
Figura 5.44. Función que carga la configuración de la memoria flash. ....	72
Figura 5.45. Función “Configuración_UI” en la que se lee la configuración ingresada por el usuario. ....	73
Figura 5.46. Declaración de pines para la comunicación I2C. ....	74
Figura 5.47. Instancia de la conexión I2C. ....	74
Figura 5.48. Instancia de la biblioteca “Adafruit_BME280.h”. ....	74
Figura 5.49. Instancia de los buses de datos para cada sensor. ....	75
Figura 5.50. Obtención de datos del sensor. ....	75
Figura 5.51. Extracto de la función Medicion_VerificacionRangos. ....	76
Figura 5.52. Extracto de la función Medicion_StringParaSD. ....	77
Figura 5.53. Función encargada de ingresar el string de datos al archivo. ....	78
Figura 5.54. Datos concatenados guardados un archivo .txt. ....	78
Figura 5.55. Código para la sincronización del reloj interno y el RTC. ....	78
Figura 5.56. Creación del string que será enviado en la solicitud HTTP. ....	79
Figura 5.57. Envío de la solicitud HTTP al API. ....	80
Figura 5.58. Función loop asincrónica. ....	81
Figura 5.59. Pantalla de encendido del dispositivo. ....	82
Figura 5.60. Pantalla de espera del dispositivo. ....	82
Figura 5.61. Pantalla durante la toma de mediciones. ....	83
Figura 5.62. Costado superior de la carcasa. ....	84
Figura 5.63. Fotografía del disipador del microcontrolador y el cableado interno. ...	84

Figura 5.64. Fotografía del disipador del RTC.....	84
Figura 5.65. Arquitectura de la interfaz digital. ....	86
Figura 5.66. Arquitectura de red de la solución. ....	87
Figura 5.67. Clase medición de la interfaz de usuario.....	88
Figura 5.68. Clase sesión de la interfaz de usuario.....	88
Figura 5.69. Clase globals de la interfaz de usuario.....	89
Figura 5.70. Código del archivo appsettings.json de la interfaz de usuario. ....	90
Figura 5.71. Código .razor de la página raíz (home). ....	90
Figura 5.72. Pagina raíz de la interfaz de usuario. ....	91
Figura 5.73. Código para la creación de un cuadro de texto en la interfaz de usuario. .....	92
Figura 5.74. Cuadro para ingresar texto en la interfaz de usuario desde un motor de búsqueda.....	92
Figura 5.75. Código de las casillas para la configuración del dispositivo en la interfaz de usuario.....	92
Figura 5.76. Casillas para seleccionar las magnitudes a medir desde un motor de búsqueda.....	93
Figura 5.77. Código de la implementación de botón para guardar la configuración en la interfaz de usuario.....	93
Figura 5.78. Página de configuración del dispositivo desde un motor de búsqueda.....	94
Figura 5.79. Página de consulta de mediciones desde un motor de búsqueda. ....	95
Figura 5.80. Código de la clase “Globals” del “Web API”. ....	96
Figura 5.81. Código del appsettings.json. ....	97
Figura 5.82. Construcción del comando para la conexión con la base de datos. ....	97
Figura 5.83. Código que recibe y redirecciona la solicitud /PostMedicion. ....	98
Figura 5.84. Código que recibe y redirecciona la solicitud /GetMediciones. ....	99
Figura 5.85. Código de ejecución del método MedicionInsert. ....	101
Figura 5.86. Código de ejecución del método MedicionRequest.....	101
Figura 5.87. Vista isométrica del ensamble del dispositivo.....	102
Figura 5.88. Vista auxiliar de las prensas de los cables y el orificio de salida. ....	103
Figura 5.89. Termohigrobarómetro Extech SD700. [119] .....	104
Figura 5.90. Vista isométrica del ensamble del encapsulado del sensor.....	104

Figura 6.1. Fotografía de los cables de los sensores. ....	106
Figura 6.2. Fotografía del dispositivo en la balanza. ....	107
Figura 6.3. Consulta de datos desde Guadalupe, Cartago, Costa Rica. ....	108
Figura 6.4. Ubicación de la consulta de datos desde Guadalupe, Cartago, Costa Rica. .....	109
Figura 6.5. Consulta de datos desde las oficinas del ICE en Tibás, San José, Costa Rica. ....	110
Figura 6.6. Ubicación de la consulta de datos desde las oficinas del ICE en Tibás, San José, Costa Rica.....	110
Figura 6.7. Consulta de datos desde las oficinas del LCM en San Pedro, San José, Costa Rica. ....	111
Figura 6.8 Ubicación de la consulta de datos desde las oficinas del LCM en San Pedro, San José, Costa Rica. ....	111
Figura 6.9. Consulta de datos desde San Sebastián, San José, Costa Rica.....	112
Figura 6.10. Ubicación de la consulta de datos desde San Sebastián, San José, Costa Rica. ....	112
Figura 6.11. Captura de múltiples sesiones y su fecha de última edición.....	113
Figura 6.12. Set de mediciones y la información que lo identifica. ....	114
Figura 6.13. Consulta mediante la interfaz digital para validar la integridad de los datos.....	114
Figura 6.14. Imagen de los datos de la memoria extraíble para validar su integridad. .....	115
Figura 6.15. Gráfica de los datos del sensor 1 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	118
Figura 6.16. Gráfica de los datos del sensor 2 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	118
Figura 6.17. Set de mediciones del sensor 1 con un periodo de 30 segundos.....	119
Figura 6.18. Set de mediciones del sensor 1 con un periodo de 5 minutos.....	120
Figura 6.19. Set de mediciones del sensor 2 con un periodo de 30 segundos.....	120
Figura 6.20. Set de mediciones del sensor 2 con un periodo de 5 minutos.....	121
Figura 6.21. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 10 segundos. .....	121
Figura 6.22. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 30 segundos. .....	122

Figura 6.23. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 1 minuto. ...	123
Figura 6.24. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 5 minutos.	123
Figura 6.25. Set de mediciones con ambos sensores, personalizado y un periodo de 13 segundos. ....	124
Figura 6.26. Configuración del dispositivo a través de la interfaz digital. ....	126
Figura 6.27. Primera captura de datos. ....	127
Figura 6.28. Segunda captura de datos. ....	128
Figura 6.29. Credenciales ingresadas en la interfaz digital para la consulta y descarga de datos. ....	128
Figura 6.30. Datos mostrados en la interfaz digital. ....	129
Figura 6.31. Datos del archivo obtenido mediante la interfaz digital. ....	129
Figura 6.32. Datos del archivo obtenido mediante la memoria extraíble. ....	129
Figura. A. 1. Árbol de clasificación de fuentes de energía. ....	155
Figura. A. 2. Árbol de clasificación de sensores de presión. ....	156
Figura. A. 3. Árbol de clasificación de microcontroladores. ....	157
Figura. A. 4. Árbol de clasificación de interfaces humano-maquina (HMI). ....	158
Figura. A. 5. Árbol de clasificación de métodos para el control de la fecha y hora.	159
Figura. A. 6. Árbol de clasificación de protocolos de comunicación. ....	159
Figura. A. 7. Árbol de clasificación para medios para almacenar la información. ...	160
Figura. A. 8. Árbol de clasificación para tipos de interfaz digital. ....	161
Figura. A. 9. Árbol de clasificación para tecnologías de implementación. ....	162
Figura. A. 10. Árbol de clasificación para medios para protocolos de comunicación. ....	163
Figura. A. 11. Gráfica de los datos del sensor 1 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	269
Figura. A. 12. Gráfica de los datos del sensor 2 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	270
Figura. A. 13. Gráfica de los datos del sensor 1 a 880.3 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	270
Figura. A. 14. Gráfica de los datos del sensor 2 a 880.3 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	271

Figura. A. 15. Gráfica de los datos del sensor 1 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	271
Figura. A. 16. Gráfica de los datos del sensor 2 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres. ....	272
Figura. A. 17. Cámara de condiciones controladas de presión. ....	299
Figura. A. 18. Instrumento patrón.....	299
Figura. A. 19. Sistema de control de la tubería. ....	300
Figura. A. 20. Medidor de presión diferencial dentro de la cámara de condiciones controladas. ....	301

## Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los instrumentos utilizados en el laboratorio costarricense de metrología para medir la presión. [52, 53, 54, 55] .....	23
Tabla 2. Necesidades identificadas y su importancia relativa.....	28
Tabla 3. Especificaciones objetivo. ....	29
Tabla 4. Información técnica y relevante de los microcontroladores y sus protocolos de comunicación.....	32
Tabla 5. Información técnica y relevante de los sensores y sus protocolos de comunicación.....	34
Tabla 6. Resumen de la búsqueda interna y externa de las fuentes de energía. ....	38
Tabla 7. Resumen de la búsqueda interna y externa de los sensores de presión. [53] .....	38
Tabla 8. Resumen de la búsqueda interna y externa de los microcontroladores.....	39
Tabla 9. Resumen de la búsqueda interna y externa de la interfaz máquina-humano (HMI).....	39
Tabla 10. Resumen de la búsqueda interna y externa de un método de control de la fecha y hora. ....	39
Tabla 11. Resumen de la búsqueda interna y externa de protocolos de comunicación para la conexión microcontrolador - sensor.....	40
Tabla 12. Resumen de la búsqueda interna y externa de los medios para almacenar información. ....	40
Tabla 13. Tabla de combinación del concepto A.....	40
Tabla 14. Tabla de combinación del concepto B.....	41
Tabla 15. Tabla de combinación del concepto C.....	42
Tabla 16. Tabla de combinación del concepto D.....	43
Tabla 17. Tabla de combinación del concepto E.....	44
Tabla 18. Filtrado de conceptos del módulo de adquisición de datos.....	45
Tabla 19. Tabla de selección del concepto ganador del módulo de adquisición de datos.....	46
Tabla 20. Resumen de la búsqueda interna y externa de los tipos de interfaz digital. ....	47
Tabla 21. Resumen de la búsqueda interna y externa de las tecnologías con las que se puede implementar la interfaz. ....	48

Tabla 22. Resumen de la búsqueda interna y externa de los métodos de acceso remoto a la interfaz. ....	48
Tabla 23. Resumen de la búsqueda interna y externa de los protocolos de comunicación.....	48
Tabla 24. Tabla de combinación del concepto A.....	49
Tabla 25. Tabla de combinación del concepto B.....	50
Tabla 26. Tabla de combinación del concepto C.....	51
Tabla 27. Tabla de combinación del concepto D.....	52
Tabla 28. Tabla de combinación del concepto E.....	52
Tabla 29. Filtrado de conceptos de la interfaz digital.....	54
Tabla 30. Tabla de selección del concepto ganador de la interfaz digital. ....	54
Tabla 31. Tabla de verdad del DIPSWITCH para la configuración local.....	62
Tabla 32. Tabla de verdad de los indicadores visuales. ....	65
Tabla 33. Columnas de la tabla de la base de datos.....	100
Tabla 34. Dimensiones del dispositivo .....	106
Tabla 35. Resultados de la calibración del sensor 1. ....	116
Tabla 36. Resultados de la calibración del sensor 2. ....	116
Tabla 37. Incertidumbres expandidas en los tres puntos de calibración.....	117
Tabla 38. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:43:06 PM.....	125
Tabla 39. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:47:26 PM.....	125
Tabla 40. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:51:46 PM.....	125
Tabla 41. Aportes del dispositivo hacia el estado deseado. ....	130
Tabla 42. Costos directos del proyecto. ....	131
Tabla 43. Costos indirectos del proyecto. ....	132
Tabla 44. Estimación del tiempo ahorrado en una calibración de tres puntos. ....	133
Tabla 45. Estimación del tiempo ahorrado en tomas de datos durante la calibración. ....	133
Tabla 46. Estimación de la cantidad de calibraciones anuales en las que se hace uso del dispositivo. ....	133
Tabla 47. Estimación del tiempo ahorrado en horas. ....	134
Tabla 48. Cálculo de los ingresos por hora de un licenciado universitario.....	134

Tabla 49. Cálculo del ahorro monetario generado por el dispositivo. ....	134
Tabla 50. Resultados de la inversión. ....	135
Tabla. A. 1. Matriz de necesidades – métricas.....	151
Tabla. A. 2. Comentarios de los valores establecidos. ....	151

## Lista de abreviaciones.

ADC	Analog-Digital Converter (convertidor analógico-digital).
API	Interfaz de programación de aplicaciones.
BD	Base de datos.
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures (Oficina Internacional de Pesas y Medidas).
CAD	Computer Aided Design (diseño asistido por computadora).
CIPM	Comité Internacional de Pesos y Medidas.
CLR	Common Language Runtime (tiempo de ejecución de lenguaje común).
CS	Chip Select (selección del periférico).
CSS	Cascading Style Sheets (hojas de estilo en cascada).
DMF	Departamento de Metrología Física.
GPIO	General Purpose Input/Output (entrada/salida de propósito general).
HMI	Human – Machine Interface.
HR	Humedad Relativa.
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto.
Humedad1	Humedad medida con el sensor llamado “sensor1”.
Humedad2	Humedad medida con el sensor llamado “sensor2”.
IoT	Internet of Things (Internet de las cosas).
JCGM	Comité Conjunto para las Guías en Metrología.
LACOMET	Laboratorio Costarricense de Metrología (Acrónimo vigente a nivel legal).
LCM	Laboratorio Costarricense de Metrología (Nuevo acrónimo).
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio.
NTP	Protocolo de tiempo de red.
ONNUM	Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida.
PC	Personal Computer (computadora personal).
PICO	Peripheral Input Controller Output (entrada periféricos, salida controlador).
POCI	Peripheral Output Controller Input (salida periféricos, entrada controlador).
Presion1	Presión medida con el sensor llamado “sensor1”.
Presion2	Presión medida con el sensor llamado “sensor2”.
PresionD	Presión diferencial calculada a partir de las mediciones del sensor 1 y 2.
SCL	Serial Clock (reloj serial).
SCLK	Serial Clock (reloj serial).
SDA	Serial Data (conexión serial de datos).
Sensor1	Sensor etiquetado como “1” y está asociado a las magnitudes con el mismo número.
Sensor2	Sensor etiquetado como “2” y está asociado a las magnitudes con el mismo número.
SI	Sistema Internacional de Medidas.
SPI	Serial Peripheral Interface (interfaz periférica serial).
SQL	Lenguaje de consulta estructurada.
Temperatura1	Temperatura medida con el sensor llamado “sensor1”.
Temperatura2	Temperatura medida con el sensor llamado “sensor2”.

TI	Tecnología de la información.
TIR	Tasa de Retorno de Inversión.
UTC	Universal Time Coordinated (tiempo coordinado universal).
VIM	Vocabulario Internacional de Metrología.

# **1 Introducción.**

## **1.1 Entorno del proyecto**

En el año 1973 mediante la Ley 5292 se crea la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM) con el objetivo de regular y administrar las actividades de normalización y metrología en el país. En el año 1995 se adicionan las funciones de acreditación y reglamentación técnica. Mediante la Ley 8279 se transforma la ONNUM y se crea el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET) como órgano de desconcentración máxima adscrito al Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) regido por normas internacionales de metrología. [1]

En el 2004 el LACOMET firma el acuerdo de Reconocimiento Mutuo y convierte a Costa Rica en un miembro asociado del Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM) lo que permite tener trazabilidad hacia el Sistema Internacional de Unidades (SI), a través de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Actualmente cumple 22 años de apoyar el desarrollo de la calidad en Costa Rica mediante diversidad de servicios, entre ellos la calibración y verificación de instrumentos al sector público y privado; además de la custodia de los patrones nacionales. [1]

Durante los diversos procesos de calibración y verificación que se llevan a cabo es necesario conocer la presión diferencial entre el ambiente y el entorno de calibración, esta información se obtiene mediante medidores de presión diferencial.

## **1.2 Descripción del problema**

El Departamento de Metrología Física del LACOMET posee una alta demanda en sus servicios de calibración y en promedio hay un ingeniero por laboratorio. Como parte de la cultura de mejora continua, cultura de gestión del riesgo y su un enfoque en la investigación, el desarrollo y la innovación; el DMF ha optado por implementar componentes de la transformación digital en las actividades asociadas a los servicios de calibración. En el Laboratorio de Humedad Relativa se detectó la necesidad de agilizar la metodología de monitoreo y registro de datos de presión diferencial durante las calibraciones para así optimizar el uso del tiempo en el trabajo cotidiano. El equipo que cumple esta función en el Laboratorio de Humedad Relativa son el VAISALA HMI38, el EXTECH SD700, el PTU300, el sensor de espejo enfriado RH973 y el módulo de presión Fluke 750PA5, los cuales poseen diferentes métodos de almacenamiento e incertidumbres diferentes sin ningún tipo de respaldo adicional. Los equipos disponibles en el mercado que puedan cumplir esta función y mejorar la metodología actual son limitados y costosos.

Diseñar estos dispositivos requiere un adecuado análisis y selección de componentes para garantizar la integración de las partes y registrar los datos de manera confiable.

### 1.3 Síntesis del problema

Los laboratorios del Departamento de Metrología Física del LACOMET requieren de medidores de presión diferencial que incorporen componentes de la transformación digital que permitan agilizar el monitoreo y registro de datos durante la prestación de servicios de calibración y caracterización de cámaras climáticas.

### 1.4 Justificación

El diseño de un dispositivo que se ajusta a las necesidades del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología ofrece una oportunidad de mejora en la metodología de registro y monitoreo de datos que podrá ser replicada en múltiples laboratorios. Todo aumento de la eficiencia de los procesos de calibración, caracterización de cámaras climáticas y proyectos de investigación y desarrollo, generan un beneficio en la distribución del tiempo del personal técnico del laboratorio que podrá destinar sus esfuerzos a otras tareas. A nivel de investigación y desarrollo, el diseño de un dispositivo metrológico a bajo costo que implementa internet de las cosas representa un aporte significativo a la comunidad metrológica e impulsa la investigación y desarrollo en este ámbito.

El diseño de un dispositivo con estas características es multidisciplinario y requiere conocimientos propios de ingeniería mecatrónica como computación, electrónica, sensores, teoría de comunicación, microprocesadores, internet de las cosas y nociones básicas de metrología. La integración de los conocimientos de estas áreas permite llevar a cabo el diseño completo de un prototipo funcional a partir de las necesidades del cliente.

### 1.5 Objetivos

#### 1.5.1 Objetivo General

Diseñar un medidor de presión diferencial con componentes digitales que se adapte a las necesidades del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología.

#### 1.5.2 Objetivos específicos

- **Diagnosticar** el proceso de medición de presión diferencial en el Laboratorio de Humedad Relativa del Laboratorio Costarricense de Metrología, para identificar los puntos de mejora en la metodología de registro y monitoreo de datos.
- **Diseñar** la adquisición de datos a través de sensores de manera que se cumpla con el uso previsto del dispositivo.
- **Diseñar** una interfaz digital que muestre la toma de datos en tiempo real, documente los datos y permita configurar el dispositivo.

- **Validar** la integración de los diseños mediante el uso, en su totalidad, del prototipo funcional integral.

## **1.6 Estructura del documento**

A continuación, se hace una breve mención de la estructura de los capítulos siguientes. El capítulo 2, marco teórico, contiene las consideraciones teóricas más relevantes para el desarrollo del proyecto. El capítulo 3, metodología, describe la metodología de diseño utilizada para el desarrollo del proyecto. El capítulo 4, diagnóstico, contiene información sobre el equipo que posee el Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del LCM y la metodología actual del proceso de registro y monitoreo de datos; junto con una identificación de los puntos de mejora. También contiene la etapa de identificación de necesidades y establecimiento de especificaciones objetivo de la metodología, junto con un análisis de los sensores, microcontroladores y protocolos de comunicación disponibles. El capítulo 5, propuesta de diseño, está segmentado en dos partes, haciendo referencia a los objetivos específicos 2 y 3 que corresponden a las dos etapas de diseño de la solución. Este capítulo retoma la metodología a partir de la generación de conceptos. El capítulo 6, validación y análisis del sistema, valida el correcto funcionamiento de la solución y por tanto la solvencia de las necesidades. Además, se relaciona directamente con el objetivo específico 4, el cual se enfoca en demostrar mediante pruebas funcionales el apropiado funcionamiento del prototipo funcional integral. El capítulo 7 contiene un análisis económico del proyecto que evidencia su viabilidad económica. El capítulo 8 contiene las conclusiones y recomendaciones derivadas de la solución.

El principal aporte de ingeniería en este proyecto es la incorporación de internet de las cosas en la instrumentación metrológica para la mejora del registro y monitoreo de datos. El diseño de un prototipo funcional representa un paso significativo en la investigación y desarrollo de instrumentos metrológicos con internet de las cosas de parte del LACOMET para la comunidad metrológica.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Definiciones importantes**

A continuación, se definen conceptos relevantes para el desarrollo del proyecto.

#### **2.1.1 Exactitud**

De acuerdo con [2], exactitud de medida es la “proximidad entre un valor medido y un valor verdadero del mensurando”.

#### **2.1.2 Precisión.**

De acuerdo con [3], la precisión de medida es la “proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares bajo condiciones específicas”.

#### **2.1.3 Presión diferencial**

De acuerdo con [4], la presión está definida como “la magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es el pascal”. Tomando en consideración que [4] define “diferencial” como, “perteneciente o relativo a la diferencia entre las cosas”; es posible definir “presión diferencial” como la diferencia entre dos presiones o la diferencia entre dos fuerzas ejercidas por un cuerpo sobre dos unidades de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es el pascal.

#### **2.1.4 Metodología**

De acuerdo con [4], metodología es “la ciencia del método”, sea “método”, “modo de decir o hacer con orden”.

#### **2.1.5 Metrología**

De acuerdo con [3], la metrología es la “ciencia de las mediciones y sus aplicaciones”.

#### **2.1.6 Calibración**

De acuerdo con [3], calibración es una “operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación”.

#### **2.1.7 Trazabilidad**

De acuerdo con [5], trazabilidad es una “propiedad de un resultado de medida que permite relacionarlo con una referencia superior mediante una cadena documentada de calibraciones”.

### 2.1.8 Patrones de medida

De acuerdo con [3], un patrón de medida es la “realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia”.

### 2.1.9 Código abierto

De acuerdo con [6], “el software de código abierto es software desarrollado y mantenido a través de una colaboración abierta, y disponible para cualquier interesado de forma gratuita para que cualquiera pueda utilizarlo, examinarlo o modificarlo y redistribuirlo como prefiera”.

### 2.1.10 Certificado de calibración

Documento oficial emitido por el ente autorizado que realiza la calibración, incluye información como incertidumbre expandida, corrección y trazabilidad metrológica. [3]

### 2.1.11 Mensurando

De acuerdo con [3], el mensurando es la “magnitud que se desea medir”.

## 2.2 Sensores de presión

Un sensor de presión es un instrumento que posee la capacidad de detectar la presión que se le aplica y transformar esta información en una señal de salida. [7]

Existen diversas tecnologías con la capacidad de medir la presión, algunas de ellas se explican a mayor detalle a continuación.

### 2.2.1 Galgas extensiométricas.

Estos sensores están compuestos por materiales que varían su resistencia eléctrica en función de la fuerza axial, de flexión, corte o torsión aplicada. Mediante esta propiedad se relaciona la resistencia eléctrica con la presión aplicada.

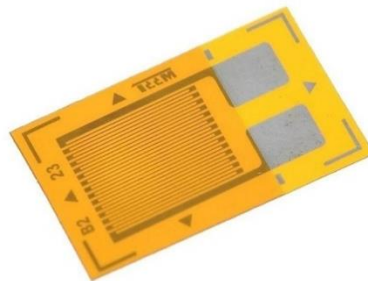


Figura 2.1. Galga extensiométrica. [8]

### 2.2.2 Sensores de presión capacitivos.

Están compuestos por una cavidad de presión y una membrana, de tal forma que cuando se aplica presión la membrana se deforma. Los cambios en la



### 2.3 Resistencias pull-up y pull-down

Este término hace referencia a la resistencia que en ocasiones es conectada a la conexión entre una alimentación o bus de datos y un microcontrolador. Ambas configuraciones garantizan la correcta lectura del estado lógico de la conexión por parte del microcontrolador, es decir, se elimina la posibilidad de leer un “estado flotante” (valor entre 0 y 1 a nivel lógico).

Un ejemplo de una resistencia “pull-up”, se puede observar en la Figura 2.4, donde la resistencia permite tener un estado lógico bajo inclusive cuando el interruptor se encuentra abierto. Por otra parte, en la Figura 2.5 se puede observar una resistencia “pull-down”, la cual garantiza un estado lógico alto cuando el interruptor está cerrado.

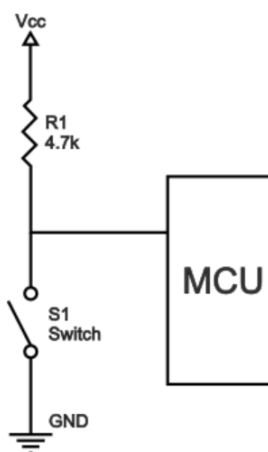


Figura 2.4. Diagrama de conexión de una resistencia pull-up. [11]

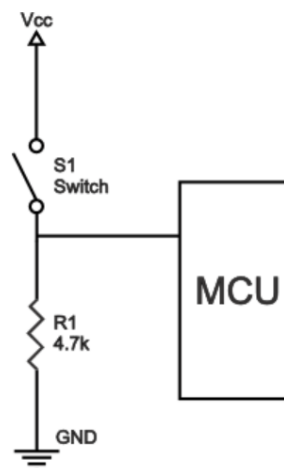


Figura 2.5. Diagrama de conexión de una resistencia pull-down. [11]

### 2.4 Microcontroladores

Un controlador es un dispositivo utilizado para gobernar uno o varios procesos, en un inicio eran implementados utilizando lógica discreta y con la llegada del microprocesador esto cambió [12]. Con el avance de la tecnología estos cada vez son

más poderosos y muchos de ellos poseen un tamaño reducido ofreciendo una gran alternativa para soluciones con limitaciones de espacio y la necesidad de una moderada capacidad de procesamiento. Entre sus principales cambios a lo largo de los años está la migración de la arquitectura Von Neumann a Harvard, donde la primera almacena toda la información en una sola memoria y la segunda que separa la memoria del programa y la del almacenamiento de datos, permitiendo un mejor desempeño. Entre las principales características que distinguen un microcontrolador de otro son:

- Cantidad de bits: La unidad de información que utiliza el microprocesador.
- Cantidad de entradas/salidas: Las entradas y salidas son implementadas físicamente como pines, cuya cantidad puede ser relevante dependiendo del tipo de solución que se esté implementando. También es importante revisar la función de cada uno de ellos, ya que usualmente poseen restricciones de uso.
- Conversor analógico digital (ADC): La resolución en bits del conversor analógico digital es de interés cuando se intentas implementar sensores o actuadores de incertidumbre considerable, ya que de esta variable depende la sensibilidad del microcontrolador para detectar pequeños cambios en la señal.
- Protocolos de comunicación: Los microcontroladores más modernos implementan módulos de Wifi o Bluetooth que pueden ser de utilidad para implementaciones con IoT. También existen soluciones que se mantienen más simple este aspecto e incorporan protocolos como I2C, SPI, UART, CAN, entre otros.

La gran variedad de opciones que existe en el mercado permite al investigador la selección del microcontrolador que mejor se adecue a sus necesidades.

## **2.5 Cámara climática de condiciones ambientales**

Es un equipo utilizado por laboratorios de metrología física para generar condiciones de temperatura y humedad controlados. A estos equipos se les debe de realizar una caracterización periódicamente, ya que dada su área de uso es importante certificar los valores reales de temperatura y humedad en el interior del equipo. [13]

## **2.6 Protocolos de comunicación**

De acuerdo con [14], “los protocolos de comunicación son un conjunto de reglas que gobiernan el intercambio ordenado de datos dentro de la red”. Existen diversos protocolos de comunicación, a continuación, se explican algunos de ellos a mayor detalle.

### 2.6.1 Wifi

Wifi es el nombre otorgado por “Wi-fi Alliance” al protocolo de comunicación inalámbrica más utilizado alrededor del mundo, el cual fue abierto al público a finales de los 90s y está basado en el estándar de redes IEEE 802.11 [15]. Esta tecnología ha abierto las puertas a infinidad de soluciones, cambiando radicalmente a la sociedad desde su llegada. Entre sus innovaciones se encuentra el ‘Internet de las cosas’ (IoT), este es un concepto que busca facilitar, automatizar e interconectar procesos industriales, de movilización, de los hogares y muchos otros, haciendo uso del Wifi.

### 2.6.2 Interfaz periférica serial (SPI)

SPI es protocolo de comunicación serial popularmente utilizado en microcontroladores y la comunicación con sus diversos módulos. La característica predominante de este protocolo respecto a otros utilizados en el mismo entorno es que la transmisión de información puede ser continua y no por paquetes como otros protocolos [16]. Este protocolo puede realizar la comunicación con múltiples dispositivos a la vez de forma síncrona, en este caso el microcontrolador suele ser el “controlador” y los accesorios los “periféricos”. Esto funciona de tal forma que el maestro realiza la solicitud al periférico y este responde, pero no viceversa. Para conectar los dispositivos es necesario realizar 4 conexiones:

- PICO (Peripheral Input - Controller Output): Conexión mediante la cual el controlador envía la información al periférico.
- POCI (Peripheral Output – Controller Input): Conexión mediante la cual el controlador recibe la información del periférico.
- SCLK (Reloj): El reloj es esencial para la transmisión del mensaje, ya que permite coordinar ambas partes.
- CS (Chip Select): Dado que se pueden conectar múltiples periféricos es necesario indicarles con cual se desea comunicar el controlador.

En la Figura 2.6 se pueden observar las conexiones para un único periférico. En caso de conectar más periféricos simplemente se conectan en paralelo al ya existente.

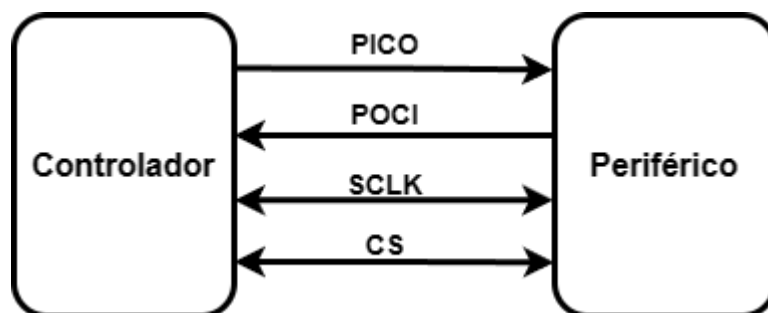


Figura 2.6. Conexiones del protocolo de comunicación SPI.

### 2.6.3 I2C

I2c es un protocolo de protocolo de comunicación serial cuya mayor característica es la simplicidad de la conexión, lo cual la vuelve sumamente útil cuando hay una limitación de disponibilidad de hardware. Para establecer una comunicación i2c es necesario realizar únicamente dos conexiones para la transmisión de datos, estas son llamadas “serial data” (SDA) y “serial clock” (SCL), tal como se observa en la Figura 2.7.

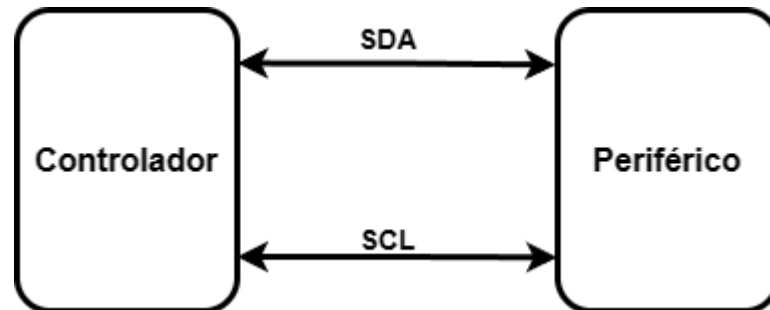


Figura 2.7. Conexiones del protocolo de comunicación I2C.

A diferencia del protocolo SPI, este trabaja mediante paquetes de datos, los cuales poseen un encabezado y un final. Tal como se puede observar en la Figura 2.8, el encabezado posee la señal de inicio, un byte con la dirección del dispositivo y el modo (escritura o lectura), un byte con la dirección del registro en la que se realiza la operación, uno o múltiples bytes con la información y finalmente una señal para detenerse (el final) [17]. En todo momento el envío de bits es sincronizado por medio del reloj (SLC), por lo que es un protocolo síncrono.

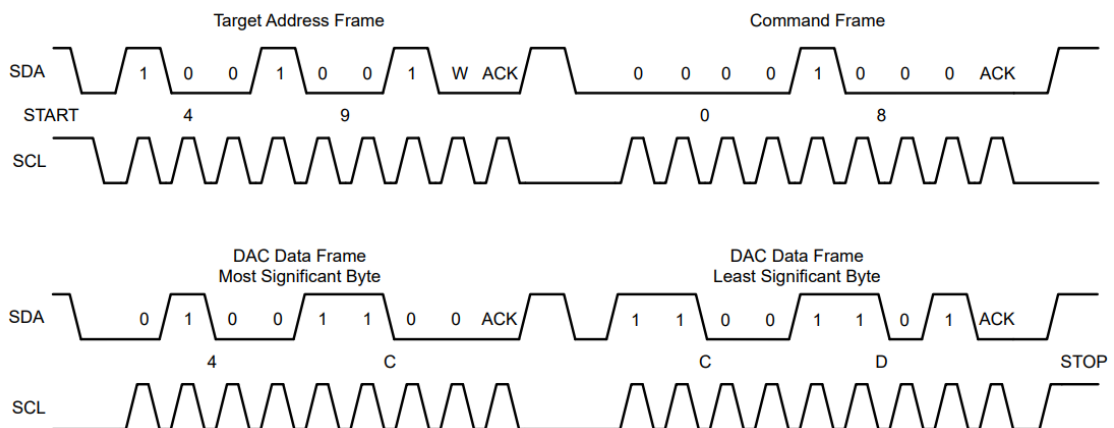


Figura 2.8. Transmisión de datos mediante el protocolo de comunicación I2C. [17]

### 2.6.4 Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP)

Este protocolo es utilizado principalmente para la comunicación entre clientes y servidores. Un ejemplo muy común son los sitios web, donde el cliente es el motor de búsqueda y obtiene información del servidor mediante el protocolo para mostrarla

en pantalla mediante HTML, un lenguaje de hipertexto del que se hablara más adelante.

El protocolo funciona de tal forma que el cliente realiza una petición HTTP tipo “post” o “get”, en la cual él brinda información o se la solicita al servidor respectivamente. El servidor por su parte debe de responder esa solicitud y así, en términos simples, se cierra la comunicación. Este proceso se puede observar con mayor claridad en la Figura 2.9.

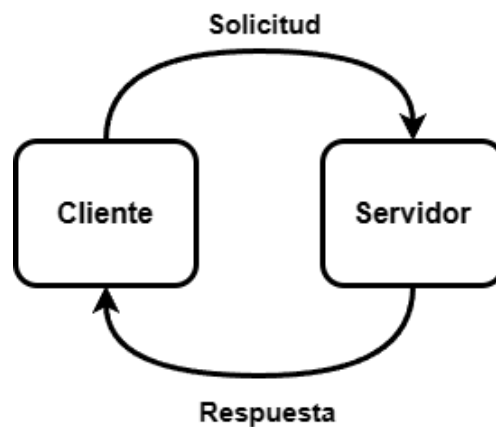


Figura 2.9. Comunicación entre cliente y servidor mediante el protocolo HTTP. [18]

La estructura general de las solicitudes puede ser observada en la Figura 2.10. Está compuesta por el URL, el cual debe de ser explícito e indicar la función a la que se envía la solicitud, el tipo de solicitud, los encabezados que poseen información asociada a los datos, seguridad, entre otros. Por último, se encuentra el contenido de interés que será procesado por la función correspondiente.

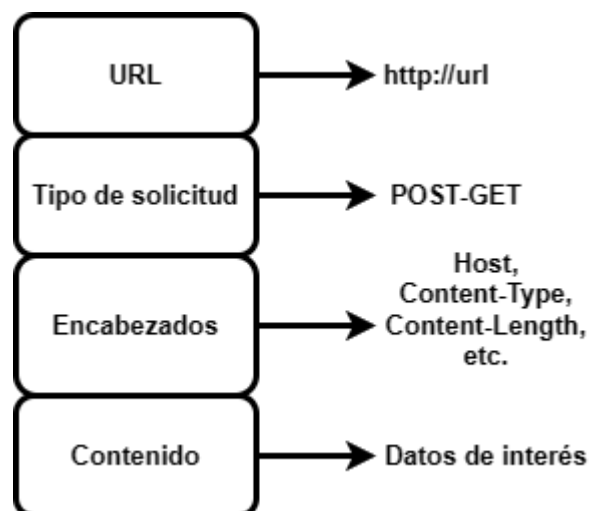


Figura 2.10. Estructura de una solicitud HTTP. [18]

Por parte del servidor, este responde la solicitud con la información solicitada de ser el caso. La estructura de la respuesta del servidor se ilustra en la Figura 2.11.

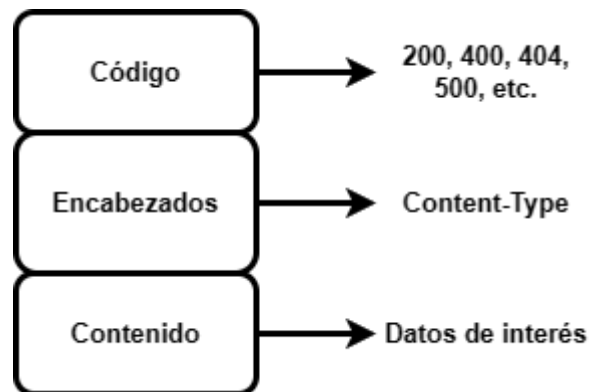


Figura 2.11. Estructura de la respuesta del servidor en el protocolo HTTP.  
[18]

El potencial de este protocolo radica en que las aplicaciones desarrolladas adquieren tres características claves, seguridad, escalabilidad y mantenibilidad.

## 2.7 Bases de datos

De acuerdo con [19] una base de datos es “una herramienta para recopilar y organizar información”. Actualmente son una herramienta de incontables sectores y representan un pilar de casi cualquier sistema computacional y por tanto del mundo moderno. Algunos sectores que hacen uso de este recurso son plataformas de “streaming”, bancos, supermercados, laboratorios, entes gubernamentales, todo el internet, etc.

Esta tecnología es altamente utilizada ya que de acuerdo con lo expuesto por [20], brinda características como:

- Escalabilidad: El tamaño de la base de datos puede crecer tanto como se requiera.
- Seguridad: La información posee respaldos para evitar que se pierda ante un fallo computacional y son sistemas sumamente seguros contra robo de datos.
- Integridad de los datos: Las bases de datos poseen reglas internas que garantizan la preservación de la estructura de los datos.
- Análisis de los datos: Estos sistemas pueden integrar funcionalidades que identifiquen patrones, lo que permite analizar grandes cantidades de información fácilmente.
- Fácil administración: La información puede ser organizada mediante diferentes estructuras que brindan ventajas dependiendo de las características de los datos y el uso que se les dé.
- Accesibilidad a la información: Cada dato tiene características que lo hacen único.

Las bases de datos pueden ser ubicadas en la nube o de manera local, esto puede variar según el servicio para el que se requieran. En general se separan en dos grandes grupos, las bases de datos relacionales que suelen utilizar SQL (Lengua de Consulta Estructurada) y no relacionales también conocidas como NoSQL. Existen muchas otras subdivisiones en cuanto al tipo de estructura interna que poseen, su forma de crecimiento y sus distribuciones, no obstante, estas características no abordan a detalle dado el alcance del proyecto. [21]

## 2.8 Interfaz de programación de aplicaciones (API)

Un API es una herramienta que permite la comunicación entre aplicaciones mediante un conjunto de reglas y protocolos. Una aplicación usual es el procesamiento de las interacciones de un usuario con un sitio web y el envío de información al usuario en base a sus interacciones. Las interacciones del usuario se dan en lo que usualmente se llama 'front-end'. Mientras que las acciones llevadas a cabo para cumplir la solicitud del usuario suceden en el 'back-end' (una base de datos, por ejemplo). El API se encuentra en el medio y se encarga de procesar solicitudes, haciendo posible la comunicación, según menciona [22], este tipo de API en particular es llamado "API REST" que a su vez es clasificada como una "API web", ya que únicamente realiza acciones como "GET" y "PUT" y no guarda información del cliente entre solicitudes. En la Figura 2.12 se puede observar el funcionamiento general de un API. Su uso tiene ventajas como:

- Escalabilidad: Tienen la capacidad de procesar una gran cantidad de solicitudes por segundo, pero en caso de generar un cuello de botella es posible mejorarlo.
- Mantenibilidad: Es posible realizar mejoras sin afectar el 'front-end' o 'back-end', ya que trabaja de manera independiente.
- Seguridad: Separa la capa a la que tiene acceso el usuario de la aplicación que puede tener información sensible.

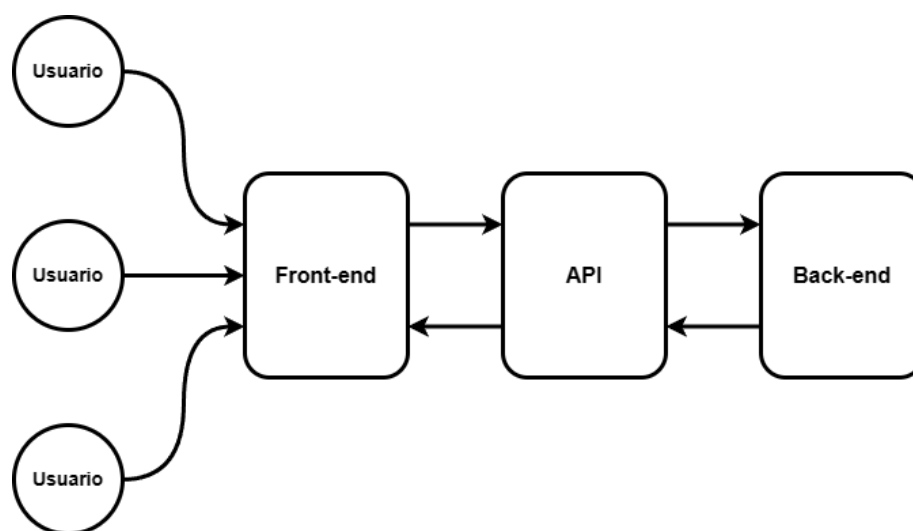


Figura 2.12. Funcionamiento de una interfaz de programación de aplicaciones (API).

## 2.9 .NET

Dotnet (.NET) es un “framework” de código abierto para el desarrollo de aplicaciones respaldado por Microsoft. Su lenguaje de programación principal es C#, pero en el desarrollo de las aplicaciones se pueden ver involucrados otros lenguajes como HTML, HTTP, CSS, SQL, entre otros. Es altamente robusto en términos productivos ya que permite desplegar sus aplicaciones en múltiples plataformas tanto para computadoras como dispositivos móviles. Dado que es un “framework” posee una gran cantidad de herramientas integradas que permiten el desarrollo de todo tipo de aplicaciones, incluyendo aprendizaje automático. [23]

Microsoft ha invertido para agilizar el proceso de desarrollo de aplicaciones mediante la integración de herramientas como “Common Language Runtime” (CLR), la cual compila y ejecuta programas en tiempo real [24]. Esto le ahorra tiempo valioso al desarrollador, ya que tradicionalmente la etapa del desarrollo de aplicaciones que más consume tiempo es la depuración.

### 2.9.1 Blazor

Blazor es una componente del “framework” .NET, encargada del desarrollo del “front-end” de las aplicaciones. Este involucra lenguajes como C#, HTML y CSS creando un entorno que simplifica el desarrollo de aplicaciones. El programa se subdivide en dos principales grupos, los archivos “. razor” que contienen una sintaxis híbrida entre HTML y C# (esqueleto del sitio web y las acciones que llevara a cabo) y los archivos .CSS (diseño gráfico). [25]

## 2.10 Lengua de etiquetas de hipertexto (HTML)

Este lenguaje se encarga de estructurar el sitio web, es decir, es quien define columnas, botones, imágenes, encabezados, etc [26]. Los motores de búsqueda tienen la capacidad de interpretarlo y por tanto mostrarle al usuario ilustrar lo que fue programado. Es ampliamente utilizado en incontables sitios web y usualmente se complementa con otros lenguajes para definir su apariencia y su comportamiento [27].

### 2.11 C#

Es un lenguaje moderno de código abierto respaldado por Microsoft, sus raíces provienen de los lenguajes C. De acuerdo con [28], posee características tales como:

- Programación orientada a objetos: Le brinda naturalidad en la creación y uso de componentes de software [29].
- Multiplataforma: Es soportado en los sistemas operativos de Windows, Linux, Android y Apple. [30]
- Administración automática de memoria: El lenguaje se encarga de liberar objetos en memoria o intentar accederlos cuando ya han sido liberados [31]. Esto es un error humano común que genera problemas a largo plazo, especialmente cuando el programa

- Fuertemente tipado: Significa que el lenguaje tiene contemplada la compatibilidad entre tipos de datos para no comprometer la seguridad. [32]
- Facilidad de uso: Su sintaxis y palabras claves están diseñadas de forma que el código sea lo más sencillo de comprender posible.

## 2.12 Hojas de estilo en cascada (CSS)

Es un lenguaje creado para programar la estética a las páginas web, cuyo contenido fue programado en HTML [33]. La ventaja de utilizar un lenguaje dedicado a la estética del sitio es que en caso de dar mantenimiento este se debe de realizar sin comprometer las otras componentes y utilizando un único lenguaje de programación.

## 2.13 C++

Es un lenguaje caracterizado por su rapidez y eficacia. Es basado en programación orientada a objetos y puede ser programado a un alto o bajo nivel de abstracción. Es perteneciente a la familia C y es retro compatible con el lenguaje C, por lo que se pueden utilizar punteros, aunque esto incrementa el nivel de complejidad. De igual forma C++ admite el uso de punteros inteligentes para evitar el mal uso de la memoria [34]. Es ampliamente utilizado hoy en día para programar microcontroladores, video juegos y otros softwares de alto rendimiento. [35]

## 2.14 Lenguaje de Consulta Estructurada (SQL)

Es un lenguaje de programación creado para gestionar bases de datos relacionales. Permite almacenar, eliminar, buscar y actualizar datos los cuales pueden ser enteros, caracteres, fechas, flotantes, entre otros [36]. Este lenguaje se ha convertido en un estándar para las bases de datos relacionales y empresas Oracle, Microsoft y Amazon Web Services dan servicios de bases de datos SQL [37].

### 2.14.1 MariaDB

Según menciona [38], MariaDB es un sistema de administración de bases de datos relacionales de código abierto desarrollado a partir de MySQL, por los desarrolladores originales de MySQL. Para conservar la integridad de los datos MariaDB cumple con los principios ACID [39]:

- Atomicidad: Todos los cambios a los datos son realizados en una única operación. [40]
- Consistencia: Los cambios aplicados a los datos son consistentes. [40]
- Aislamiento: Los cambios realizados a los datos son aislados, es decir, ningún cambio es consciente de si otros cambios se están llevando a cabo. [40]
- Durabilidad: Los cambios a los datos son persistentes, inclusive ante fallos del sistema. [40]

### **2.14.2 HeidiSQL**

“Es una herramienta gratuita utilizada para acceder y editar datos de bases de datos basadas en MariaDB, MySQL, Microsoft SQL, PostgreSQL y SQLite” [41]. Esta herramienta es utilizada para acceder y administrar la base de datos del Laboratorio Costarricense de Metrología.

## **2.15 Principios de programación**

Para el desarrollo del código se siguieron algunos principios básicos de diseño orientados a la programación.

### **2.15.1 Principio KISS**

Este principio sugiere que el código se debe de mantener tan simple como sea posible. Esto facilita la comprensión del código tanto para el desarrollador como para personas que a futuro deban de acudir a él por temas de mejoras o mantenimiento.

### **2.15.2 Principio de responsabilidad única**

En la medida de lo posible se debe de asignar una única responsabilidad a cada una de las funciones del código, de manera que en caso de que se presente un problema en el proceso, sea más fácil localizarlo o que en caso de cambios o mejora estos se hagan aislados del resto de funciones.

### **2.15.3 Código limpio**

La asignación de nombres claros de variables y funciones, el orden general del código y la cantidad adecuada de comentarios son factores importantes durante la programación, ya que una sobrecarga o abstracción dificulta su comprensión.

### **2.15.4 Documentación del código**

La documentación es esencial para que los desarrollares tengan material de apoyo en la comprensión del código. Los comentarios deben de aportar información relevante mas no obvia, partiendo del hecho que el principio de código limpio permite una fácil lectura.

## **2.16 Normas y organizaciones**

Ante la necesidad de estandarizar los procesos para mantener un orden en el desarrollo y diseño de productos e investigación, se han creado diversas organizaciones que velan por la creación y cumplimiento de normas. A continuación, se abordan algunas organización y normas de interés.

### **2.16.1 BIPM**

El “Bureau International des Poids et Mesures” es una organización internacional fundada en 1875 en la “convención del metro”, en la cual se establece que los miembros de la organización trabajaran en conjunto para establecer estándares en la ciencia de las mediciones. Es la organización que rige el Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Tiempo Coordinado Universal (UTC). [42]

### **2.16.2 VIM**

Es un documento desarrollado por el “Comité Conjunto para las Guías en Metrología” (JCGM) que contiene definiciones y términos asociados de vocabulario utilizado en metrología. Actualmente se encuentra la 3ª edición 2012 vigente (JCGM 200:2012) [3]. Esta guía se propone como referencia para científicos, ingenieros, físicos, químicos, médicos, biólogos, profesores, estudiantes, organizaciones gubernamentales, empresariales, comités de acreditación, entidades reguladoras, asociaciones profesionales y cualquier otro ente involucrado en la toma de mediciones. [43]

### **2.16.3 ISO**

La Organización Internacional de Normalización (ISO), fue fundada en 1946 con la finalidad de estandarizar la fabricación de productos y gestión de procesos. Es un ente independiente no gubernamental, conformado por miembros de 171 países. [44]

### **2.16.4 INTE/ISO/IEC-17025**

Contiene los requisitos de gestión y técnicos que deben de cumplir los laboratorios de ensayo y calibración, para garantizar la generación de resultados válidos. Fue desarrollada para promover confianza en la competencia de los laboratorios y es aplicable a todos ellos, independientemente de la cantidad de personal. [45]

### **2.16.5 INTE/ISO-10012**

Contiene requisitos y orientaciones para la implementación de sistemas de gestión de las mediciones. No obstante, es responsabilidad de cada organización determinar los niveles de control y los requisitos del sistema de gestión basado en su sistema global. La norma aclara que a no ser que se acuerde, no está prevista para añadir o eliminar requisitos de otras normas ni sustituirlos. [46]

### 3 Metodología

A continuación, se explican los aspectos teóricos de la metodología planteada por Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger en el libro “Diseño y desarrollo de productos” [47] y su adaptación al desarrollo de este proyecto. Esta metodología permite satisfacer una serie de necesidades identificadas a partir de un problema para obtener una solución aceptable de forma estructurada. La metodología no se implementará en su totalidad, dado que el proyecto tiene como finalidad crear un prototipo funcional, es decir, no será un producto final por limitaciones de tiempo y económicas. Este prototipo funcional será objeto de investigación y desarrollo por parte del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología, para determinar su comportamiento en el tiempo en el ámbito metroológico antes de ser realizar otra iteración de la metodología e implementar mejoras. La metodología está conformada por múltiples etapas, la totalidad de ellas y de manera general, pueden ser observadas en la Figura 3.1. Nótese que la metodología posee una naturaleza iterativa, por lo que es posible retornar a cualquiera de las etapas anteriores durante el proceso.

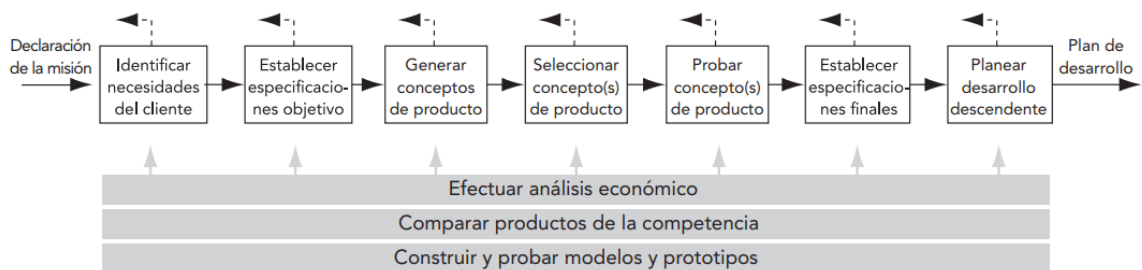


Figura 3.1. Diagrama general de las etapas de la metodología utilizada. [47]

Considerando las limitantes de tiempo para el desarrollo del proyecto, se utiliza el proceso de desarrollo de sistemas complejos planteado por [47], ilustrado en la Figura 3.2 que permite llevar a cabo el diseño y pruebas en paralelo de los diversos módulos del sistema.

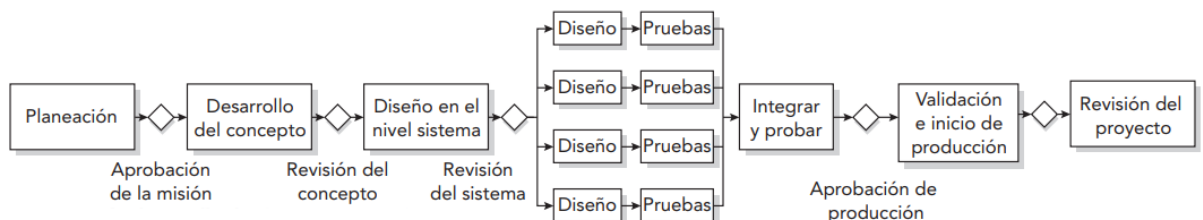


Figura 3.2. Proceso de desarrollo de sistemas complejos. [47]

Utilizando el diagrama de la Figura 3.1 como base de la metodología y tomando en consideración el proceso de desarrollo de la Figura 3.2, se ilustran los pasos que se llevan a cabo para el desarrollo del proyecto en la Figura 3.3.



Figura 3.3. Diagrama de la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto. [47]

### 3.1 Identificar las necesidades del cliente.

La metodología parte de la recopilación de información sin procesar directamente del cliente, quien es la persona que ha experimentado la problemática de primera mano. Es posible que la información contenga sesgos de la posible solución u origen del problema, por lo que es necesario interpretarla para identificar las verdaderas necesidades del cliente. Una vez establecidas las necesidades el cliente debe de darles un nivel de importancia relativa, esto se realiza mediante una encuesta utilizando la escala mostrada en la Figura 3.4.

1. La función es indeseable. No consideraría un producto con esta función.
2. La función no es importante, pero no me importaría tenerla.
3. Sería bueno tener esa función, pero no es necesaria.
4. La función es altamente deseable, pero consideraría un producto sin ella.
5. La función es de importancia crítica. No consideraría un producto sin esta función.

Figura 3.4. Escala de importancia relativa. [47]

### 3.2 Establecer las especificaciones objetivo

El siguiente paso consiste en establecer las especificaciones objetivo mediante el establecimiento de métricas a partir de las necesidades. Es deseable que las métricas representen de forma cuantitativa las necesidades y cada una de ellas puede estar relacionada a una o más necesidades. Para el establecimiento de las métricas se puede utilizar el criterio experto del diseñador, asesoramiento de expertos en el área y bibliografía complementaria.

Las especificaciones objetivo están compuestas por la métrica y dos rangos de valores; el valor marginal el cual es el mínimo esperado para satisfacer las necesidades a las que está asociada y el valor ideal el cual es deseado que se cumpla, es decir, para que el producto sea aceptable debe de cumplir al menos las especificaciones marginales. En ocasiones las métricas son binarias dadas las características de las necesidades a las que está asociada.

### 3.3 Generación de conceptos

Esta etapa es la encargada de generar posibles soluciones que satisfagan las necesidades del cliente. Para desarrollar los conceptos es necesario partir de la

descomposición funcional del problema, así es posible enfocarse en los subproblemas individualmente. Para encontrar solución a los subproblemas se puede acudir a herramientas como la búsqueda externa con expertos en el área, bases de datos científicas, literatura, benchmarking y la búsqueda interna basada en la experiencia del diseñador. Es importante tomar en cuenta que cualquier posible solución es válida y en caso de no ser viable será filtrada, el verdadero error sería no tomarla en consideración. Una herramienta para ordenar y filtrar las opciones son los árboles de clasificación los cuales agrupan las opciones según sus principales características.

Una vez obtenidas las opciones que tienen la capacidad de satisfacer las necesidades del cliente, es posible utilizar una tabla de combinación donde se tome en consideración cada componente de un potencial concepto y mediante criterio experto generar múltiples conceptos para ser evaluados.

### **3.4 Selección del concepto**

Una vez generados múltiples conceptos es necesario evaluarlos, para ello es necesario establecer una serie de criterios de selección que permitan discernir entre las cualidades de cada solución. La metodología sugiere utilizar una tabla de filtrado de conceptos y una de selección del concepto ganador. La tabla de filtrado toma como referencia un concepto y a partir de él define si los demás conceptos tienen un mejor (+), el mismo (0) o peor (-) desempeño respecto a la referencia [48]. De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden descartar los conceptos con la menor calificación, evaluar la recombinación si el diseñador lo considera adecuado y elegir a los que continuarán a la selección del concepto ganador.

Para la selección del concepto ganador se utilizan los mismos criterios y adicionalmente se le asigna un peso porcentual a cada uno de ellos, el peso es asignado acorde al criterio del diseñador tomando en consideración las necesidades del cliente y su importancia relativa. La dinámica de calificación de los criterios cambia, ya que la referencia no es un concepto en su totalidad como en la selección anterior, sino que se selecciona el concepto más balanceado en cada criterio, esto permite que la selección sea más minuciosa. La calificación es asignada de acuerdo con la escala mostrada en la Figura 3.5. Finalmente el concepto con mayor ponderado será el ganador.

<b>Desempeño relativo</b>	<b>Calificación</b>
Mucho peor que la referencia	1
Peor que la referencia	2
Igual que la referencia	3
Mejor que la referencia	4
Mucho mejor que la referencia	5

Figura 3.5 Escala de calificación de criterios para la selección del concepto ganador. [47]

Si bien el concepto ganador es el que se llevará a cabo, los demás conceptos no deben de ser descartados en su totalidad dada la naturaleza iterativa de la metodología.

### **3.5 Desarrollo del concepto**

Durante esta etapa se implementa el concepto ganador. Se hace uso de las especificaciones planteadas como guía para alcanzar el producto esperado. De acuerdo con lo ilustrado en la Figura 3.2, el desarrollo de los subsistemas del concepto se puede realizar en paralelo.

### **3.6 Validación del prototipo**

Para el desarrollo de este proyecto se opta por realizar un prototipo funcional. Se propone validar su apropiado funcionamiento mediante pruebas funcionales.

### **3.7 Análisis económico**

Esta etapa de la metodología aborda el proyecto desde un punto de vista monetario. El análisis se divide en dos componentes, el cuantitativo y el cualitativo. El cuantitativo en términos generales, hace referencia a los costos directos e indirectos del proyecto y el cálculo de la tasa de retorno de inversión (TIR), el valor actual neto (VAN) y el índice de deseabilidad (ID), proyectados en un tiempo determinado. Esta componente es importante evaluarla para comprender la viabilidad económica del proyecto no solo en el presente sino en un plazo de tiempo. La componente cualitativa si bien en ocasiones se puede traducir a costos, es más una cuantificación del impacto que tiene el proyecto en otras áreas como, medio ambiente, investigación y desarrollo, bien social, entre otros según corresponda. [49]

## 4 Diagnostico

Tal como lo menciona [3], las calibraciones se realizan bajo condiciones específicas las cuales deben de ser tomadas en consideración para establecer la relación que permite obtener un resultado más exacto. En los procesos de calibración llevados a cabo en el laboratorio de humedad relativa del Laboratorio Costarricense de Metrología se toman en consideración la presión y la temperatura de la muestra dentro de las cámaras y la presión y la temperatura de punto de rocío ( $t > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) o temperatura de punto de escarcha ( $t < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), según corresponda, en el espejo enfriado o en su entrada. Donde la temperatura en punto de rocío es la magnitud de mayor jerarquía metrológica para determinar la humedad relativa. Es a partir de relaciones matemáticas como las ecuaciones de la ITS90 para humedad [50] que se determina la humedad relativa patrón. [51]

Por un requisito de INTE/ISO/IEC-17025, se registra y monitorea de forma permanente las condiciones ambientales del laboratorio, típicamente la temperatura, humedad y presión ambiental. Estas condiciones admiten un rango de oscilación estimado a través del tipo de equipo que se tiene disponible en el laboratorio, es recomendable realizar las actividades dentro de ese intervalo, incluyendo las calibraciones. La temperatura y humedad relativa son controladas mediante un sistema de aire acondicionado de precisión, en cuanto a la presión atmosférica, de esta no se tiene ningún control y es susceptible a factores como el clima, la altitud, entre otros. En general, entre los factores que se consideran para determinar la incertidumbre de la medición de las condiciones ambientales; están la trazabilidad del equipo utilizado, su resolución y la desviación estándar en las mediciones en intervalo de tiempo dado. Para el registro de estos datos se utiliza el Vaisala HMI38 (solo monitorea temperatura y HR) y de manera redundante, por gestión del riesgo se registra en paralelo con el EXTECH SD700 que mide temperatura, presión y humedad.

Es importante mencionar que las condiciones ambientales no afectan los resultados de la calibración, ya que estas tienen lugar en una cámara sellada con condiciones controladas.

No todos los patrones poseen sensores en las tres magnitudes, tal es el caso del sensor de espejo enfriado SIM12H y el sistema de muestreo HSS-12 (trabajan en conjunto y serán llamados OptiSonde para mayor facilidad) que no poseen un sensor de presión. Por tanto, cuando se utiliza este patrón es necesario utilizar otros instrumentos para monitorear el cambio de presión entre la cámara climática de condiciones controladas y la entrada al espejo enfriado, es decir, la presión diferencial.

### 4.1 Cámaras climáticas de condiciones controladas del laboratorio de humedad relativa.

Actualmente el laboratorio cuenta con tres cámaras climáticas:

- Cámara acrílica marca ETS: Controla únicamente la humedad y opera entre el 10% y 80% de humedad relativa (HR) típicamente. Humidifica con un humidificador ultrasónico ETS y se deshumidifica mediante un flujo de aire seco forzado con una bomba a través de un desecante. El controlador de humedad de esta cámara solo puede realizar una de las dos acciones a la vez, humidificar o deshumidificar.
- Cámara marca Selecta: Controla únicamente la temperatura y opera entre 10 °C y 50 °C. Para su operación entre 10 °C y 20 °C debe usarse con un baño y punta fría ya que no posee mecanismo interno de enfriamiento.
- Rotronic HydroGen HG2-S: Es un generador de flujo dividido que controla la humedad y/o temperatura . Permite obtener condiciones entre el 5% y 95 % de HR y entre 0 °C y 60 °C.

## 4.2 Sensores de presión del laboratorio de humedad relativa.

En el laboratorio de humedad relativa se utilizan instrumentos que incorporan sensores de presión como lo son el Vaisala PTU300, Extech SD700, el espejo enfriado RH973 y el módulo de presión Fluke 750PA5. Estos instrumentos son utilizados para monitorear y registrar la presión durante los procesos de calibración (Vaisala PTU300 y Fluke 750PA5) o las condiciones ambientales para el caso del Extech SD700. En la Tabla 1, se detallan algunos aspectos técnicos de cada uno de ellos.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los instrumentos utilizados en el laboratorio costarricense de metrología para medir la presión. [52, 53, 54, 55]

Nombre	Rango de presión (hPa)	Incertidumbre (hPa)	Guardado de los datos	Periodos de muestreo (s)	Tipo de medición
Vaisala PTU300	50-1100	±0.45	En una computadora mediante RS232 [56]	5, 15, 30, 60, 300...	Absoluta
Extech SD700	10-1000	±2	Memoria extraíble	5, 10, 30, 60, 120, 300, 600	Absoluta
Fluke 750P24	0-2000	±0.03%	Manual	1, 2, 3, 6, 12, 30, 60	Absoluta
Sensor de espejo enfriado RH973	0-2500	±0.1%	En una computadora mediante RS232	Valor personalizado en segundos mediante LabView.	Absoluta

### **4.3 Metodología de registro y monitoreo de datos del Laboratorio de Humedad Relativa.**

Se parte de que la caracterización de las cámaras climáticas ya fue realizada y los patrones ya fueron calibrados y se encuentran en control metrológico. Por tanto, el proceso se puede describir mediante las siguientes etapas:

#### **1. Preparación:**

- Se coloca el instrumento a calibrar en la zona caracterizada de la cámara climática de condiciones ambientales junto con el patrón y el instrumento de control o se interconecta la cámara climática con el sensor de espejo enfriado donde se inserta el instrumento a calibrar y el instrumento de control, según corresponda.
- Cuando se interconecta la cámara climática con el sensor de espejo enfriado OptiSonde, es necesario conectar el módulo Fluke 750PA5 a la cámara climática y el Vaisala PTU300 al sensor de espejo enfriado o viceversa. Ambos actúan como instrumentos de control y sus datos son utilizados para calcular la presión diferencial y los aportes de incertidumbre asociados a esas mediciones de la presión en los procesos de calibración.
- Para el caso del sensor de espejo enfriado RH973, es necesario medir las condiciones de la cámara climática, ya que se está transfiriendo el aire de la cámara al espejo. Para ello se puede utilizar el Fluke 750PA5 o el Vaisala PTU300. Con los datos del instrumento de control y del sensor de espejo enfriado RH973, se calcula la presión diferencial. Cabe mencionar que el sensor de presión del espejo enfriado posee trazabilidad al SI, mediante su calibración en el Laboratorio de Presión del LACOMET.
- En caso de que se pudiera ingresar el sensor de espejo enfriado a la cámara climática, no se toma en consideración ninguna presión diferencial ya que no se debe de transferir el aire.

#### **2. Toma de datos:**

- Se toman datos en diferentes puntos de calibración. La cantidad y características de cada punto son definidos inicialmente por el cliente y el personal técnico del laboratorio antes de aceptar el servicio, se verifica que las capacidades disponibles en el laboratorio permitan alcanzar las condiciones solicitadas por el cliente.
- El registro de las condiciones ambientales del laboratorio se realiza de manera automatizada y continua, ya sea vía comunicación RS232 o empleando memorias externas y empleando uno o más dispositivos de registro de condiciones ambientales calibrados. Tal como lo solicita la norma INTE/ISOIEC - 17025.
- Durante el proceso de calibración se monitorea que las condiciones sean coherentes con los puntos de calibración mediante indicadores de los patrones y de los instrumentos de control.
- Durante el proceso de calibración se monitorean las condiciones ambientales mediante los indicadores del equipo destinado para este fin.

#### **3. Extracción de datos:**

- El método de extracción de los datos de las condiciones ambientales depende de las características técnicas del equipo ya sea una memoria extraíble o un archivo digital con la captura de los datos mediante RS232 en una computadora.
  - En el caso del equipo Vaisala PTU300, utilizado como control en procesos de calibración, la información es almacenada directamente en un archivo digital en una computadora. La comunicación se establece por cable y se realiza mediante el protocolo RS232.
  - En el caso del Vaisala HMI38, utilizado como registrador permanente de las condiciones ambientales, la comunicación se establece con una computadora mediante un cable y el protocolo RS232.
  - En el caso del EXTECH SD700, ya sea si se utiliza como control o registrador y monitor alternativo de condiciones ambientales, su información es almacenada internamente. Para extraerla se debe de colocar una memoria externa y seguir cuidadosamente las instrucciones del fabricante para respaldar adecuadamente los datos sin perderlos durante la transferencia de la memoria interna a la externa o de la externa a la computadora.
  - En el caso del módulo de presión Fluke 750PA5, no solo es indispensable el uso de un indicador compatible con el módulo, sino que además dadas las capacidades instaladas, el indicador únicamente permite visualizar los datos pero no guardarlos automáticamente. Por tanto, la información debe ser registrada manualmente por personal técnico del laboratorio en registros físicos.
4. Procesamiento de los datos:
- En caso de que se requiera, se realiza un filtrado de datos según su periodo de muestreo, ya que este puede variar entre instrumentos y para el análisis de los datos es necesario sincronizarlos adecuadamente.
  - Se realizan gráficos con las tomas de datos para identificar visualmente los regímenes de estabilidad y para monitorear el comportamiento del sistema de medición completo durante el proceso de calibración.
  - Se realizan gráficos de control de las condiciones ambientales para comprobar que la calibración se llevó a cabo dentro de los límites establecidos. Reiterando que las condiciones ambientales no afectan los resultados de la calibración.
5. Se genera el certificado de calibración.

#### **4.3.1 Identificación de los puntos de mejora en la metodología de registro y monitoreo de datos**

A continuación, se presenta una lista de los puntos de mejora identificados en la metodología actual de registro y monitoreo de datos.

- Utilizar un único instrumento de control que además calcule la presión diferencial y registre datos de manera automatizada.
- Utilizar un único método de extracción de la información.
- Eliminar la necesidad de registrar manualmente la información.
- Incorporar un respaldo de la información

- Permitir una mayor personalización de los parámetros de medición. Entiéndase por parámetros como los mensurandos o el mensurando y el periodo de muestreo.
- Poder monitorear la información registrada en el dispositivo remotamente en tiempo real.
- Eliminar la necesidad de utilizar costosos accesorios de acero inoxidable.

#### **4.3.2 Diagrama comparativo del estado actual contra el estado deseado del proceso de calibración**

En la Figura 4.1 se observa un diagrama comparativo del estado actual contra el estado deseado de los procesos de calibración del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología.

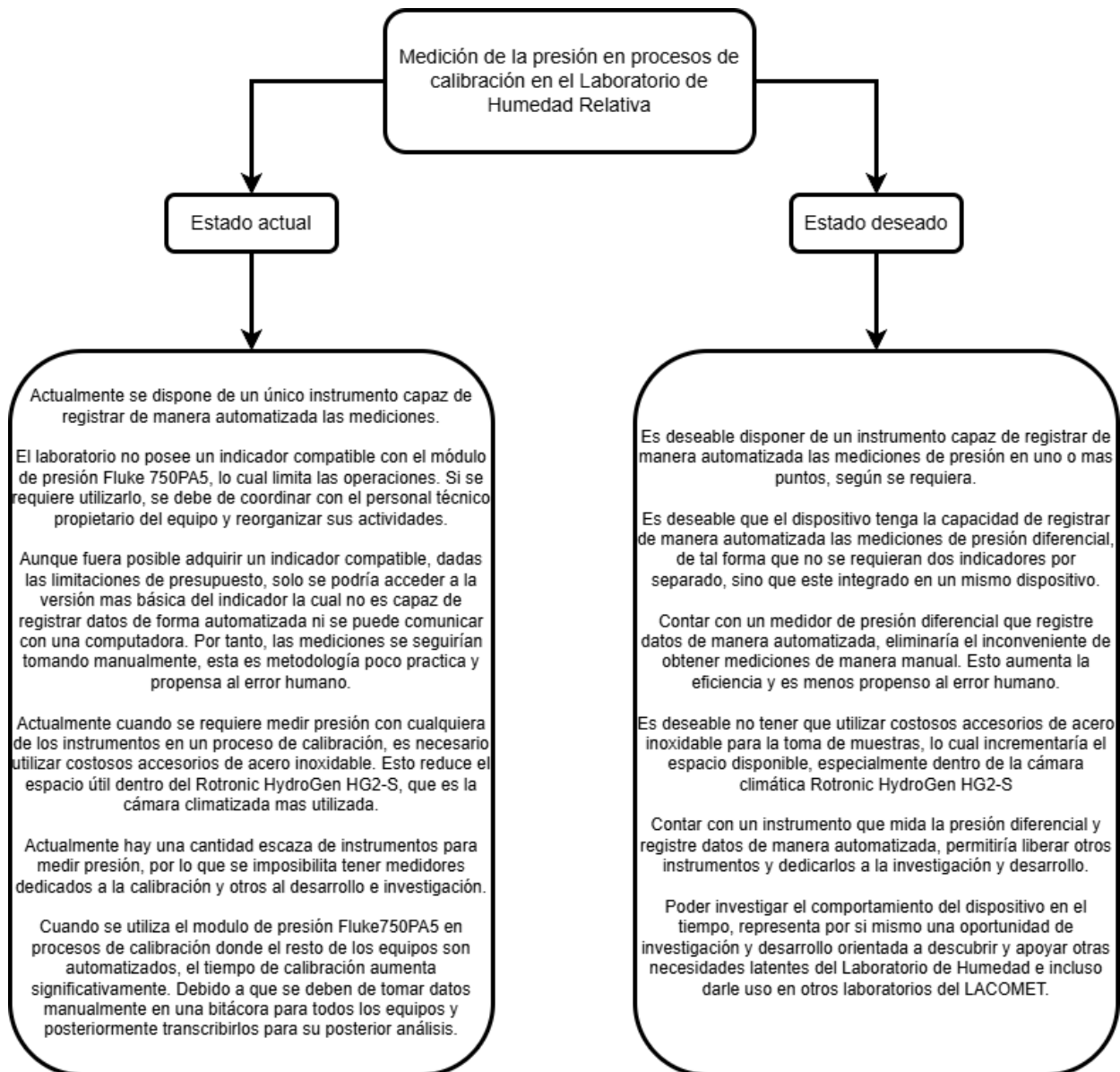


Figura 4.1. Diagrama comparativo del estado actual contra el estado deseado de los procesos de calibración del Laboratorio de Humedad Relativa.

#### 4.4 Identificación de necesidades

Las necesidades son identificadas mediante entrevistas con el cliente y el análisis de la información. Una vez identificadas el cliente asignó un nivel de importancia relativa a cada una de ellas. En la Tabla 2 se pueden observar las necesidades con su respectivo nivel de importancia relativa. Se observa que 20 de las 30 necesidades poseen una importancia de 5 (nivel máximo), 9 de ellas un nivel de 4 y una un nivel de 3. Dado que hay una gran cantidad de necesidades criticas (nivel 5), es necesario priorizar la solvencia de estas sobre cualquier otra con un nivel inferior. La prioridad de solvencia de las necesidades con un nivel menor a 5 será decidida mediante criterio experto durante el desarrollo del proyecto, tomando en consideración que existen limitaciones no negociables de tiempo y presupuesto por

lo que se podría tener la necesidad de modificar el alcance, previo acuerdo entre las partes, para preservar la calidad de la solución.

Tabla 2. Necesidades identificadas y su importancia relativa.

No.	Necesidad	Importancia
1	El dispositivo se alimenta de las fuentes energéticas disponibles.	5
2	El dispositivo funciona hasta por 48 horas continuas.	4
3	La frecuencia de muestreo se puede ajustar.	5
4	La comunicación con el dispositivo es inalámbrica.	4
5	El sensor funciona apropiadamente en el rango que va a operar.	5
6	El sensor tiene una cobertura protectora.	4
7	Se utiliza el sensor BME/P280 que posee el laboratorio.	5
8	Se utiliza el BME/P280 para medir presión, temperatura y humedad	5
9	El dispositivo permite incorporar las correcciones e información de interés del certificado de calibración.	4
10	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.	4
11	Existe la opción de programar un paro en la toma de mediciones.	3
12	Existe la opción de configurar alarmas para cada variable a medir, en caso de que el dispositivo mida valores fuera de un rango establecido por el usuario.	5
13	Los datos son guardados.	5
14	Los datos poseen un respaldo.	5
15	Los datos se localizan fácilmente en la documentación.	5
16	Los datos documentados muestran la trazabilidad vigente.	4
17	La interfaz digital muestra la trazabilidad vigente.	4
18	Se utiliza el ESP-WROOM-32 que posee el laboratorio.	5
19	Existe una versión externa de la interfaz digital y una más sencilla integrada en el dispositivo.	4

20	La pantalla del dispositivo muestra la toma de datos en tiempo real.	5
21	Existe la opción de seleccionar los sensores que se requieren utilizar.	5
22	Existe la opción de seleccionar entre mediciones absolutas o diferenciales de presión.	5
23	Existe la opción de seleccionar las unidades con las que se registran los datos.	5
24	La longitud del cable al que se conecta el sensor es apropiada.	5
25	Los datos son almacenados en archivos .csv o .txt.	5
26	El dispositivo permite seleccionar entre guardar los datos calibrados o en bruto en caso de que incorpore las correcciones del certificado de calibración.	4
27	La interfaz tiene acceso remoto.	5
28	El dispositivo es portátil.	5
29	El dispositivo tiene indicadores visuales para informar sobre el estado de diversos procesos.	5
30	La cobertura protectora del sensor soporta las condiciones de temperatura y humedad a las que estará expuesto.	5

#### 4.5 Establecimiento de las especificaciones objetivo.

Una vez identificadas las necesidades se procede a establecer las especificaciones objetivo cuyo cumplimiento indiquen la solvencia de la necesidad. Estas están conformadas por métricas que representan cada necesidad y valores marginales y objetivo. Las especificaciones objetivo pueden ser observadas en la Tabla 3. Adicionalmente la matriz que muestra la relación entre las métricas y las necesidades se observa en la Tabla. A. 1.

Tabla 3. Especificaciones objetivo.

No.	No. de necesidad	Métrica	Imp.	Unidad	Val. Marginal	Val. objetivo
1	1	Voltaje de alimentación del dispositivo.	5	V	$\leq 11$	$\leq 5$
2	1	Consumo energético del dispositivo.	4	W	33	$\leq 15$

3	2	Tiempo de funcionamiento continuo.	4	horas	8	48<=
4	3	Periodo de muestreo.	5	s	10<= X <=300	10 <=
5	4	Protocolo de comunicación inalámbrica.	4	Binario	No	Si
6	5	Rango de presión que mide el sensor.	5	hPa	[850,950]	[400, 1000]
7	6	El sensor tiene una cobertura protectora.	4	Binario	Si	Si
8	7	Se utiliza el sensor BME/P280 que posee el laboratorio.	5	Binario	Si	Si
9	8	Se utiliza el BME/P280 para medir presión temperatura y humedad.	5	Binario	Si	Si
10	9	El dispositivo permite incorporar las correcciones e información de interés del certificado de calibración.	4	Binario	No	Si
11	10	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.	4	Binario	No	Si
12	11	Existe la opción de programar un paro en la toma de mediciones.	3	Binario	No	Si
13	12	Existe la opción de configurar alertas, en caso de que el dispositivo mida valores fuera de un rango establecido por el usuario.	5	Binario	Si	Si
14	13	Periodo de guardado de los datos.	5	s	10<= X <=300	10 <=
15	14	Periodo de guardado del respaldo.	5	s	10<= X <=300	10 <=
16	15	Información que identifica a cada dato.	5	Lista	Segundo, minuto, hora, dispositivoID	Segundo, minuto, hora, día, mes, año, sesionID, DispositivoID

17	16	Los datos documentados muestran la trazabilidad vigente.	4	Binario	No	Si
18	17	La interfaz digital muestra la trazabilidad vigente.	4	Binario	No	Si
19	18	Se utiliza el ESP-WROOM-32 que posee el laboratorio.	5	Binario	Si	Si
20	19	Es posible navegar la interfaz con la pantalla del dispositivo.	5	Binario	Si	Si
21	19, 20	La pantalla del dispositivo refresca la información oportunamente.	4	Binario	Si	Si
22	19, 20	Puerto de comunicación de la pantalla compatible con el dispositivo	5	Binario	Si	Si
23	19, 20	Tamaño de la pantalla del dispositivo.	4	"	1.8<=	4.3<=
24	21	Existe la opción de seleccionar los sensores que se requieren utilizar.	5	Binario	Si	Si
25	22	Existe la opción de seleccionar entre mediciones absolutas o diferenciales de presión.	5	Binario	Si	Si
26	23	Unidades de medida disponibles.	5	Lista	Celsius, %, Pa	Celsius, %, Pa, hPa, formato Platinum, formato Gold del D-SI
27	24	Longitud del cable al que se conecta el sensor.	5	m	0.3	1
28	25	Los datos son almacenados en archivos .csv o .txt.	5	Binario	Si	Si
29	26	El dispositivo permite seleccionar entre guardar los datos calibrados en bruto en caso de que incorpore las correcciones del certificado de calibración.	4	Binario	No	Si
30	27	La interfaz tiene acceso remoto.	5	Binario	Si	Si
31	28	Dimensiones del dispositivo.	5	mm	200x200x100	200x100x100
32	28	Masa del dispositivo.	5	kg	<= 1	<= 0.5
33	29	Indicadores visuales.	5	Lista	3	3 <

34	30	Rango de temperatura que se soporta la cobertura protectora.	5	°C	[0, 50]	[-40, 50]
35	30	Tasa de absorción de agua del material de la cobertura protectora.	5	%	<= 0.45	< 0.1

Los valores de las especificaciones se basaron en información dada por el cliente, criterio experto y limitaciones físicas. Los comentarios sobre estos valores se presentan en la Tabla. A. 2.

#### 4.6 Análisis de los sensores, microcontroladores y protocolos de comunicación disponibles.

Este apartado está orientado a realizar un análisis de los sensores, microcontroladores y protocolos de comunicación disponibles en el mercado, tomando en consideración la capacidad de adquisición del cliente. Esto se hace con el objetivo de robustecer el conocimiento sobre estos componentes de la solución, considerados fundamentales en su desarrollo. Al poseer esta información se prevé una mejor exploración interna y externa en la etapa de generación de conceptos.

Tabla 4. Información técnica y relevante de los microcontroladores y sus protocolos de comunicación.

Microcontrolador	Alimentación	ADC	Pines ADC	Pines GPIO	Protocolos de comunicación	Precio (\$)	Extras
Adafruit Feather nRF52840 [57]	3.3V	12 bit	6	21	Hardware SPI, UART, I2C, I2S	24,95	-
Adafruit HUZZAH32 - ESP32 Feather Board [58, 59]	3.3V	16 bit	12	21	UART, SPI, I2C, Wifi, Bluetooth	19,95	Compatibilidad con batería LiPoly
Adafruit Metro ESP32-S3 with 16 mb Flash 8 mb PSRAM [60, 61]	5V	16	18	48	I2C, SPI, UART, Wifi, Bluetooth	24,95	Compatibilidad con batería LiPoly, microSD
STM32F7 DISCOVERY [62, 63]	5V	12	3	168	I2C, SPI, UART, USART, CANs, Ethernet	55,13	DAC, SAI, 14-bit digital camera interface, microSD, audio jack I/O, 4/3" RGB LCD capacitive touch

STM32F103C8T6 - Blue pill [64, 65, 66]	3.3V	12	10	37	I2C, SPI, UART, CAN	16,95	-
ESP32-2432S028 [67, 68]	3.3V	12	2	4	I2C, Wifi, UART	9,06	Pantalla táctil resistiva, lector tarjeta SD, amplificador
ESP32 Dev [69, 70]	3,3	12	18	34	SPI, I2C, I2S, UART, Ethernet, Wifi, Bluetooth	14,95	-
PIC18F2455 [71]	5V	10	10	24	I2C, SPI	8.81	
Arduino UNO [72] [73]	5V	10	6	14	I2C, SPI	45.95	Solo soporta una conexión I2C y una SPI

Los microcontroladores son unidades de procesamiento compactas que permiten desarrollar soluciones de todo tipo siempre y cuando las capacidades del microcontrolador lo permitan. Este es un mercado que ha cambiado constantemente y por fortuna ahora hay acceso a dispositivos sumamente capaces a un bajo costo que complementado con los esfuerzos de la comunidad para desarrollar bibliotecas que aumentan el potencial, la gama de posibilidades va en crecimiento. Como se observa en la Tabla 4 el principio de ser un dispositivo de bajo consumo es una característica que continua presente en múltiples modelos cuyos voltajes varían entre 3 y 5 voltios lo cual puede dar la libertad de usar baterías como alimentación si el desarrollador lo requiere. Las características entre dispositivos van más allá de lo técnico y también abordan temas de interfaz y facilidad de uso, como lo es el Arduino UNO, conocido como un microcontrolador apto para principiantes por su interfaz amigable, cuenta con bibliotecas estables y porque se programa a un nivel básico de C++ pero que a la vez es uno de los que cuentan con menos características interesantes para un desarrollador y a un alto costo con respecto a los demás. Por otra parte, hay microcontroladores como el PIC18F2455 que toma una posición más balanceada en cuanto las características que otorga y posee un muy bajo costo a cambio de un mayor nivel de complejidad de desarrollo.

Por tanto, al investigar microcontroladores para el desarrollo de una solución y partiendo del hecho de que la interfaz del dispositivo no es una limitante para el desarrollador, la selección debe de ser inteligente. Nótese que el costo no está directamente relacionado a las características que posee y realmente el microcontrolador correcto es el que posea características que satisfagan las necesidades. Un ejemplo de una característica relevante es la resolución del “Analog-Digital Converter” (ADC), del cual depende la resolución de la lectura de un sensor analógico. Esta característica es relevante si se trabaja con un sensor analógico, pero pasa a un plano secundario si el sensor realiza la conversión interna y utiliza un

protocolo de comunicación el cual pasaría a primer plano. El tema de los protocolos de comunicación es importante no solo por la compatibilidad con los sensores o módulos varios que se vayan a utilizar sino también por la orientación de la solución. Algunos microcontroladores cuentan con Wifi, lo que los hace excelentes candidatos para solución de IoT, otros poseen bluetooth, útil para soluciones móviles. Un caso particular es el del STM32F7 DISCOVERY que cuenta con ethernet que lo hace un buen candidato para soluciones estacionarias, aun mas tomando en consideración la gran cantidad de pines GPIO que posee lo cual podría brindar soluciones muy robustas.

Tabla 5. Información técnica y relevante de los sensores y sus protocolos de comunicación.

Sensor	Rango de presión	Rango de temperatura	Alimentación	Protocolos de Comunicación	Tipo de medición	Incertidumbre (hPa)	Observación	Precio (\$)
MPM280 15 S 0 L 1 [74]	200- 1000000	-40, 125	2mA DC	Analógica	Absoluta	±0.2%	Inoxidable	62.55
MDM290 09 L 2 [75]	0-7000	-40, 125	2mA DC	Analógica	Diferencial	±0.3%	-	190.8
MPM3801 [76]	70-10000	-20,80	3.3V, 5V	I2C, SPI	Absoluta	±25	Sellado	70.99
MS5540C [77, 78]	10-1100	-40, 85	3.6V	3 wire SPI	Absoluta- Diferencial	-2, +5	-	9.15
89BSD [79, 80]	0-28000	-40, 85	3.6V	I2C	Absoluta	±0.3	Inoxidable	159.53
BMP585 [81, 82]	300-1250	-40, 85	3.6V	I2C, I3C, SPI	Absoluta- Diferencial	±0.65	Filtro IIR	29.04
BMP581 [83, 84]	300-1250	-40, 85	3.6V	I2C, I3C, SPI	Absoluta- Diferencial	±0.75	Filtro paso bajo programable	20.95

BMP390 [85, 86]	300-1250	-40, 85	3.6V	I2C, SPI	Absoluta-Diferencial	±0.5	Filtro IIR	14.99
BMP384 [87]	300-1250	-20, 65	3.6V	I2C, SPI	Absoluta-Diferencial	±0.65	Filtro IIR	15.95
BMP280 [88]	300-1100	0-65	3.6V	I2C, SPI	Absoluta-Diferencial	±1	Filtro IIR	5.95
Madgetech PR140 [89]	0-5000	-20, 140	Batería	IFC400 docking station	Absoluta	±30	IP68, memoria para 32 256 lecturas	1050
Fluke 750P24 [53]	0-1000	0-50	-	Calibrador Fluke	Diferencial	±17.5	IP52	2119
Vaisala PTB110 [90]	500-1100	-40, 60	30V	Dispositivo Vaisala	Absoluta	±1.5	Incorporado en el dispositivo	1424

En el ámbito de los sensores de presión las diferencias son más marcadas dada la variedad de aplicaciones en la industria. Algunos de ellos dan a la salida señales analógicas como los MPM280 y el MDM290 y todas sus variantes. La gran mayoría de alternativas realizan la conversión analógica-digital de manera interna y transfieren la información mediante un determinado protocolo de comunicación.

Los rangos de presión bajo los que trabaja cada sensor realmente son muy variados inclusive dentro de una misma familia de sensores por lo que es un criterio importante de selección. Nótese la importancia de tomar en consideración el rango de temperatura bajo el que puede operar el sensor. En cuanto a la incertidumbre esta suele tener un alto impacto sobre el costo del sensor y es un aspecto crítico a tomar en cuenta en su selección, un sensor cuyo costo destaca por esta característica es el 89BSD. Una observación de interés es que algunos sensores tienen la capacidad de medir presión diferencial, pero sus dimensiones son en muchas ocasiones pequeñas, detalle a tomar en cuenta según el tipo de solución que se esté brindando.

El consumo de los sensores que fueron investigados ronda entre los 3.3 V y 5 V a excepción de los sensores que ya vienen incorporados en dispositivos o módulos de adquisición de datos como lo son el Madgetech PR140, Fluke 750P24 y Vaisala PTB110 que fueron incluidos para demostrar la variedad de características que existe en este ámbito.

Con lo que respecta a los precios, varían bruscamente inclusive entre modelos de la misma familia por especificaciones técnicas. Las especificaciones que generan mayor impacto son la capacidad de medir presión diferencial para el caso del MPM280 y MDM290, los rangos de presión y temperatura bajo los que puede operar y por su incertidumbre como se mencionó anteriormente.

## 5 Propuesta de diseño

Este capítulo muestra la exploración de potenciales soluciones y la selección de la que mejor solventa las necesidades tomando en consideración factores varios. Posteriormente se explica a detalle el desarrollo del concepto ganador.

### 5.1 Generación de conceptos

#### 5.1.1 Descomposición funcional del problema

La descomposición funcional se realizará por etapas, iniciando con una caja negra que presenta el problema y únicamente posee entradas y salidas. Posteriormente se realiza la descomposición de la caja en subproblemas que podrán ser agrupados en dos grandes grupos; el grupo del módulo de adquisición de datos y el módulo de la interfaz digital. En la Figura 5.1 se puede apreciar la caja negra que representa el problema con sus entradas y salidas.

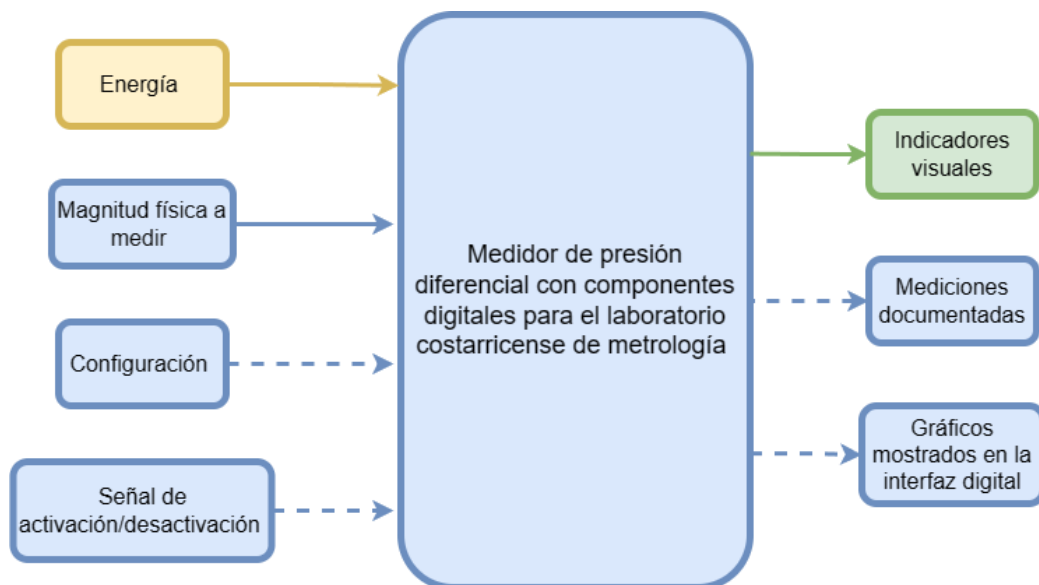


Figura 5.1. Diagrama general del problema con sus entradas y salidas.

La descomposición de la caja negra que representa al problema puede ser observada en la Figura 5.2. Cada bloque representa un proceso que debe de llevarse a cabo para solventar la problemática, todos ellos funcionan en conjunto. No obstante, es posible agruparlos en dos grandes grupos, el módulo de adquisición de datos y la interfaz digital. Esta subdivisión se realiza dado que el diseño del módulo de adquisición de datos se enfoca en electrónica, sensores, teoría de comunicación y programación en el microcontrolador. Por otra parte, la interfaz digital se enfoca en programación de software.

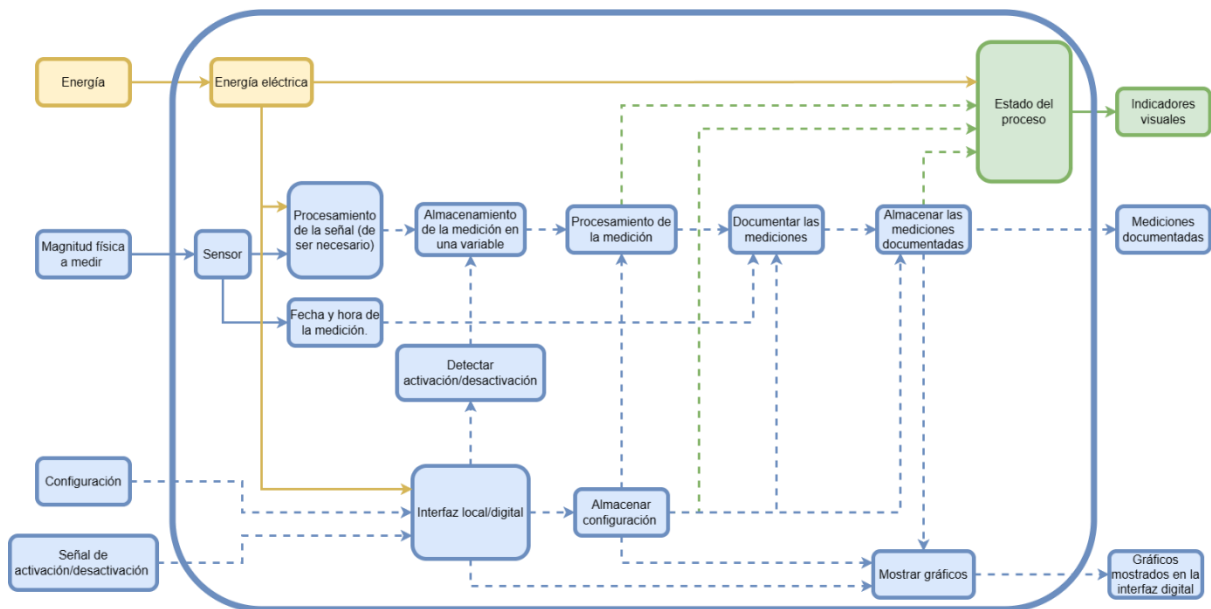


Figura 5.2. Diagrama del problema descompuesto.

El apropiado diseño del dispositivo requiere una generación de conceptos por etapas, en la primera se generarán y evaluarán conceptos para el módulo de adquisición de datos y en la segunda conceptos para la interfaz digital. Esto debido a que la interfaz está ligada a características del módulo de adquisición de datos y este a su vez está ligado a necesidades expresadas directamente por el cliente, como utilizar el microcontrolador y sensores que han adquirido con anterioridad.

### 5.1.2 Generación de conceptos del módulo de adquisición de datos.

En la Figura 5.3 se resaltan los bloques de la descomposición funcional que están asociados al módulo de adquisición de datos.

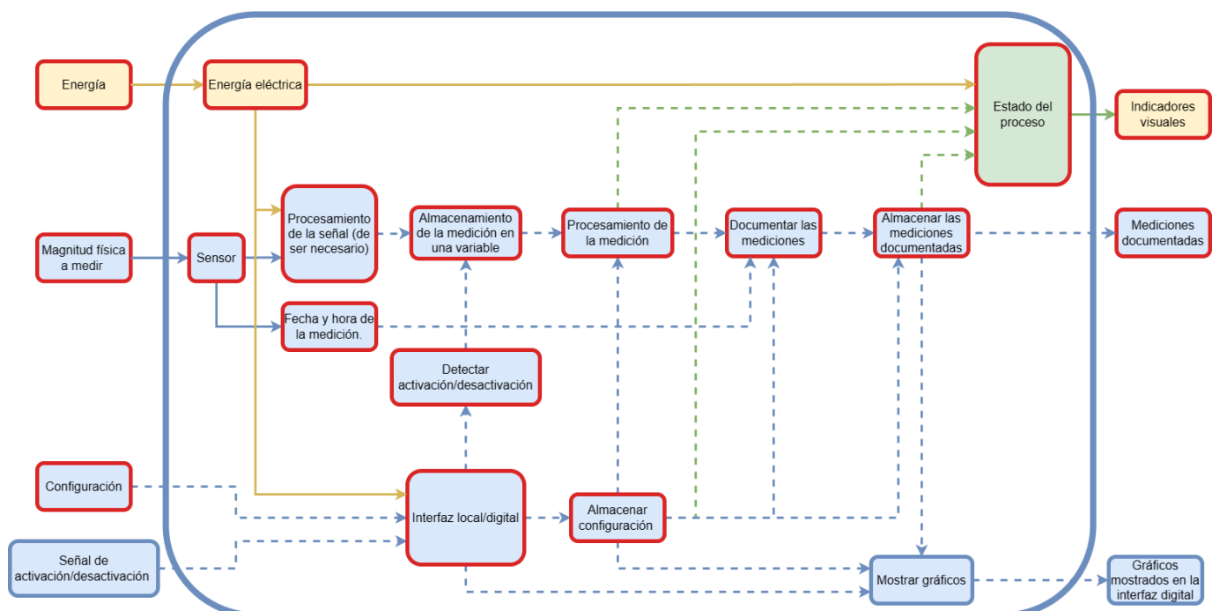


Figura 5.3. Diagrama del problema descompuesto que resalta los bloques asociados el módulo de adquisición de datos.

### 5.1.2.1 Búsqueda interna y externa

Ahora que se tiene conocimiento de los bloques que componen al módulo de adquisición de datos, es posible realizar una búsqueda interna y externa de posibles soluciones. A continuación, se presenta una serie de tablas resumen de la información recopilada durante la búsqueda interna y externa.

Tabla 6. Resumen de la búsqueda interna y externa de las fuentes de energía.

Búsqueda interna		Búsqueda externa	
Tipo de energía	Tecnología	Tipo de energía	Tecnología
Química	Baterías	Química	Celdas de hidrogeno [91]
	Combustión	Mecánica	Almacenamiento de energía "flywheel" [92]
Neumática	Compresor de aire	Eléctrica	Super capacitor [93]
Hidráulica	Bomba de aceite	Electromagnética	Almacenamiento de energía magnética superconductora [94]
Eléctrica	Red eléctrica nacional	Neumática	Almacenamiento de energía mediante aire comprimido. [95]
	Generador eólico		
	Generador de combustión		
	Panel solar		
Nuclear	-		

Tabla 7. Resumen de la búsqueda interna y externa de los sensores de presión. [53]

Búsqueda interna	Búsqueda externa
-	MPM280 [88]
	MDM290 [75]
	MPM3801 [76]
	MS5540C [78]
	89BSD [80]
	BMP585 [81]
	BMP581 [83]
	BMP390 [85]

	BMP384 [87]
	BMP280 [88]
	Madgetech PR14 [89]
	Fluke 750P24 [53]
	Vaisala PTB110 [90]

Tabla 8. Resumen de la búsqueda interna y externa de los microcontroladores.

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
ESP32 Dev Board	Adafruit HUZAH32-ESP32 Feather Board [59]
PIC18F2455	Adafruit Metro ESP32-S3 [60]
Arduino UNO	STM32F7- DISCOVERY [63]
Adafruit feather nRF52840	STM32F103C8T6-Bluepill [65]
-	ESP32-2432S028 [68]

Tabla 9. Resumen de la búsqueda interna y externa de la interfaz máquina-humano (HMI).

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
Siemens HMI	Nextion NX4832T035 [96]
Pantalla LCD	ILI9341 táctil [97]
7 segmentos	ST7735 TFT [98]
DIP Switch	TFT Arduino UNO Shield [99]
Pantalla OLED	-

Tabla 10. Resumen de la búsqueda interna y externa de un método de control de la fecha y hora.

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
Contador interno	“Network Time Protocol” (NTP) [100]
-	“Real Time Clock” (RTC) [101]

Tabla 11. Resumen de la búsqueda interna y externa de protocolos de comunicación para la conexión microcontrolador - sensor.

Búsqueda interna	Búsqueda externa
I2C	SPI [102]
-	I3C [103]
	3 wire SPI [104]

Tabla 12. Resumen de la búsqueda interna y externa de los medios para almacenar información.

Búsqueda interna	Búsqueda externa
MicroSD	Onedrive
HDD	GoogleDrive
SSD	AWS [105]
SD	Base de datos del LCM
Computadora del LCM	-
M2.SSD	

Los árboles de clasificación utilizados para la selección de los mejores candidatos de la generación de conceptos se pueden observar en el apéndice 10.3.

### 5.1.2.2 Tablas de combinaciones.

#### 5.1.2.2.1 Concepto A.

Tabla 13. Tabla de combinación del concepto A.

Fuente de energía	Microcontrolador	Sensor	Protocolo de la comunicación de sensor-microcontrolador	HMI	Conteo del tiempo	Medio para almacenar la información
Baterías	ESP32 Dev Board	BMP390	I2C	ILI9341 táctil	Contador interno	Google Drive
Red eléctrica nacional	ESP32-2432S028	BMP280	SPI	ST7735 TFT + DIP Switch	Network Time Protocol (NTP)	SD
	Adafruit Metro ESP32-S3	BMP581		TFT Arduino UNO Shield	Real Time Clock (RTC)	Computadora del laboratorio
	STM32F103C8T6 - Blue pill					Base de datos del LCM
	PIC18F2455					

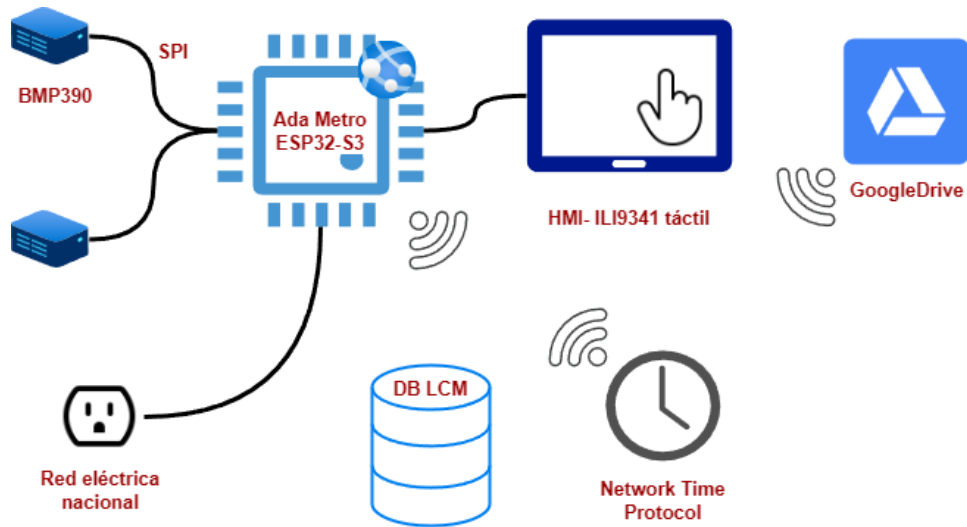


Figura 5.4. Bosquejo del concepto A.

### 5.1.2.2.2 Concepto B

Tabla 14. Tabla de combinación del concepto B.

Fuente de energía	Microcontrolador	Sensor	Protocolo de la comunicación de sensor-microcontrolador	HMI	Conteo del tiempo	Medio para almacenar la información
Baterías	ESP32 Dev Board	BMP390	I2C	ILI9341 táctil	Contador interno	GoogleDrive
Red eléctrica nacional	ESP32-2432S028	BMP280	SPI	ST7735 TFT + DIP Switch	Network Time Protocol (NTP)	SD
	Adafruit Metro ESP32-S3	BMP581		TFT Arduino UNO Shield	Real Time Clock (RTC)	Computadora del laboratorio
	STM32F103C8T6 - Blue pill					Base de datos del LCM
	PIC18F2455					

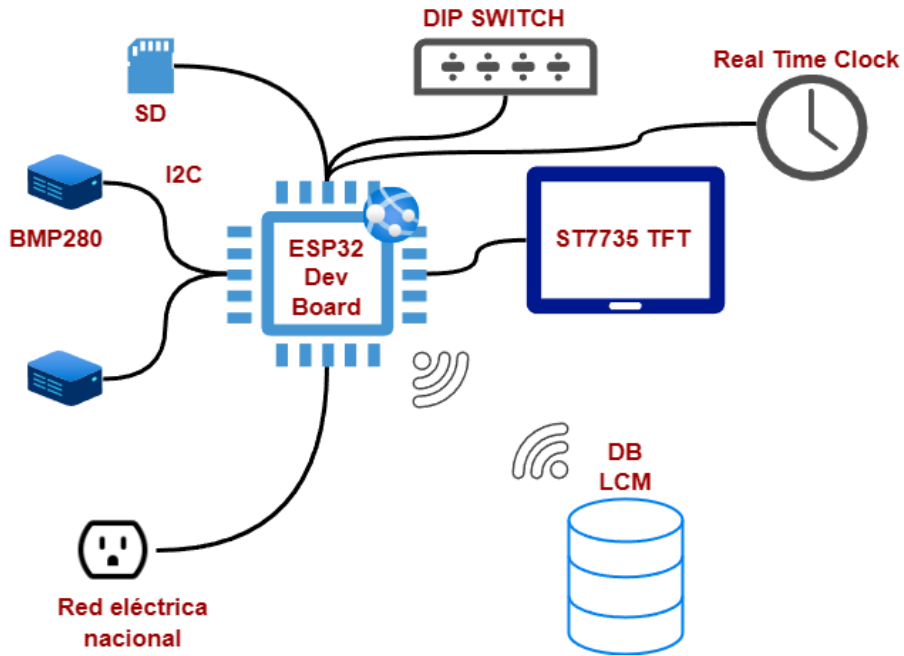


Figura 5.5. Bosquejo del concepto B.

### 5.1.2.2.3 Concepto C

Tabla 15. Tabla de combinación del concepto C.

Fuente de energía	Microcontrolador	Sensor	Protocolo de la comunicación de sensor-microcontrolador	HMI	Conteo del tiempo	Medio para almacenar la información
Baterías	ESP32 Dev Board	BMP390	I2C	ILI9341 táctil	Contador interno	GoogleDrive
Red eléctrica nacional	ESP32-2432S028	BMP280	SPI	ST7735 TFT + DIP Switch	Network Time Protocol (NTP)	SD
	Adafruit Metro ESP32-S3	BMP581		TFT Arduino UNO Shield	Real Time Clock (RTC)	Computadora del laboratorio
	STM32F103C8T6 - Blue pill					Base de datos del LCM
	PIC18F2455					

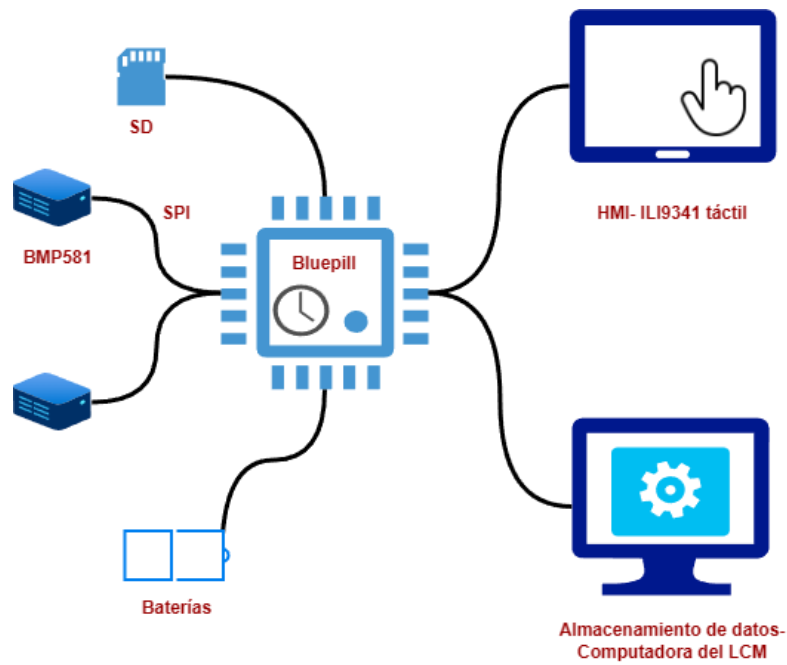


Figura 5.6. Bosquejo del concepto C.

#### 5.1.2.2.4 Concepto D

Tabla 16. Tabla de combinación del concepto D.

Fuente de energía	Microcontrolador	Sensor	Protocolo de la comunicación de sensor-microcontrolador	HMI	Conteo del tiempo	Medio para almacenar la información
Baterías	ESP32 Dev Board	BMP390	I2C	ILI9341 táctil	Contador interno	GoogleDrive
Red eléctrica nacional	ESP32-2432S028	BMP280	SPI	ST7735 TFT + DIP Switch	Network Time Protocol (NTP)	SD
	Adafruit Metro ESP32-S3	BMP581		TFT Arduino UNO Shield	Real Time Clock (RTC)	Computadora del laboratorio
	STM32F103C8T6 - Blue pill					Base de datos del LCM
	PIC18F2455					

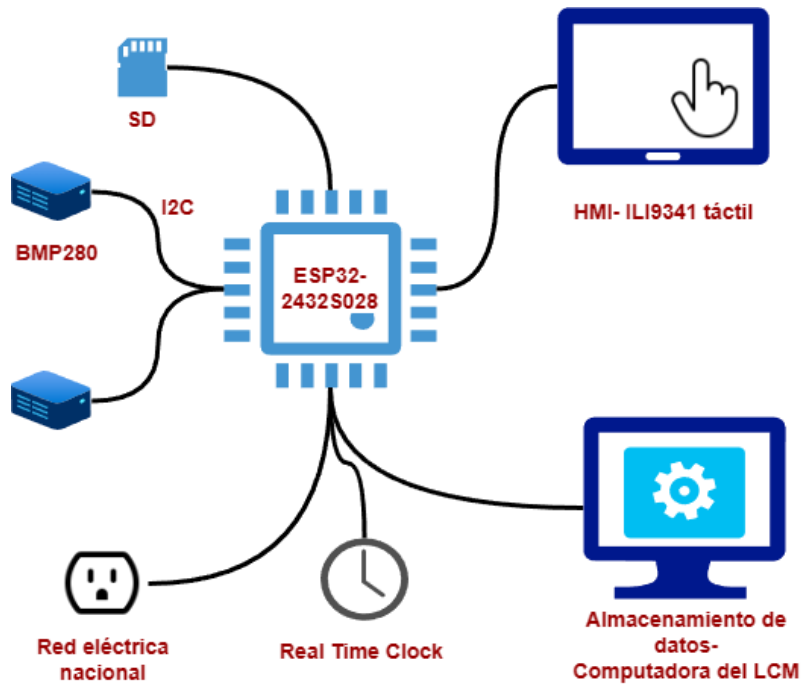


Figura 5.7. Bosquejo del concepto D.

### 5.1.2.2.5 Concepto E

Tabla 17. Tabla de combinación del concepto E.

Fuente de energía	Microcontrolador	Sensor	Protocolo de la comunicación de sensor-microcontrolador	HMI	Conteo del tiempo	Medio para almacenar la información
Baterías	ESP32 Dev Board	BMP390	I2C	ILI9341 táctil	Contador interno	GoogleDrive
Red eléctrica nacional	ESP32-2432S028	BMP280	SPI	ST7735 TFT + DIP Switch	Network Time Protocol (NTP)	SD
	Adafruit Metro ESP32-S3	BMP581		TFT Arduino UNO Shield	Real Time Clock (RTC)	Computadora del laboratorio
	STM32F103C8T6 - Blue pill					Base de datos del LCM
	PIC18F2455					

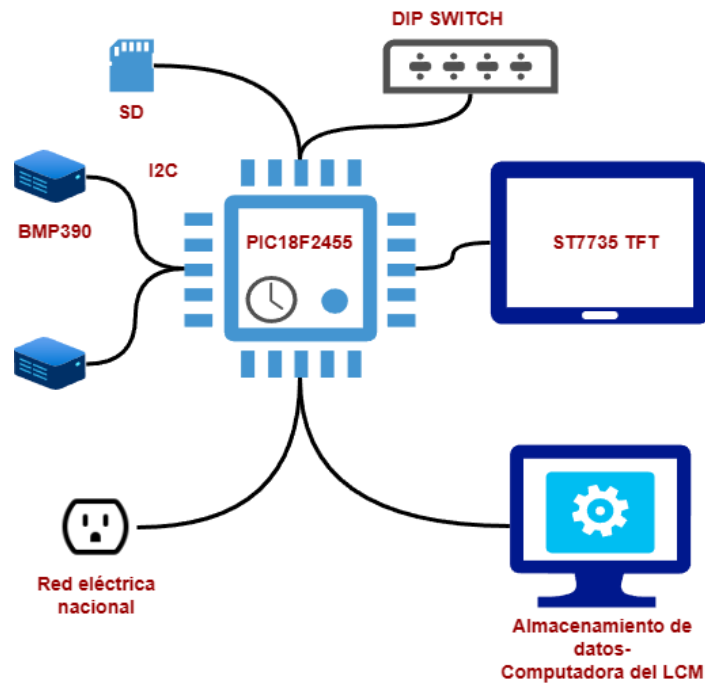


Figura 5.8. Bosquejo del concepto E.

### 5.1.2.3 Filtrado de conceptos

A continuación, se presenta la Tabla 18 en la que se realiza el filtrado de conceptos, tal como lo establece la metodología. Los conceptos con mayor puntuación y que según el criterio del diseñador tengan más viabilidad, serán llevados a la etapa de selección del concepto ganador. La escala utilizada es explicada a detalle en la sección 3.4.

Tabla 18. Filtrado de conceptos del módulo de adquisición de datos.

Criterios de selección	A- MetroDrive (Referencia)	B- DevSitioWeb	C- BluepillPC	D- YDPC	E- PICPC
Facilidad de uso	0	-	-	-	-
Información técnica disponible	0	0	0	-	0
Rango de temperatura de trabajo	0	-	0	-	0
Rango de presión de trabajo	0	-	0	-	0
Grado de confianza del guardado de datos	0	-	-	-	-
Exactitud en la toma de tiempo	0	-	-	-	-
Soporta uso continuo	0	0	-	0	0
Portabilidad	0	0	-	-	-
Escalabilidad	0	+	+	+	+
Mantenibilidad	0	+	+	+	+
Costo	0	+	-	+	+
Seguridad	0	+	+	+	+
Suma +	0	4	3	4	4

Suma 0	12	3	3	1	4
Suma -	0	5	6	7	4
Evaluación neta	0	-1	-3	-3	0
Lugar	1	2	3	3	1
¿Continuar?	Si	Si	No	No	Si

#### 5.1.2.4 Selección del concepto ganador

A continuación, se presenta la Tabla 19 de selección del concepto ganador. Se asignó un peso a cada uno de los criterios de selección a base del criterio experto del desarrollador y las necesidades expresadas por el cliente. La escala utilizada es explicada a detalle en la sección 3.4.

Tabla 19. Tabla de selección del concepto ganador del módulo de adquisición de datos.

Criterios de selección	Peso	A-MetroDrive		B-DevSitioWeb		E-PICPC	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Facilidad de uso	15	3	45	2	30	2	30
Información técnica disponible	5	3	15	3	15	3	15
Rango de temperatura de trabajo	5	4	20	3	15	4	20
Rango de presión de trabajo	5	3	15	2	10	3	15
Grado de confianza del guardado de datos	10	4	40	3	30	1	10
Exactitud en la toma de tiempo	8	5	40	3	24	2	16
Soporta uso continuo	15	2	30	3	45	3	45
Portabilidad	5	4	20	5	25	3	15
Escalabilidad	7	3	21	5	35	2	14
Mantenibilidad	10	2	20	3	30	1	10
Costo	5	1	5	3	15	2	10
Seguridad	10	1	10	3	30	3	30
<b>Evaluación neta</b>	<b>100</b>		<b>281</b>		<b>304</b>		<b>230</b>
<b>Lugar</b>			<b>2</b>		<b>1</b>		<b>3</b>
<b>¿Continuar?</b>			<b>No</b>		<b>Si</b>		<b>No</b>

En la Tabla 19 se observa que el concepto ganador es el B, por tanto, se realizara la generación de conceptos de la interfaz digital partiendo de los componentes del concepto B.

### 5.1.3 Generación de conceptos de la interfaz digital.

En la Figura 5.9 se resaltan los bloques de la descomposición funcional asociados a la interfaz digital.

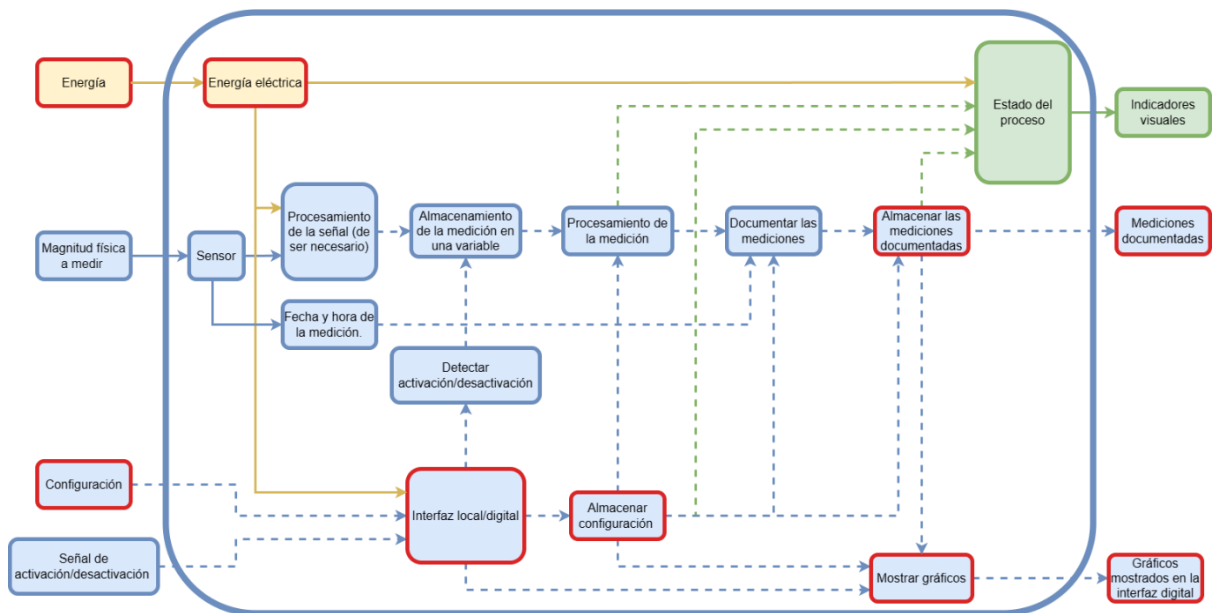


Figura 5.9. Diagrama del problema descompuesto que resalta los bloques asociados a la interfaz digital.

#### 5.1.3.1 Búsqueda interna y externa

Algunos de los bloques que son de interés para la generación de conceptos de la interfaz digital, ya fueron abordados en la búsqueda interna y externa de la generación de conceptos del módulo de adquisición de datos. Por tanto, en lo referente a las fuentes de energía, refiérase a la Tabla 6. En lo referente a medios para almacenar la información, refiérase a la Tabla 12.

En la búsqueda interna y externa de posibles soluciones de la interfaz digital se abordan temas como, tipos de plataforma en las que se puede realizar, la tecnología que se utilizará, como se podrá ingresar remotamente y los protocolos de comunicación que se verán involucrados. Los resultados de las búsquedas se muestran a continuación.

Tabla 20. Resumen de la búsqueda interna y externa de los tipos de interfaz digital.

Búsqueda interna	Búsqueda externa
Sitio web	Thing Speak [106]
Integrada en el microcontrolador	-
Aplicación móvil	
Aplicación de escritorio	

Tabla 21. Resumen de la búsqueda interna y externa de las tecnologías con las que se puede implementar la interfaz.

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
HTML	Wix [107]
C++	DotNet [30]
-	Python [108]
	Google sites [109]

Tabla 22. Resumen de la búsqueda interna y externa de los métodos de acceso remoto a la interfaz.

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
Aplicación de escritorio	Mediante una plataforma de terceros [110]
Acceso a la base de datos	-
Sitio web	
Aplicación móvil	

Tabla 23. Resumen de la búsqueda interna y externa de los protocolos de comunicación.

<b>Búsqueda interna</b>	<b>Búsqueda externa</b>
Bluetooth	Zigbee [111]
Ethernet	LoRaWAN [111]
WiFi	LoRa [111]
USB	LPWAN [111]
-	UWB [111]
	HTTP [112]
	SPI [102]

Los árboles de clasificación utilizados para la selección de los mejores candidatos de la generación de conceptos se pueden observar en el apéndice 10.4.

### 5.1.3.2 Tablas de combinaciones.

#### 5.1.3.2.1 Concepto A

5.1.3.2.2

Tabla 24. Tabla de combinación del concepto A.

Tipo de interfaz	Tecnología de implementación	Protocolo de comunicación
Sitio web	Python	Bluetooth
Aplicación móvil	C++	Wifi
Integrada en el microcontrolador	Dotnet	SPI
Aplicación de escritorio	Thing Speak	HTML
Mediante plataforma de terceros	-	HTTP

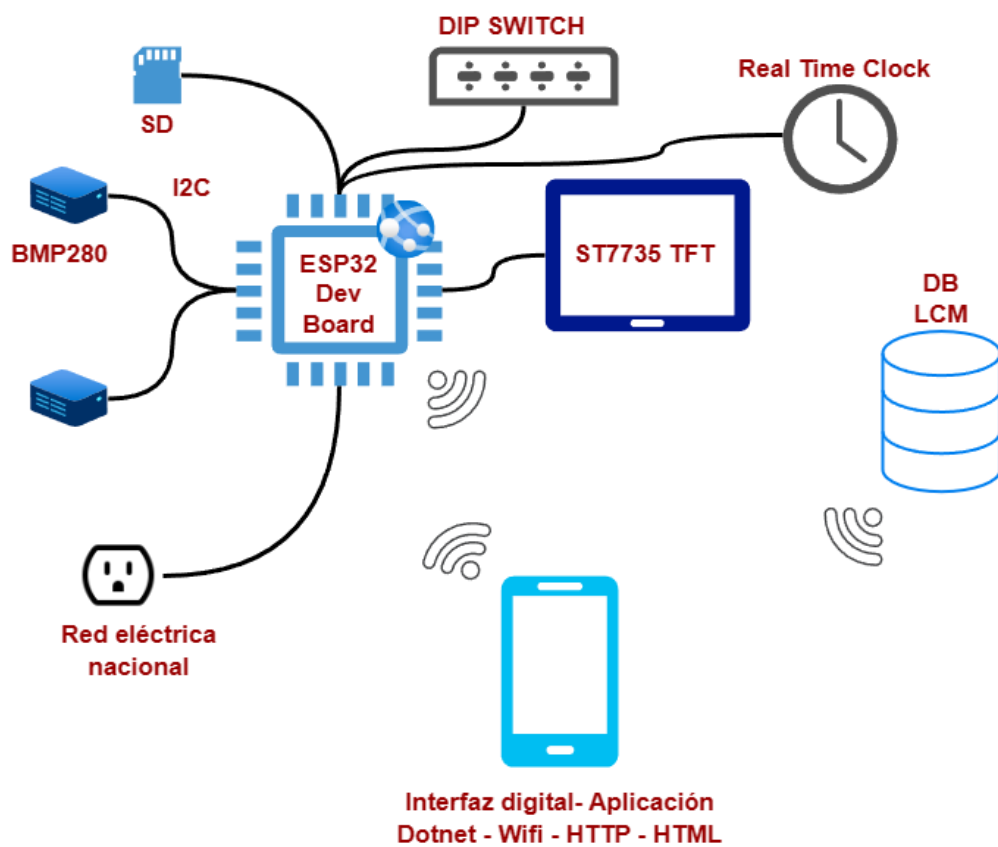


Figura 5.10. Bosquejo del concepto A.

### 5.1.3.2.3 Concepto B

Tabla 25. Tabla de combinación del concepto B.

Tipo de interfaz	Tecnología de implementación	Protocolo de comunicación
Sitio web	Python	Bluetooth
Aplicación móvil	C++	Wifi
Integrada en el microcontrolador	Dotnet	SPI
Aplicación de escritorio	Thing Speak	HTML
Mediante plataforma de terceros	-	HTTP

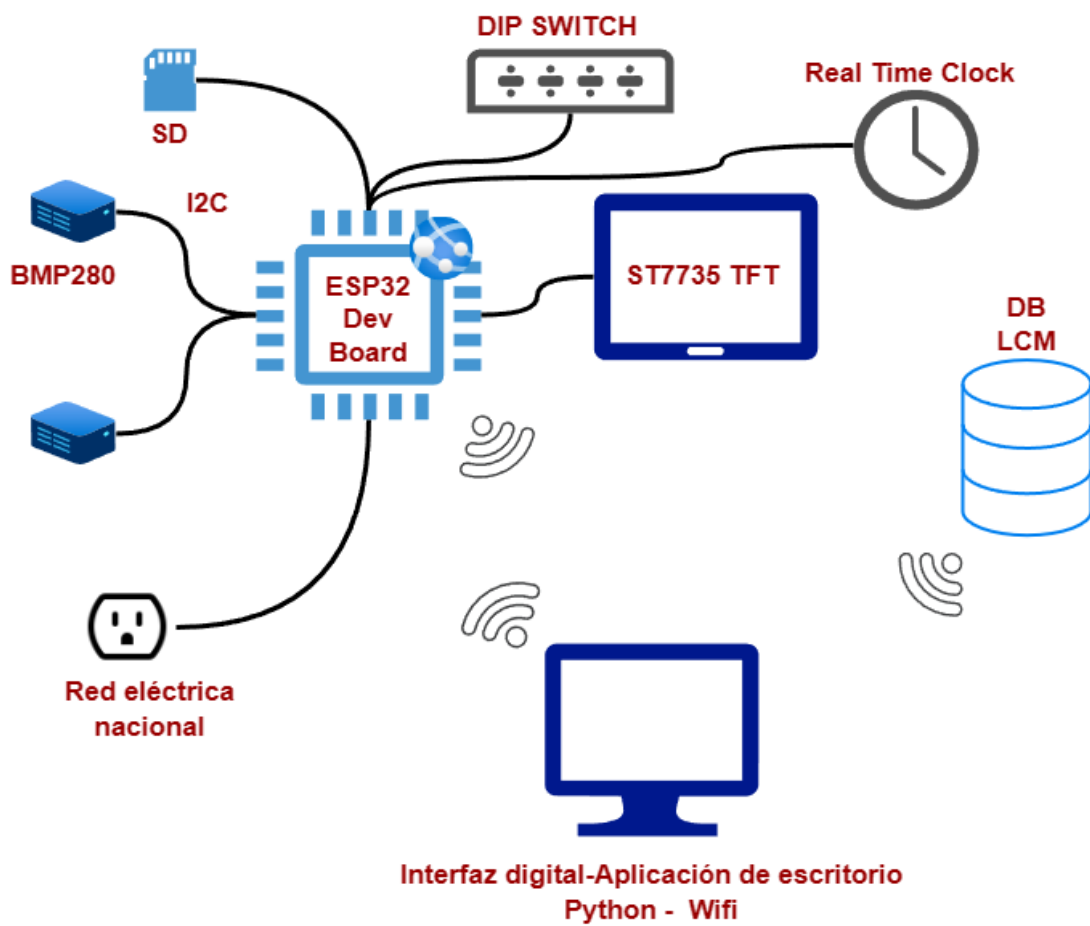


Figura 5.11. Bosquejo del concepto B.

### 5.1.3.2.4 Concepto C

Tabla 26. Tabla de combinación del concepto C.

Tipo de interfaz	Tecnología de implementación	Protocolo de comunicación
Sitio web	Python	Bluetooth
Aplicación móvil	C++	Wifi
Integrada en el microcontrolador	Dotnet	SPI
Aplicación de escritorio	Thing Speak	HTML
Mediante plataforma de terceros	-	HTTP

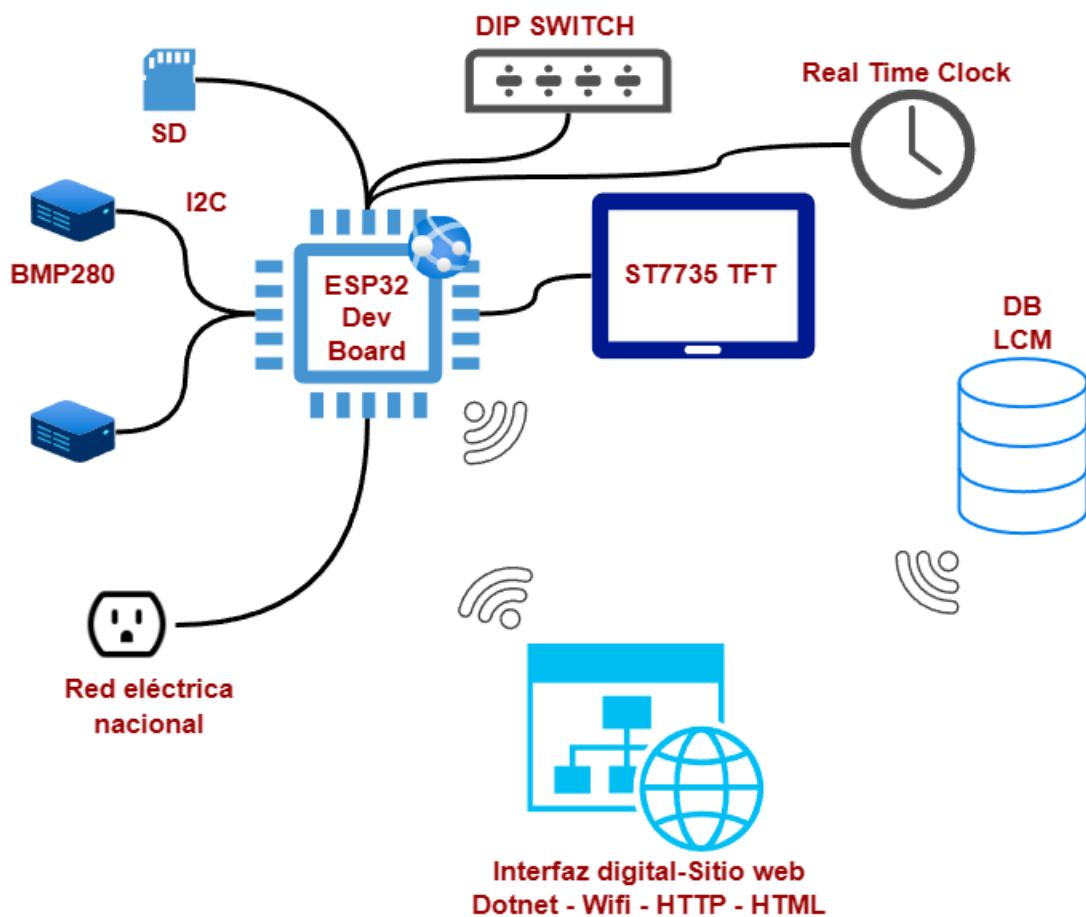


Figura 5.12. Bosquejo del concepto C.

### 5.1.3.2.5 Concepto D

Tabla 27. Tabla de combinación del concepto D.

Tipo de interfaz	Tecnología de implementación	Protocolo de comunicación
Sitio web	Python	Bluetooth
Aplicación móvil	C++	Wifi
Integrada en el microcontrolador	Dotnet	SPI
Aplicación de escritorio	Thing Speak	HTML
Mediante plataforma de terceros	-	HTTP

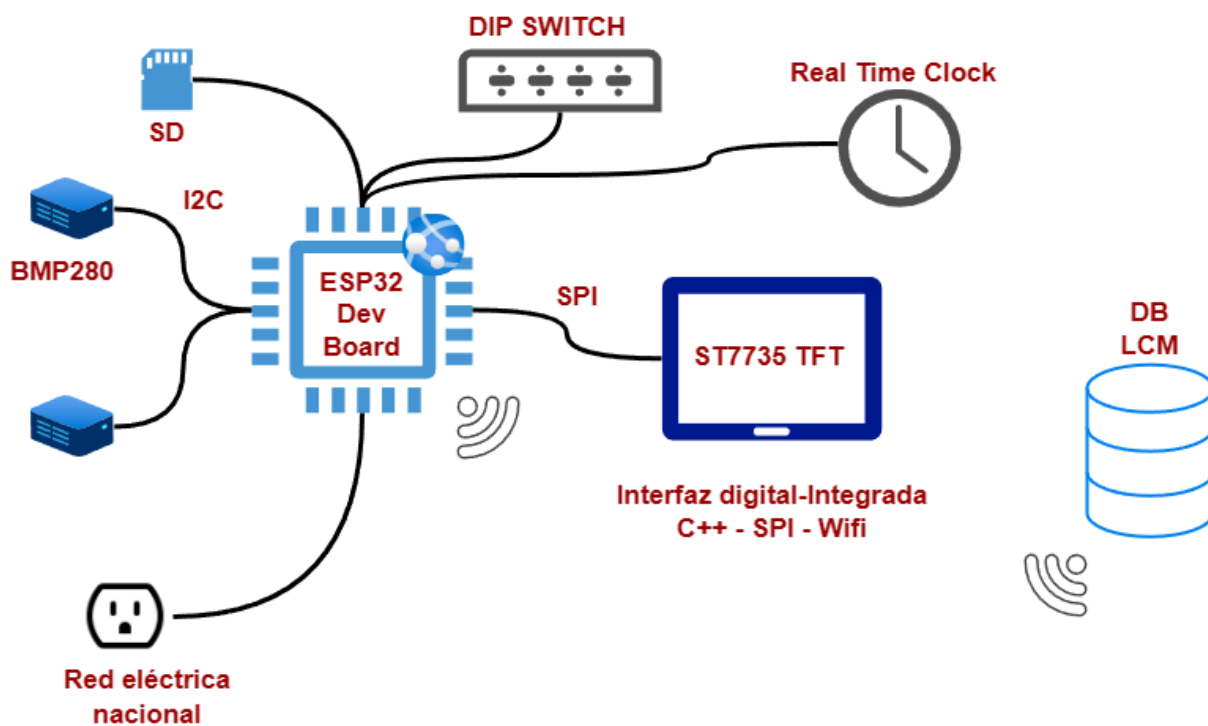


Figura 5.13. Bosquejo del concepto D.

### 5.1.3.2.6 Concepto E

Tabla 28. Tabla de combinación del concepto E.

Tipo de interfaz	Tecnología de implementación	Protocolo de comunicación
Sitio web	Python	Bluetooth
Aplicación móvil	C++	Wifi
Integrada en el microcontrolador	Dotnet	SPI
Aplicación de escritorio	Thing Speak	HTML
Mediante plataforma de terceros	-	HTTP

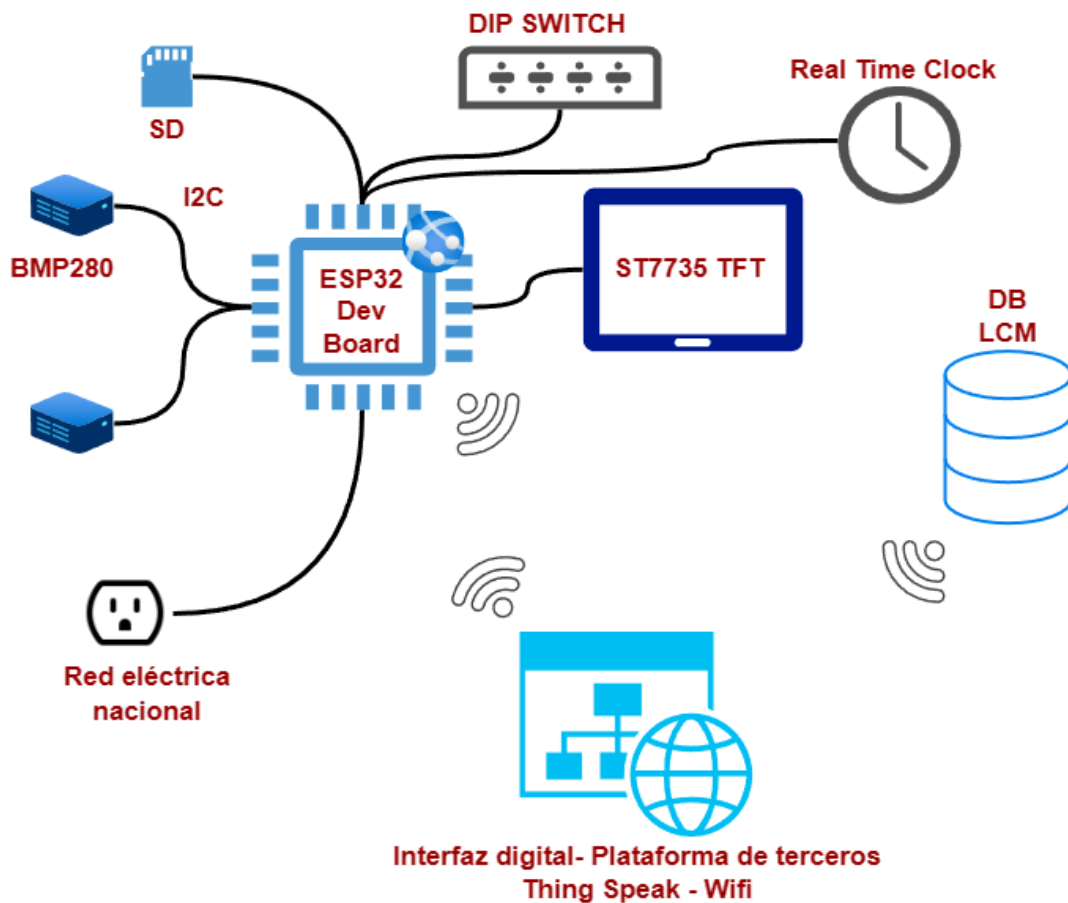


Figura 5.14. Bosquejo del concepto E.

### 5.1.3.3 Filtrado de conceptos

A continuación, se presenta la Tabla 29 en la que se realiza el filtrado de conceptos, tal como lo establece la metodología. Los conceptos con mayor puntuación y que según el criterio del diseñador tengan más viabilidad, serán llevados a la etapa de selección del concepto ganador. La escala utilizada se explica a detalle en la sección 3.4.

Tabla 29. Filtrado de conceptos de la interfaz digital.

<b>Criterios de selección</b>	<b>A-App móvil</b>	<b>B-App escritorio</b>	<b>C-Sitioweb</b>	<b>D-Integrada</b>	<b>E-ThingSpeak (Referencia)</b>
Facilidad de uso	-	0	0	-	0
Robustez de la tecnología	+	0	+	-	0
Alcance remoto	0	-	0	0	0
Escalabilidad	+	+	+	-	0
Mantenibilidad	+	+	+	-	0
Costo	+	+	+	+	0
Seguridad	+	0	+	+	0
Suma +	5	3	5	2	0
Suma 0	1	3	2	1	7
Suma -	1	1	0	4	0
<b>Evaluación neta</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>-2</b>	<b>0</b>
<b>Lugar</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>¿Continuar?</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No</b>

#### 5.1.3.4 Selección del concepto ganador

A continuación, se presenta la Tabla 30 de selección del concepto ganador. Se asignó un peso a cada uno de los criterios de selección a base del criterio experto del desarrollador y las necesidades expresadas por el cliente. La escala utilizada se explica a detalle en la sección 3.4.

Tabla 30. Tabla de selección del concepto ganador de la interfaz digital.

<b>Criterios de selección</b>	<b>Peso</b>	<b>A-App móvil</b>		<b>B-App escritorio</b>		<b>C-Sitio web</b>	
		<b>Calificación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderado</b>
Facilidad de uso	15	1	15	3	45	3	45
Robustez de la tecnología	20	3	60	1	20	3	60
Alcance remoto	10	5	50	3	30	5	50
Escalabilidad	10	3	30	2	20	3	30
Mantenibilidad	10	3	30	2	20	3	30
Costo	15	3	45	3	45	3	45
Seguridad	20	3	60	2	40	4	80
<b>Evaluación neta</b>			<b>290</b>		<b>220</b>		<b>340</b>
<b>Lugar</b>			<b>2</b>		<b>3</b>		<b>1</b>
<b>¿Continuar?</b>			<b>No</b>		<b>No</b>		<b>Si</b>

Tal como se observa en la Tabla 30, el concepto ganador es el C – Sitio web. Por tanto, se procede a desarrollar este concepto para satisfacer las necesidades del cliente.

## 5.2 Implementación del concepto ganador.

En esta sección se aprecia el proceso de la implementación del concepto ganador para obtener el prototipo funcional. La implementación se separa en dos etapas, la primera corresponde al módulo de adquisición de datos y la segunda a la interfaz digital.

### 5.2.1 Implementación del módulo de adquisición de datos.

En esta sección se explica el proceso llevado a cabo para la implementación del módulo de adquisición de datos, el proceso fue segmentado en la implementación del hardware, su uso y procesos varios que se llevan a cabo. El desarrollo de este módulo involucra conocimiento en electrónica, microcontroladores, computación y teoría de comunicación.

#### 5.2.1.1 Distribución de pines

Para la asignación de pines de los diversos componentes del módulo, se tomaron en consideración las funciones asignadas por el fabricante mediante hardware para cada uno de los pines, de acuerdo con lo especificado en la ficha técnica del microcontrolador [70]. Para mayor claridad se utilizará la Figura 5.15, la cual describe de manera general las funciones de cada uno de los pines.

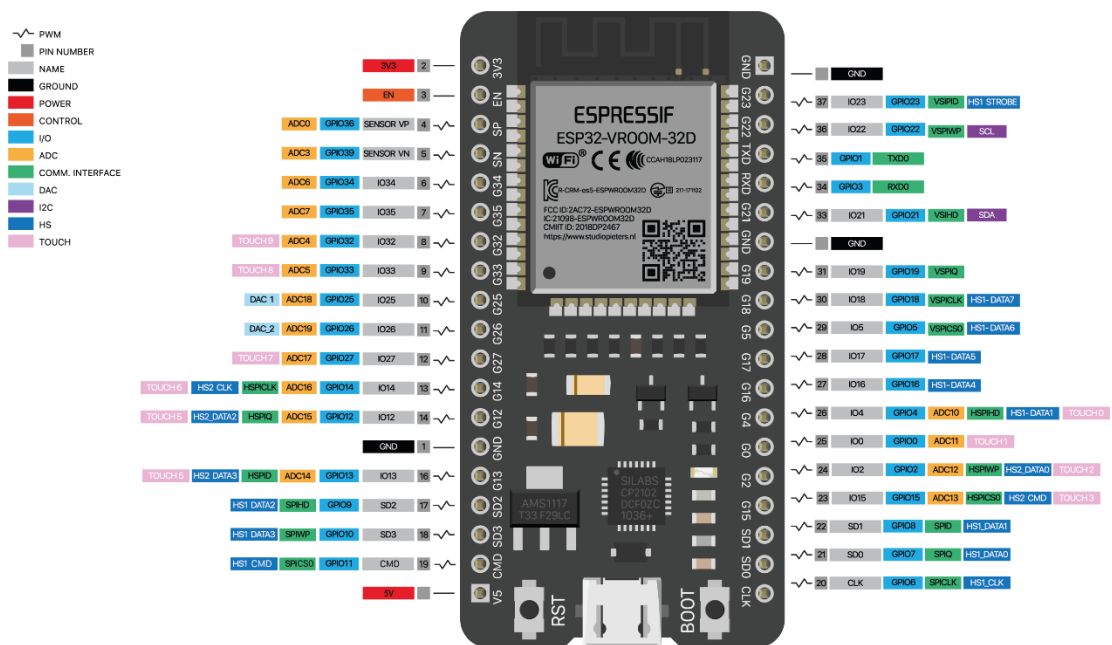


Figura 5.15. Distribución de pines del ESP32. [113]

A continuación, en la Figura 5.16 se puede observar la distribución de pines del dispositivo, la asignación de cada uno de ellos será abordada en la sección de cada componente. Algunos de ellos poseen algunas limitaciones adicionales, según menciona [70], los pines pertenecientes al grupo ADC2 (pines 0, 2, 12-15 y 26, 27) no pueden ser utilizados como entrada o salida si el módulo de wifi está en uso. También está limitado el uso de los pines que están conectados por hardware a la

comunicación SPI de la memoria flash (pines del 6 al 11) y los pines utilizados para la comunicación serial (pines 1 y 3). Adicionalmente el pin 0 afecta el modo de arranque del microcontrolador por lo que no puede estar energizado cuando se enciende.

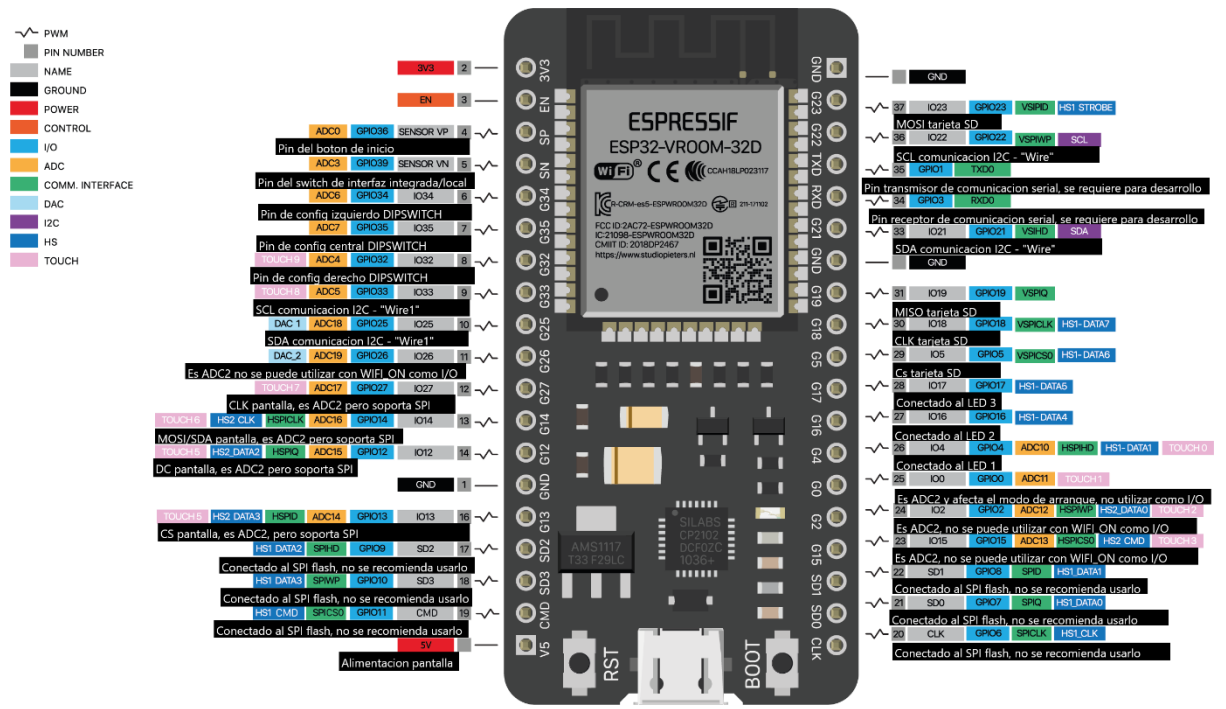


Figura 5.16. Distribución de pines del prototipo funcional.

En la Figura 5.17, se puede observar un diagrama pictórico de las conexiones realizadas. Esta funciona de referencia para futuras réplicas del dispositivo y funciona como complemento para una mejor comprensión de la distribución de pines.

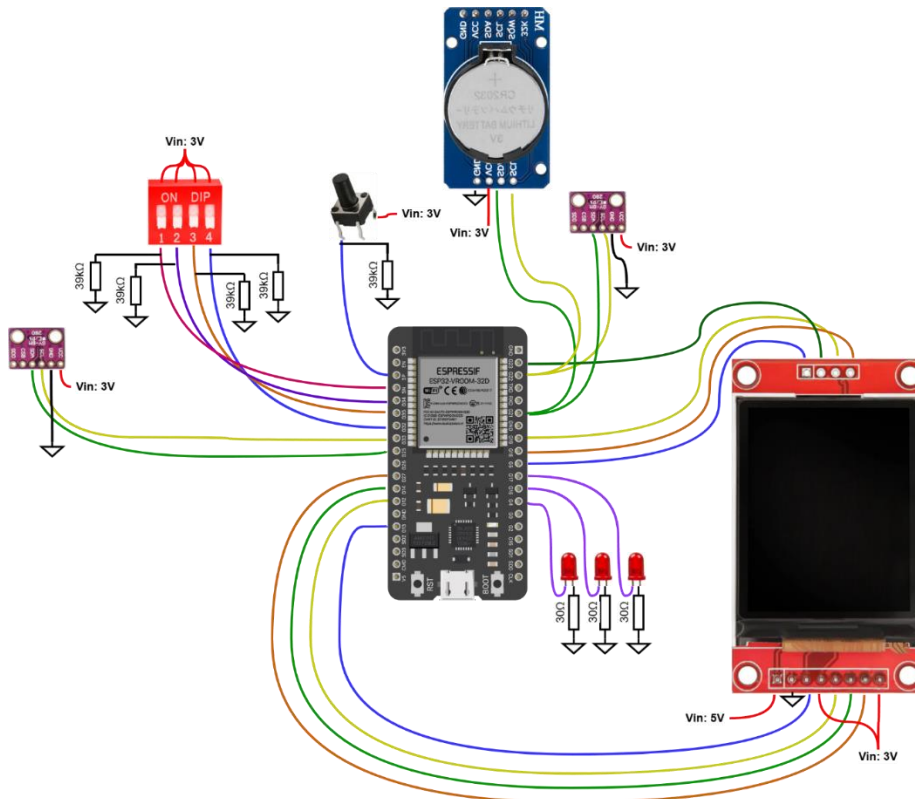


Figura 5.17. Diagrama pictórico de las conexiones.

### 5.2.1.2 Diagrama general del código

En la Figura 5.18 se observa el diagrama general del código que se encuentra en el microcontrolador. Este fue segmentado en 6 secciones, 3 de ellas funcionan serialmente y 2 de las restantes en paralelo una de las cuales depende de si se utiliza la interfaz digital o la integrada (local). En el apéndice 10.5 se encuentra el código completo del microcontrolador.

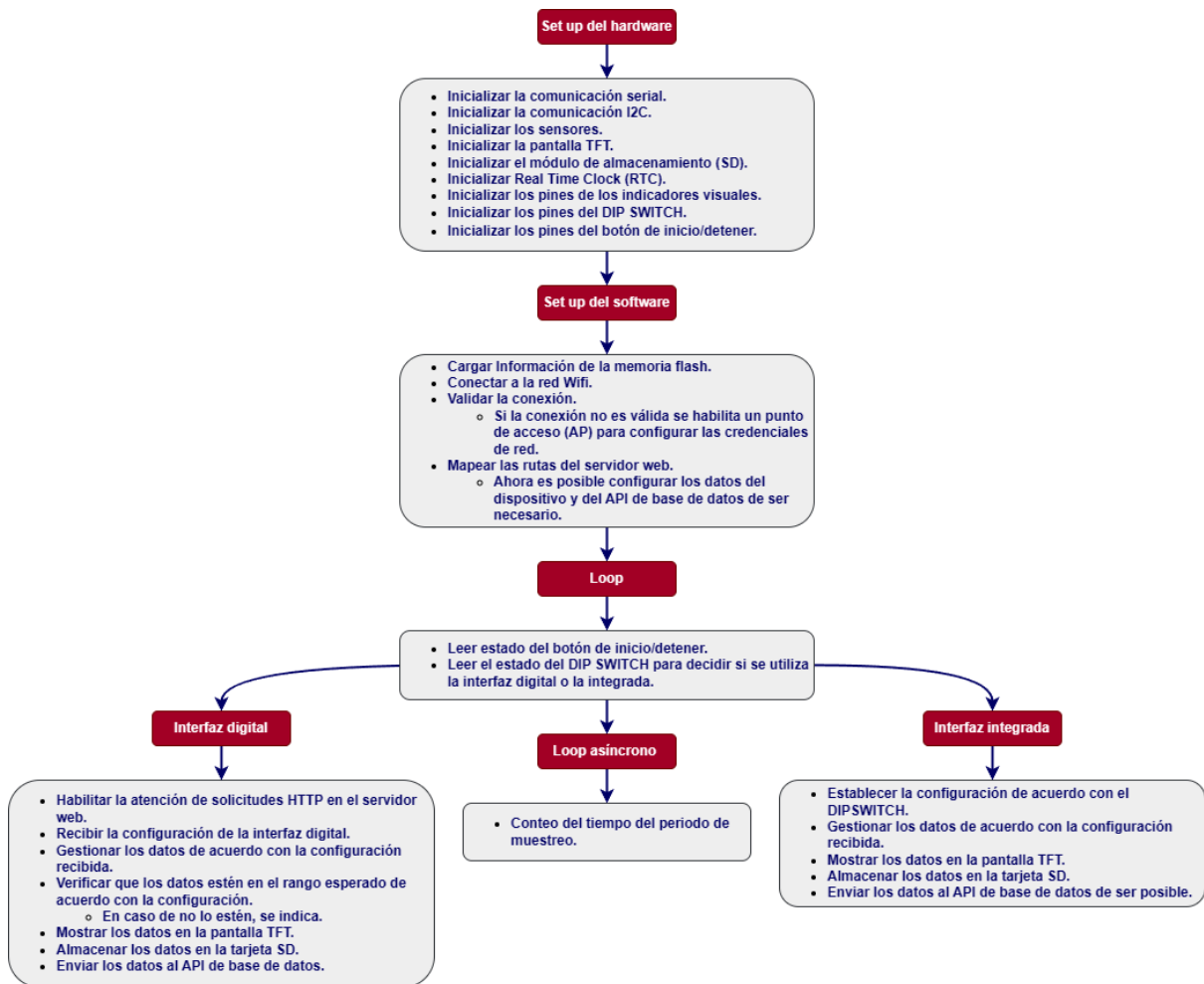


Figura 5.18. Diagrama general del código del microcontrolador.

Los segmentos llamados “set up del hardware” y “set up del software” son iterados una única vez cuando se enciende el dispositivo. Los bloques inferiores al loop son iterados constantemente. El loop asíncrono se encarga únicamente de llevar un control del tiempo para la toma de la siguiente medición, este se creó mediante el uso de los hilos del procesador.

### 5.2.1.3 Pantalla ST7735

La implementación de la pantalla debe de hacerse por medio del protocolo de comunicación SPI para la cual se utiliza la biblioteca “SPI.h”. Adicionalmente se debe de hacer uso de las bibliotecas “Adafruit\_GFX.h” y “Adafruit\_ST7735.h” que permiten manipular elementos gráficos y el manejo de la pantalla respectivamente. La declaración de pines para utilizar el protocolo SPI se observa en la Figura 5.19. Los pines 27, 14, 13, 12 y 0 pertenecen al grupo ADC2, por lo que no pueden ser utilizados como GPIO cuando el módulo de wifi esta activo, tal como en este proyecto. No obstante, es posible utilizarlos con el protocolo de comunicación SPI. Esta estrategia busca hacer un uso eficiente del hardware disponible.

```
// Uso de la pantalla ST7735 mediante SPI
#define TftSclock 27
#define TftMosi 14
#define TftCs 13
#define TftDc 12
#define TftRst 0
```

Figura 5.19. Declaración de pines para la comunicación SPI de la pantalla ST7735.

La instancia de la pantalla se realiza con la biblioteca “Adafruit\_ST7735.h” y se observa en la Figura 5.20. Su inicialización se puede observar en la Figura 5.21.

```
Adafruit_ST7735 gTft = Adafruit_ST7735(TftCs, TftDc, TftMosi, TftSclock,
TftRst);
```

Figura 5.20. Instancia de la pantalla ST7735.

```
// Inicializacion de la pantalla
gTft.initR(INITR_BLACKTAB);
gTft.setTextWrap(true);
```

Figura 5.21. Inicialización de la pantalla ST7735.

El uso de la pantalla puede ser observado en la Figura 5.22, extraída de la función “Display\_ImprimirDatos”. Esta función se encarga de mostrar en pantalla las mediciones y se refrescan únicamente cuando se ha tomado una nueva medición para hacer un uso eficiente de los recursos.

```
// Muestra en pantalla los datos obtenidos e informacion que los identifica.
void Display_ImprimirDatos(Medicion medicion)
{
  ImpresionSerialDebug("Display_ImprimirDatos");
  gTft.setTextSize(1);
  gTft.fillScreen(ST77XX_BLACK);
  gTft.setCursor(0, 0);
  gTft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
  gTft.println(gIP.toString());
```

```

gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
gTft.println(medicion.Fecha);
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_MAGENTA);
gTft.println("Dispositivo:");
gTft.println(String(medicion.DispositivoId));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_YELLOW);
gTft.println("Nombre Archivo: ");
gTft.println(gSesion.SesionId);
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_ORANGE);
if (medicion.Presion1 != 10000000)
{
gTft.println("Presion1:" + String(medicion.Presion1));
}
else
{
gTft.println("Presion1:OFF");
}

```

Figura 5.22. Ejemplo del uso de la pantalla ST7735.

#### 5.2.1.4 “Real Time Clock” (RTC)

El RTC utiliza el protocolo de comunicación I2C, por tanto, es necesario utilizar una de las dos conexiones ya existentes, pero con un bus de datos diferente. Adicionalmente se requiere la biblioteca “RTCLib.h”. La instancia del bus de datos para el RTC se observa en la Figura 5.23.

```
// Inicializacion del RTC
Alerta.RTCInicializado = Rtc.begin();

ImpresionSerialDebug("EstatusRTC: " + String(Alerta.RTCInicializado));
```

Figura 5.23. Instancia del RTC.

Adicionalmente se debe de configurar, para ello se hace uso del código que se observa en la Figura 5.24. Esta funciona de tal forma que utiliza la fecha y hora de la compilación cuando se cargó el código al microcontrolador, este método le da independencia de una conexión a internet.

```
// Configuracion de la fecha y hora
if (Rtc.lostPower())
{
    Rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
}
```

Figura 5.24. Configuración del RTC.

El uso del RTC puede ser observado en la Figura 5.25. La captura de la fecha y hora se realiza cada vez que se toma un dato, ya que esta información es parte de sus identificadores únicos.

```
DateTime Fecha = Rtc.now();
```

Figura 5.25. Ejemplo del uso del RTC.

### 5.2.1.5 Botón de inicio

Es el encargado de iniciar y detener las iteraciones del bloque “loop” e inferiores, tal como se mencionó anteriormente. Durante cada iteración se realiza una lectura del estado del botón. Para la lectura de su estado se utiliza el pin 36 como input, su declaración se puede observar en la Figura 5.26.

```
// Pin del boton de inicio
pinMode(36, INPUT);
```

Figura 5.26. Declaración del pin para la lectura del estado del botón de inicio.

Dado que el estado del botón es booleano, su uso en el código también lo es. En la Figura 5.27 se puede observar como el estado del botón influye en las acciones del dispositivo, ya sea estar a la espera de un cambio de estado o ir a leer la configuración ingresada.

```

if (digitalRead(36) == HIGH) // Lee el boton de ON/OFF
{
    delay(1500);
    ImpresionSerialDebug("Iniciar " + String(gIniciar));
    if (gIniciar)
    {
        gIniciar = false;
        Display_MensajeEsperando();
    }
    else
    {
        gIniciar = true;
        gDebeCargarConfiguracion = true;
    }
}

```

Figura 5.27. Código del uso del botón de inicio.

### 5.2.1.6 DIPSWITCH

Es utilizado para configurar el dispositivo en el modo local mediante una tabla de verdad. Las posibles configuraciones se observan en la Tabla 31. Se utiliza un DIPSWITCH de 4 interruptores, dada la disponibilidad de pines. Nótese que el pin 39 es utilizado únicamente para indicar si se está utilizando o no el modo local, por lo que solo se cuenta con 8 posibles configuraciones. A pesar de que hay algunos disponibles no pueden ser utilizados por limitaciones de hardware tal como lo especifica el fabricante [70], en la Figura 5.16 se observan las notas al respecto.

Tabla 31. Tabla de verdad del DIPSWITCH para la configuración local.

Pin 39	Pin 34	Pin 35	Pin 32	Función
Modo local	Config1	Config2	Config3	
1	0	0	0	Sensor 1 - Periodo 30 segundos
1	0	0	1	Sensor 1 - Periodo 5 minutos
1	0	1	0	Sensor 2 - Periodo 30 segundos
1	0	1	1	Sensor 2 - Periodo 5 minutos
1	1	0	0	Ambos sensores - PresionD - 10 segundos
1	1	0	1	Ambos sensores - PresionD - 30 segundos
1	1	1	0	Ambos sensores - PresionD - 1 minuto

1	1	1	1	Ambos sensores - PresionD - 5 minutos
0	0	0	0	APAGADO
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	

A nivel programático la declaración de los pines como entradas se observa en la Figura 5.28.

```
// Pines del DIPSWITCH
pinMode(39, INPUT); // Pin del switch de interfaz integrada
pinMode(34, INPUT); // Pin de config izquierdo DIPSWITCH
pinMode(35, INPUT); // Pin de config central DIPSWITCH
pinMode(32, INPUT); // Pin de config derecho DIPSWITCH
```

Figura 5.28. Declaración de los pines del DIPSWITCH como entrada.

La lectura de los pines del DIPSWITCH se puede observar en la Figura 5.29, donde dependiendo del estado de cada uno de ellos, así se establece la configuración local. Esta estructura es utilizada con cada uno de los estados de la tabla de verdad.

```
ImpresionSerialDebug("Configuracion_DIPSwitch");
bool SwitchConfig1 = digitalRead(34) == HIGH;
bool SwitchConfig2 = digitalRead(35) == HIGH;
bool SwitchConfig3 = digitalRead(32) == HIGH;
gSesion.SesionId = SD_GenerarNombreSesion();

//Valores establecidos por la ingeniera asesora.
gSesion.limiteSuperiorPresion = 91000.00;
gSesion.limiteInferiorPresion = 80000.00;
gSesion.limiteSuperiorTemperatura = 50.00;
```

```

gSesion.limiteInferiorTemperatura = -38.00;
gSesion.limiteSuperiorHumedad = 100.00;
gSesion.limiteInferiorHumedad = 5.00;

if (!SwitchConfig1 && !SwitchConfig2 && !SwitchConfig3)
{ // 0 0 0 Sensor 1 - Periodo 30 segundos
  gSesion.periodoMuestreo = 30000;
  gSesion.debeMedirPresion1 = true;
  gSesion.debeMedirPresion2 = false;
  gSesion.debeMedirPresionD = false;
  gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
  gSesion.debeMedirTemperatura2 = false;
  gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
  gSesion.debeMedirHumedad2 = false;
}

```

Figura 5.29. Ejemplo del uso del DIPSWITCH para asignar la configuración local del dispositivo.

El fabricante aclara en la ficha técnica del microcontrolador [70] que los pines del 34 al 39 son únicamente entradas y no poseen resistencias internas de “pull up” ni “pull down”. De igual forma el fabricante indica que los valores de resistencias “pull up” y “pull down” que utiliza son de 45k ohm. Puesto que se están realizando lecturas de interruptores, se implementan resistencias “pull down” para garantizar una correcta lectura. Las resistencias utilizadas son de 39k ohm dada la disponibilidad comercial, se opta por un valor un poco menor para evitar otorgar un voltaje a la entrada mayor al soportado.

#### 5.2.1.7 LED

La incorporación de LED al dispositivo satisface la necesidad de incorporar indicadores visuales sin saturar la pantalla y separando datos varios de las alertas. Los significados de los indicadores están especificados en una tabla de verdad, esta se puede observar en la Tabla 32. Dada la disponibilidad de pines los significados de cada estado de la tabla fueron seleccionados cuidadosamente, de tal forma que se informe al usuario sobre el estado del dispositivo, si un valor esta fuera del rango especificado o si hay problemas de algún tipo con un componente del módulo de adquisición de datos.

Cada uno de los criterios de la tabla de verdad, son evaluados en orden descendiente. Es decir, tiene mayor prioridad la notificación de un valor fuera de rango sobre un fallo en la inicialización del wifi.

Tabla 32. Tabla de verdad de los indicadores visuales.

LED1	LED2	LED3	Significado
0	0	0	Esperando inicio
0	0	1	Valor fuera de rango
0	1	0	Wifi no inicializado
0	1	1	BME1 no inicializado
1	0	0	BME2 no inicializado
1	0	1	RTC no inicializado
1	1	0	SD no inicializada
1	1	1	Tomando mediciones

A nivel programático los pines de los LED son definidos como salida, este paso se puede observar en la Figura 5.30.

```
// Inicializacion de los LED (indicadores visuales)
pinMode(17, OUTPUT); // LED3
pinMode(16, OUTPUT); // LED2
pinMode(4, OUTPUT); // LED1
```

Figura 5.30. Inicialización como salida de los pines de los indicadores visuales.

En la Figura 5.31 se puede observar un segmento de la función “Alerta\_encender” en la que se controla el estado de los LED, según los resultados obtenidos en la evaluación de criterios. La evaluación de criterios se realiza en la función “RefrescarAlertas”.

```
void Alerta_Encender(int pin4, int pin16, int pin17)
{
    digitalWrite(4, pin4);
    digitalWrite(16, pin16);
    digitalWrite(17, pin17);
}
```

Figura 5.31. Función “Alerta\_Encender” encargada del estado de las LED.

La correcta implementación de las LED en el circuito implica que se realice un cálculo del valor de las resistencias que lo acompañan. Para estos se debe de tomar en consideración la corriente que transmite el microcontrolador y el voltaje de operación del LED. De acuerdo con la ficha técnica del microcontrolador [70] la corriente es de 40mA y según lo indicado por [114], el voltaje de las LED rojas se encuentra entre 1.6 y 2 voltios. Tomando en consideración que el microcontrolador otorga 3 voltios, el cálculo de la resistencia se observa en la ecuación (5.1).

$$R = \frac{3V - 1.8V}{40mA} = 30 \Omega \quad (5.1)$$

### 5.2.1.8 Lector de tarjeta SD

Para su implementación y uso se requieren las bibliotecas “SD.h” y “FS.h”, las cuales trabajan en conjunto para guardar datos en la tarjeta SD. El lector de la tarjeta SD se comunica por medio del protocolo de comunicación SPI, por lo que es necesario declarar sus pines tal como se observa en la Figura 5.32.

```
// Uso de la tarjeta SD mediante SPI
#define MOSISD 23
#define MISOSD 19
#define ClkSD 18
#define CsSD 5
```

Figura 5.32. Declaración de los pines para la comunicación SPI de la tarjeta SD.

Los pines seleccionados son dedicados al protocolo SPI por hardware, lo que le permite mayores velocidades. La instancia de la comunicación se puede observar en la Figura 5.33. Se toma esta decisión dado que el guardado de datos es comúnmente conocido como un proceso lento a nivel computacional. El uso de la tarjeta SD se abordará más adelante en el apartado 5.2.1.16

```
// Variable SpiSD tipo SPIClass para utilizar el VSPI del ESP32
SPIClass SpiSD = SPIClass(VSPI);
```

Figura 5.33. Instancia de la comunicación SPI por hardware para la tarjeta SD.

### 5.2.1.9 Estructuras

Para el manejo de las variables de configuración, mediciones y alertas, se utilizan estructuras. Esta herramienta de C++ es inmutable en cuanto la cantidad de

elementos y puede contener variables de diversos tipos. Su uso permite tener un orden en el manejo de variables a nivel del código y de memoria, ya que las variables son almacenadas en espacios de memoria adyacentes. [115]. En la Figura 5.34 se observa el código de la estructura “Configuración”. En el apéndice 10.5 se puede observar el código de las otras estructuras utilizadas.

```
// Estructura que almacena la configuracion del dispositivo.
struct Configuracion
{
    char ApiUrl[200];
    char ApiPort[5];
    char DispositivoId[30];
    char WifiSsid[30];
    char WifiPassword[30];
    IPAddress WifiIP;
};
```

Figura 5.34. Código de la estructura “Configuración”.

#### 5.2.1.10 Configuración del servidor y el wifi

El servidor es utilizado para configurar los datos del API que se comunica con la base de datos, las credenciales de la red wifi y el identificador del dispositivo. Se requieren las bibliotecas “Wifi.h” y “WebServer.h”. El wifi puede ser inicializado de dos formas, la primera es el “modo estación” en el que funciona como cliente de una red y el segundo es el modo “punto de acceso” en el que crea una red local. Tal como se menciona en la Figura 5.18, primero se inicializa e intenta conectarse a la red wifi, tal como se observa en la Figura 5.35.

```
// Funcion para conectar el ESP32 a la red existente.
void Wifi_Inicializar()
{
    WiFi.mode(WIFI_STA); // Inicializa en modo estacion/cliente

    ImpresionSerialDebug("Conectando a WifiSsid:" +
String(gConfiguracion.WifiSsid) + " WifiPassword: " +
String(gConfiguracion.WifiPassword));

    WiFi.config(INADDR_NONE, INADDR_NONE, INADDR_NONE, INADDR_NONE);

    WiFi.setHostname(gConfiguracion.DispositivoId); // Puede ser necesario
reiniciar el router para que haga efecto

    Alerta.WifiInicializado = WiFi.begin(gConfiguracion.WifiSsid,
gConfiguracion.WifiPassword);
```

```
}
```

Figura 5.35. Inicialización del wifi y el proceso de conexión a una red existente.

Independientemente de que sea posible o no conectarse a la red wifi el dispositivo se mantiene en modo estación, por lo que es necesario validar la conexión. Mediante el código mostrado en la Figura 5.36, se valida la conexión y en caso de fallar el dispositivo pasa a modo punto de acceso.

```
// Valida si la conexión a la red fue exitosa, caso contrario inicia un punto de acceso (AP) para poder configurar los credenciales de la red.

void Wifi_ValidarConexion()
{
    byte intentos = 0;
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
        delay(1000);
        if (intentos++ > 30)
        {
            WiFi.mode(WIFI_AP);
            WiFi.softAP("Setup MPD"); //(ssid, password)
            ImpresionSerialDebug("Iniciando el Wifi en modo Access Point");
            break;
        }
    }
}
}
```

Figura 5.36. Función que valida la conexión al wifi y en caso de fallo inicializa el modo punto de acceso.

Independientemente de si el dispositivo se conectó a la red wifi o es un punto de acceso, este habilita el servidor de configuración mencionado anteriormente. La inicialización del servidor y el mapeo de sus rutas se puede observar en la Figura 5.37.

```
// Mapea las rutas web del servidor

void WebServer_MapearRutas()
```

```

{
  gServerWeb.on("/", WebServer_PortalHome);           // Despliega los
datos ingresados
  gServerWeb.on("/wifi", WebServer_PortalWifi);       // Permite configurar
los credenciales de la red WiFi existente
  gServerWeb.on("/config", WebServer_PortalConfiguracion); // Permite
configurar los credenciales del API que comunica con la DB
  gServerWeb.on("/PostConfiguracion", WebServer_ConfigurarSesion);
  gServerWeb.begin();
  ImpresionSerialDebug("Servidor HTTP iniciado");
}

```

Figura 5.37. Función que inicializa el servidor y mapea sus rutas.

Para las rutas “/wifi” y “/config” se crearon dos códigos HTML, uno de ellos permite ingresar las credenciales y la otra notifica si se guardó con éxito la configuración. La ruta “/PostConfiguracion” es para recibir solicitudes de la interfaz digital por lo que no posee código HTML. Las rutas funcionan de tal forma que cuando se recibe una solicitud, esta es direccionada a una función dedicada al procesamiento de esa solicitud. Las funciones se encargan de extraer las credenciales de la red, el API, el dispositivo y la configuración ingresadas por el usuario según corresponda y almacenarlo en variables que a su vez son guardadas en la memoria flash del dispositivo para su uso posterior. Estas funciones se pueden observar en el apéndice 10.5 y las diversas páginas del servidor del dispositivo se pueden observar de la Figura 5.38 a la Figura 5.42.

# Laboratorio Costarricense de Metrología

Dispositivo de medición de Presión, Temperatura y Humedad.

## Dispositivo

Atributo	Valor
Dispositivo	Prototipo

## Wifi

Atributo	Valor
Ssid	lombriz
Ip	192.168.0.23

## Api

Atributo	Valor
Url	http://192.168.0.25
Port	81

Autor: Jose Mauricio Brenes Siles

[jmbrenes@outlook.com](mailto:jmbrenes@outlook.com)

Figura 5.38. Página con información general del dispositivo.

## Configuración de Wifi

SSID

Contraseña

Guardar

Figura 5.39. Página para ingresar credenciales del wifi.

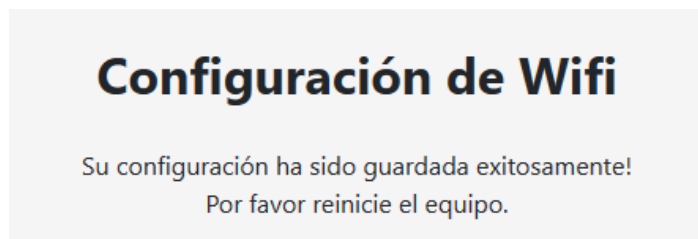


Figura 5.40. Página de éxito en el guardado de credenciales del wifi.

#### Configuración del Servidor MPD Api

#### Configuración del Dispositivo

Guardar

Figura 5.41. Página para ingresar credenciales del API y el dispositivo.

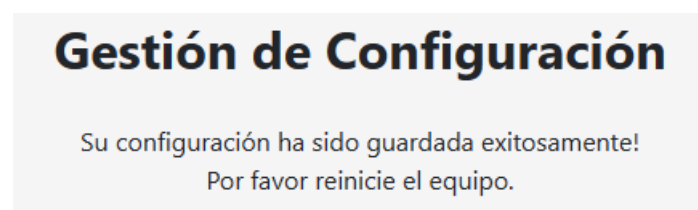


Figura 5.42. Página de éxito en el guardado de credenciales del API y del dispositivo.

#### 5.2.1.11 Cargar la configuración de memoria

No es necesario que el usuario configure el dispositivo cada vez que lo va a utilizar, ya que la configuración es guardada en memoria cada vez que el usuario realiza algún cambio. Se hace uso de la biblioteca "Preferences.h", la cual permite almacenar y leer datos de la memoria flash del microcontrolador. El guardado de la configuración del wifi y el API puede observar en la Figura 5.43. El principio de funcionamiento es el mismo para el guardado de la configuración que ingresa el usuario.

```

void Configuracion_Guardar()
{
    bool statusPreferencesConfig = preferences.begin("Configuracion");
        ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfig:" +
String(statusPreferencesConfig));
        preferences.putBytes("Configuracion", &gConfiguracion,
sizeof(gConfiguracion));
    preferences.end();
}

```

Figura 5.43. Función que guarda la configuración en la memoria flash.

La lectura de la configuración se realiza cada vez que se energiza o se reinicia el dispositivo. El código mediante el cual se carga de memoria la configuración del wifi y API se observa en la Figura 5.44.

```

void Configuracion_Cargar()
{
    bool statusPreferencesConfig = preferences.begin("Configuracion");
        ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfig:" +
String(statusPreferencesConfig));
        preferences.getBytes("Configuracion", &gConfiguracion,
sizeof(gConfiguracion));
    preferences.end();
}

```

Figura 5.44. Función que carga la configuración de la memoria flash.

### 5.2.1.12 Lectura de la configuración

Existen dos funciones de lectura de configuración, una dedicada a la configuración local y la otra a la ingresada por el usuario mediante la interfaz digital. En la Figura 5.29 se puede observar una sección del código con el que se lee la configuración local. Por otra parte, en la Figura 5.45 se puede observar la función que realiza la lectura de la configuración del usuario.

```

// Toma la configuracion recibida de la interfaz de usuario y se la asigna a la
configuracion principal del programa.
void Configuracion_UI()
{
    ImpresionSerialDebug("Configuracion_UI");
}

```

```

gSesion.SesionId = SD_GenerarNombreSesion();
gSesion.periodoMuestreo = gConfiguracionUI.periodoMuestreo;
gSesion.debeMedirPresion1 = gConfiguracionUI.debeMedirPresion1;
gSesion.debeMedirPresion2 = gConfiguracionUI.debeMedirPresion2;
gSesion.debeMedirPresionD = gConfiguracionUI.debeMedirPresionD;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura1;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura2;
gSesion.debeMedirHumedad1 = gConfiguracionUI.debeMedirHumedad1;
gSesion.debeMedirHumedad2 = gConfiguracionUI.debeMedirHumedad2;

gSesion.limiteSuperiorPresion = gConfiguracionUI.limiteSuperiorPresion;
gSesion.limiteInferiorPresion = gConfiguracionUI.limiteInferiorPresion;
        gSesion.limiteSuperiorTemperatura =
gConfiguracionUI.limiteSuperiorTemperatura;
        gSesion.limiteInferiorTemperatura =
gConfiguracionUI.limiteInferiorTemperatura;
gSesion.limiteSuperiorHumedad = gConfiguracionUI.limiteSuperiorHumedad;
gSesion.limiteInferiorHumedad = gConfiguracionUI.limiteInferiorHumedad;

        ImpresionSerialDebug("Configuracion_UI : " +
String(gSesion.periodoMuestreo));
}

```

Figura 5.45. Función “Configuración\_UI” en la que se lee la configuración ingresada por el usuario.

### 5.2.1.13 Generación automática del nombre de la sesión

La memoria SD posee el formato FAT32 el cual utiliza el formato llamado “8.3”. Este consiste en una extensión máxima de 8 caracteres para el nombre del archivo y 3 para su extensión. Para evitar que el usuario ingrese un nombre no válido para el archivo se utiliza la función “SD\_GenerarNombreSesion” que autogenera los nombres basados en la terminación del año, mes y día de la toma de datos, para un total de 6 caracteres. Los últimos dos caracteres son un número de no más de dos dígitos, por tanto, se pueden generar como máximo 100 archivos por día. El código se encarga de detectar cual es el archivo más nuevo y si requiere reiniciar o no el conteo de archivos diarios. El código mediante el cual se genera el nombre de la sesión se puede observar en el apéndice 10.5.

### 5.2.1.14 Sensores BME/P 280

Los sensores BME/P 280 tienen la capacidad de comunicarse por medio del protocolo SPI e I2C, tal como se observa en la Tabla 5. Dado a que existe una limitante en la disponibilidad de pines, se opta por realizar la implementación de los sensores utilizando el protocolo I2C. El ESP32, tiene dedicados los pines 21 y 22 para la comunicación I2C, adicionalmente permite utilizar este protocolo con otros pines GPIO siempre y cuando no existan otras incompatibilidades. En esta implementación se utilizaron los pines 25 y 33. En la Figura 5.46 se observa la declaración de los pines.

```
// Uso de bme1 y RTC mediante I2C
#define I2cSda 21
#define I2cScl 22

// Uso de bme2 mediante I2C
#define I2cSda1 25
#define I2cScl1 33
```

Figura 5.46. Declaración de pines para la comunicación I2C.

Para utilizar el protocolo de comunicación, es necesario importar la biblioteca “Wire.h” que permite establecer la conexión, las instancias se observan en la Figura 5.47. Para el manejo de los sensores se requiere la biblioteca “Adafruit\_Sensor.h” y “Adafruit\_BME280.h”, de esta última se realiza una instancia que permite el manejo del sensor; se puede observar en la Figura 5.48. Dado que se están utilizando diferentes conexiones I2C para cada sensor, la asignación de los buses de datos es independiente y se observa en la Figura 5.49

```
Alerta.WireInicializado = Wire.begin(I2cSda, I2cScl);
ImpresionSerialDebug("Estatus Wire: " + String(Alerta.WireInicializado));
Alerta.Wire1Inicializado = Wire1.begin(I2cSda1, I2cScl1);
ImpresionSerialDebug("Estatus Wire1: " + String(Alerta.Wire1Inicializado));
```

Figura 5.47. Instancia de la conexión I2C.

```
Adafruit_BME280 gBme1;
Adafruit_BME280 gBme2;
```

Figura 5.48. Instancia de la biblioteca “Adafruit\_BME280.h”.

```
Alerta.BME1Inicializado = gBme1.begin(0x76, &Wire);
```

```
ImpresionSerialDebug("Estatus BME1: " + String(Alerta.BME1Inicializado));  
Alerta.BME2Inicializado = gBme2.begin(0x76, &Wire1);  
ImpresionSerialDebug("Estatus BME2: " + String(Alerta.BME2Inicializado));
```

Figura 5.49. Instancia de los buses de datos para cada sensor.

La línea de código mediante la cual se obtienen datos del sensor se puede observar en la Figura 5.50. Nótese que para el otro sensor la única diferencia es que se utiliza la instancia "gBme2".

```
presion = (gBme1.readPressure());  
humedad = gBme1.readHumidity();  
temperatura = gBme1.readTemperature();
```

Figura 5.50. Obtención de datos del sensor.

#### 5.2.1.15 Verificación de los valores

Una vez capturados los valores se verifica que estos se encuentren dentro del rango esperado. Existen dos sets de rangos, uno que es ingresado por el usuario mediante la interfaz digital y unos predefinidos por la ingeniera asesora en el modo local. El uso de cada uno depende del modo en el que se encuentre el dispositivo. Un extracto del código mediante el cual se realiza la verificación de los valores se observa en la Figura 5.51. Donde se observa la declaración de algunas variables locales que actúan como banderas para el control de los resultados de la verificación y la verificación como tal que toma en consideración los límites, si en un principio se debe medir la magnitud y un token que representa un valor que no debe ser medido.

```

// Verifica si los valores medidos estan dentro de los rangos establecidos.
void Medicion_VerificacionRangos(Medicion medicion)
{
    ImpresionSerialDebug("Medicion_VerificacionRangos");
    // Banderas que llevan control del resultado de la verificacion
    bool vdebeMedirPresion1 = 0;
    bool vdebeMedirPresion2 = 0;
    bool vdebeMedirTemperatura1 = 0;
    bool vdebeMedirTemperatura2 = 0;
    bool vdebeMedirHumedad1 = 0;
    bool vdebeMedirHumedad2 = 0;

    Alerta.ValorFueraRango = false;

    vdebeMedirTemperatura1 = ((medicion.Temperatura1 >
gSesion.limiteSuperiorTemperatura || medicion.Temperatura1 <
gSesion.limiteInferiorTemperatura) && (medicion.Temperatura1 != 10000000 &&
gSesion.debeMedirTemperatura1));
    if (vdebeMedirTemperatura1)
    {
        ImpresionSerialDebug("Activado por temp1");
    }
}

```

Figura 5.51. Extracto de la función Medicion\_VerificacionRangos.

### 5.2.1.16 Guardado de datos

El guardado de los datos requiere un preprocesamiento de la información antes de almacenarla en la tarjeta SD y enviársela al API. El preprocesamiento varía dependiendo de donde se vaya a almacenar la información. En el caso de la tarjeta SD, se toman cada una de las mediciones, se verifica si su valor es el del token o no y se concatena al string que será guardado. En caso de ser igual al token se asigna el nombre "NULL" en lugar de una magnitud. Una sección del código se observa en la Figura 5.52.

```

String Medicion_StringParaSD(Medicion medicion)
{
    String texto = (String(medicion.DispositivoId) + ";");

    texto.concat(medicion.SesionId + ";");

    texto.concat(medicion.Fecha + ";");

    if (medicion.Presion1 != 10000000)
    {
        texto.concat(String(medicion.Presion1) + ";");
    }
    else
    {
        texto.concat("NULL;");
    }
}

```

Figura 5.52. Extracto de la función Medicion\_StringParaSD.

Una vez construido el string de los datos este es enviado a una función encargada de ingresar el string al archivo. La función encargada se observa en la Figura 5.53.

```

// Realiza un append de los datos en el archivo .
void AppendTexto(fs::FS &fs, String nombreArchivo, String texto)
{
    File archivo = fs.open(nombreArchivo, FILE_APPEND);
    if (!archivo)
    {
        ImpresionSerialDebug("No se logro abrir el archivo");
        return;
    }
    if (archivo.print(texto))

```

```
{
    ImpresionSerialDebug("Se logro escribir en el archivo");
}
else
{
    ImpresionSerialDebug("No se logro escribir en el archivo");
}
archivo.close();
ImpresionSerialDebug("Guardado con exito el texto:" + texto);
}
```

Figura 5.53. Función encargada de ingresar el string de datos al archivo.

Un ejemplo de la información concatenada y guardada en un archivo .txt se observa en la Figura 5.54. Esta estructura permite abrir el archivo en Excel con facilidad para procesar los datos.

```
Prototipo;24050901;2024-5-9 14:10:21;86086.62;NULL;0.00;29.24;NULL;51.13;NULL;
Prototipo;24050901;2024-5-9 14:10:51;86085.09;NULL;0.00;29.24;NULL;51.18;NULL;
Prototipo;24050901;2024-5-9 14:11:21;86086.41;NULL;0.00;29.26;NULL;51.17;NULL;
```

Figura 5.54. Datos concatenados guardados un archivo .txt.

Para que el archivo guardado en la SD tenga una fecha actualizada es necesario sincronizar el reloj interno del microcontrolador con el RTC. Para sincronizarlos se utiliza la biblioteca llamada “ESP32Time.h”. El código mediante el cual se realiza la sincronización se observa en la Figura 5.55.

```
// Configuracion de la fecha y hora para el timestamp de los archivos
DateTime fecha = Rtc.now();
gRtcInterno.setTime(fecha.unixtime());
```

Figura 5.55. Código para la sincronización del reloj interno y el RTC.

El procesamiento de los datos para guardarlos en la base de datos consiste en ingresar los valores al string que será enviado en la solicitud HTTP. Un extracto de la función que realiza este proceso se observa en la Figura 5.56, además aquí se muestra la instancia de la biblioteca “HTTPClient.h” mediante la cual se envía la solicitud. El envío de la solicitud HTTP puede ser observada en la Figura 5.57.

```

// Crea y envia la solicitud POST al API encargado de solicitar el guardado de
los datos en la base de datos.
void WebServer_GuardarApiDeBD(Medicion medicion, String fechaStringHTTP)
{
    ImpresionSerialDebug("WebServer_AsyncGuardarApiDeBD...");

    HTTPClient http;
    String apiUrl = gConfiguracion.ApiUrl;
    String apiPort = gConfiguracion.ApiPort;
    String url = "";
    if(apiPort == "80"){
        url = (apiUrl + "/PostMedicion");
    }
    else{
        url = (apiUrl + ":" + apiPort + "/PostMedicion");
    }

    // Se construye el string de los datos.
    String          StringDatos          =
"DispositivoId=$dispositivoId&SesionId=$sesionid&FechaCaptura=$fechaCaptura&Pr
esionAbsoluta1=$presionAbsoluta1&PresionAbsoluta2=$presionAbsoluta2&PresionDif
erencial=$presionDiferencial&Humedad1=$humedad1&Humedad2=$humedad2&Temperatura
1=$temperatura1&Temperatura2=$temperatura2";

    StringDatos    =    replaceStr(StringDatos,    "$dispositivoId",
String(medicion.DispositivoId));

```

Figura 5.56. Creación del string que será enviado en la solicitud HTTP.

```

String paquete = url + "?" + StringDatos;
ImpresionSerialDebug("Paquete a enviar: " + paquete);
http.begin(paquete);

int httpRespuesta = http.GET();
String payload = http.getString();

```

```

ImpresionSerialDebug("Codigo http: " + String(httpRespuesta));
ImpresionSerialDebug("Data del servidor:");
ImpresionSerialDebug(payload);
http.end();

```

Figura 5.57. Envío de la solicitud HTTP al API.

### 5.2.1.17 Función loop

La función loop principal es el corazón del dispositivo, ya que en él se realiza la constante lectura del estado del botón de inicio, se lee la configuración y se envía la orden para empezar a registrar las mediciones. La lectura del estado del botón sucede cíclicamente a altas velocidades. Para observar el código de la función, véase el apéndice 10.5.

### 5.2.1.18 Función loop asincrónica

Esta función es llamada “semáforo” en el código y al igual que la función loop principal, tiene un comportamiento cíclico a altas velocidades con la excepción de que son asincrónicas. En este caso es la encargada de notificar cuando se debe de tomar una medición, ya que lleva control del periodo de muestreo. Haciendo analogía a los semáforos, esta función da luz verde para tomar una única medición una vez que haya transcurrido el tiempo del periodo de muestreo. Posterior a la toma de la medición, el semáforo se pone en rojo y no permite tomar otra medición hasta que transcurra nuevamente otro periodo de tiempo. Esta decisión de diseño se toma para controlar con la mayor exactitud posible el periodo de muestreo y en paralelo el loop principal se encarga de las demás tareas.

Para la creación de esta función se utilizó una biblioteca integrada en el microcontrolador llamada “freeRTOS” [116] la cual permite utilizar los hilos del microprocesador. El código de la función se puede observar en la Figura 5.58.

```

// Loop que corre en paralelo al principal mediante un hilo para llevar control
del instante en el que se debe de tomar la siguiente toma de datos segun el
periodo de muestreo seleccionado.

void Semaforo(void *parametro)
{
    ImpresionSerialDebug("Semaforo");
    for (;;)
    {
        if (gIniciar)
        {
            gdebeMedir = true;

```

```

        ImpresionSerialDebug("Semaforo delay : " +
String(gSesion.periodoMuestreo));
        delay(gSesion.periodoMuestreo);
    }
    else
    {
        gdebeMedir = false;
    }
}
}
}

```

Figura 5.58. Función loop asincrónica.

#### 5.2.1.19 Información mostrada en pantalla

El dispositivo posee tres configuraciones diferentes de la información que muestra en pantalla. La primera se observa cuando se enciende y se muestra información referente a la inicialización del hardware. En la Figura 5.59 se puede observar cómo cada uno de los componentes posee un estado binario asociado, donde “1” representa su correcta inicialización.

Adicionalmente se indica el estado de la conexión a la red wifi y si el dispositivo es iniciado como punto de acceso para ser configurado. Se utiliza un mismo indicador para ambos debido a que la biblioteca maneja un único valor binario para ambos casos. No obstante, es posible saber si el dispositivo esta como punto de acceso o conectado a la red dependiendo de la IP. En caso de ser punto de acceso su dirección IP será 0.0.0.0.

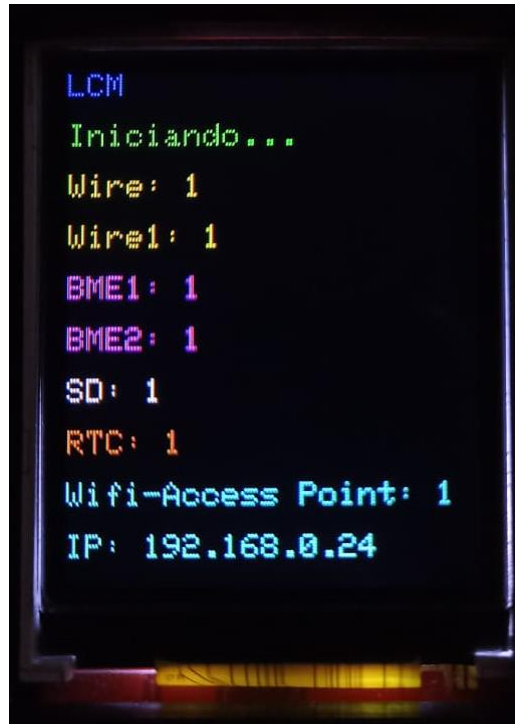


Figura 5.59. Pantalla de encendido del dispositivo.

Cuando el dispositivo se encuentra a la espera para iniciar mediciones, este muestra instrucciones, el estado del hardware, el estado de la conexión a la red y su dirección IP. En la Figura 5.60 se observa lo antes descrito.



Figura 5.60. Pantalla de espera del dispositivo.

La tercera configuración es la mostrada cuando se realizan mediciones. En la Figura 5.61 se puede apreciar cómo se despliega información como el nombre del dispositivo y el nombre del archivo, (importantes para consultar la información posteriormente) las mediciones, la fecha y la dirección IP.

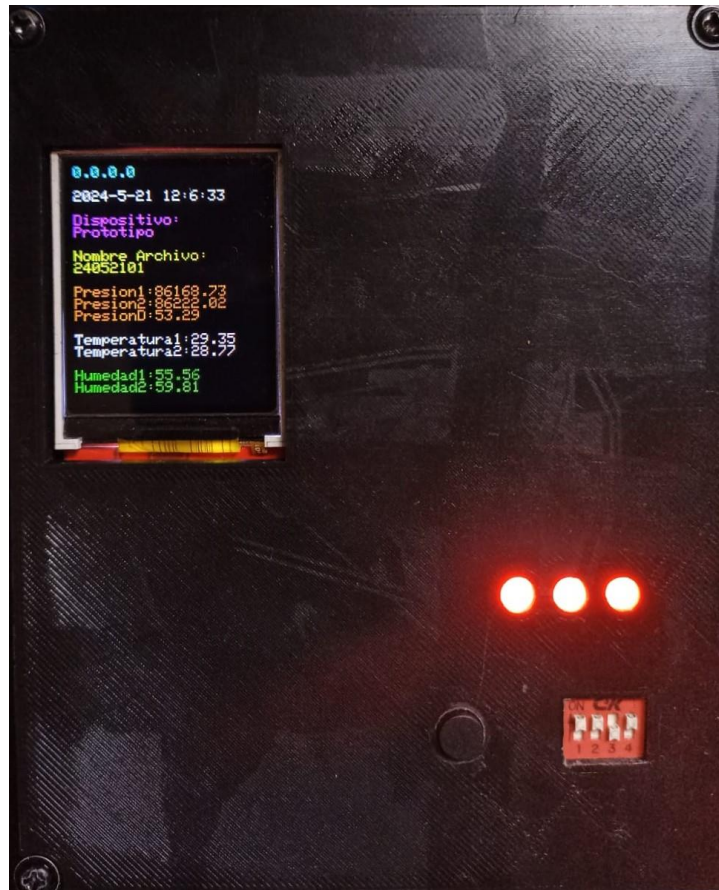


Figura 5.61. Pantalla durante la toma de mediciones.

#### 5.2.1.20 Temperatura del dispositivo

Para evitar sobrecalentamientos del microcontrolador y demás módulos de hardware, se incorporaron dos métodos de enfriamiento en el dispositivo. El primero consiste en boquetes en el costado superior de la carcasa para permitir el flujo del aire. En la Figura 5.62 se observa una fotografía del costado superior de la carcasa.

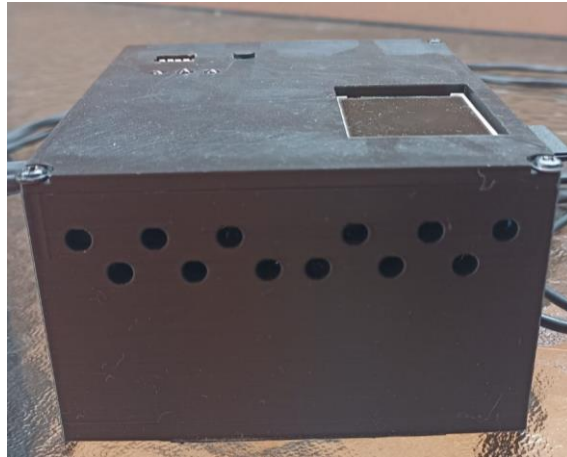


Figura 5.62. Costado superior de la carcasa.

Además, se incorporaron disipadores de calor en el microcontrolador y en el RTC, en la Figura 5.63 se observa el disipador del microcontrolador y en la Figura 5.64 el disipador del RTC.

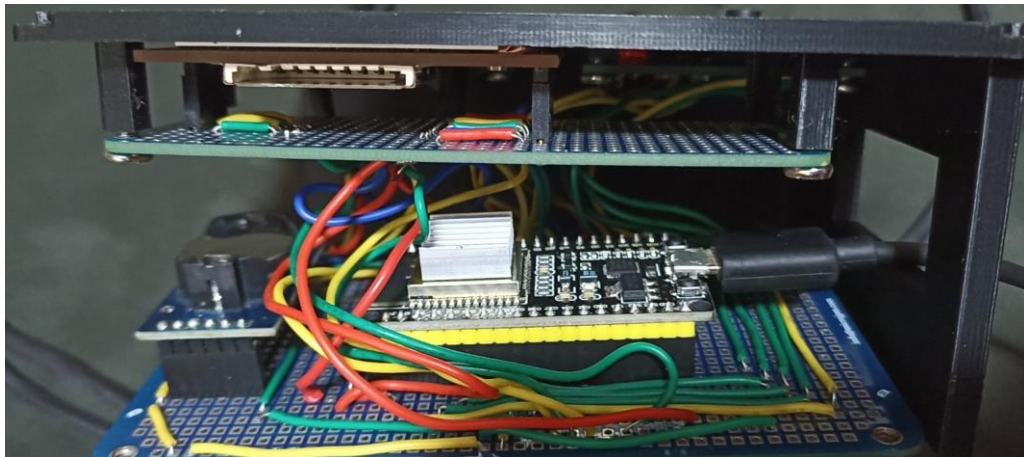


Figura 5.63. Fotografía del disipador del microcontrolador y el cableado interno.



Figura 5.64. Fotografía del disipador del RTC.

## **5.2.2 Implementación de la interfaz digital**

En esta sección se explica el proceso llevado a cabo para la implementación de la interfaz digital. Está compuesta por tres componentes que trabajan en conjunto, la interfaz de usuario, el API que se comunica con la base de datos y la base de datos. Primeramente, se abordará la arquitectura de la solución junto con su diagrama de red para mayor claridad y posteriormente se abordará cada componente. El desarrollo de la interfaz digital involucra conocimiento en microcontroladores, computación y teoría de comunicación.

### **5.2.2.1 Arquitectura de la solución**

En la Figura 5.65 se puede observar la arquitectura de la solución y el rol de cada uno de los componentes. A continuación, se lista una serie de observaciones importantes:

- Los medidores de presión diferencial, independientemente de cuantos sean, todos ellos envían las mediciones al mismo API y este gestiona cada una de ellas. Esto es parte del potencial de escalabilidad del proyecto.
- La interfaz de usuario, esta puede enviar una solicitud de consulta al API o enviar la configuración al dispositivo que el usuario prefiera. Dado que la interfaz se encuentra en un servidor, esta puede acceder desde dispositivos móviles, computadoras dentro o fuera del LCM. El acceso desde una red externa del LCM debe ser gestionado por el encargado de tecnología de la información.
- El API es el único que se puede comunicar con la base de datos y por tanto se encarga de consultar e ingresar datos. Esto le brinda seguridad a la solución, ya que es el único con permisos de acceso a la base de datos y se encuentra dentro de la red del LCM.

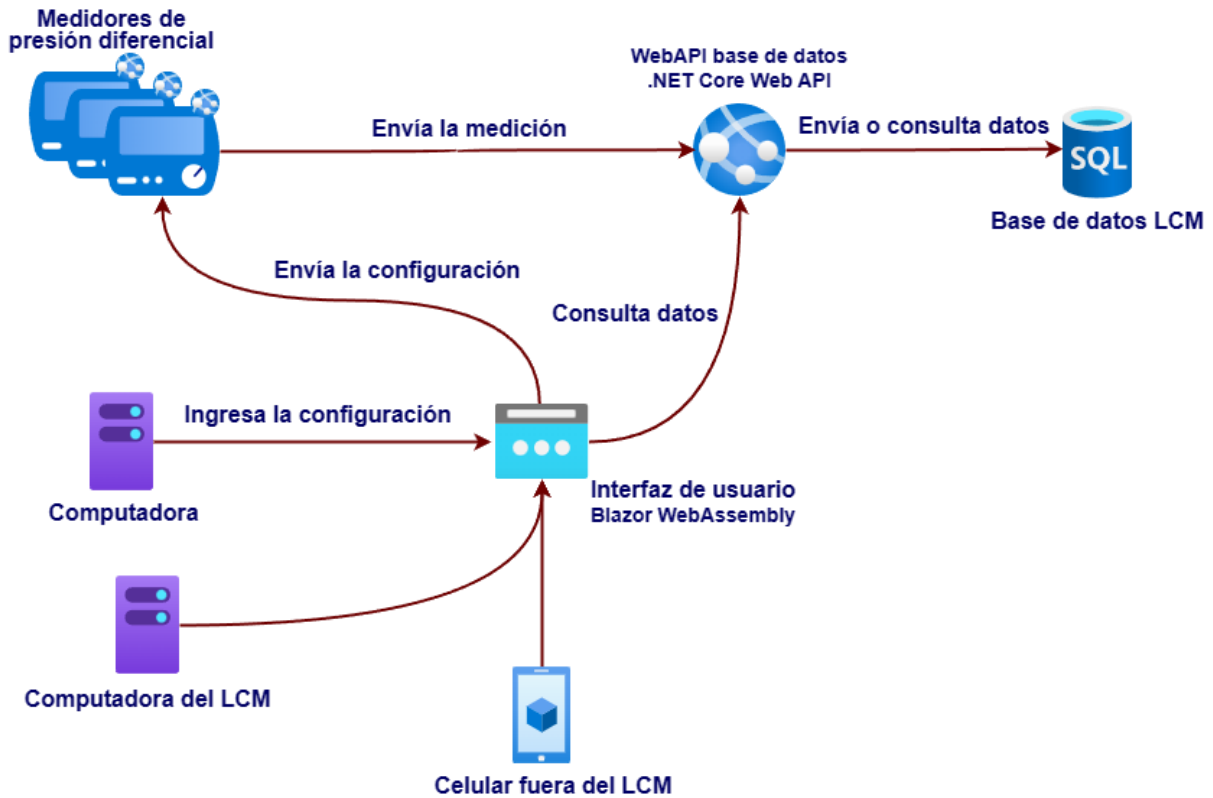


Figura 5.65. Arquitectura de la interfaz digital.

En la Figura 5.66 se puede observar el diagrama de arquitectura de red de la solución. Se plantea de tal forma que la interfaz de usuario sea la única componente que pueda acceder desde el internet, es decir, que se encuentre en la zona desmilitarizada de la red. La interfaz tendrá acceso al WebAPI y al dispositivo, ambos se encuentran dentro de la zona militarizada de la red junto con la base de datos ya existente del LCM, por lo que están protegidos del acceso de terceros. El encargado de tecnología de la información del LCM hará la gestión de los permisos de acceso de la interfaz de usuario al dispositivo y el API, así como el API a la base de datos.

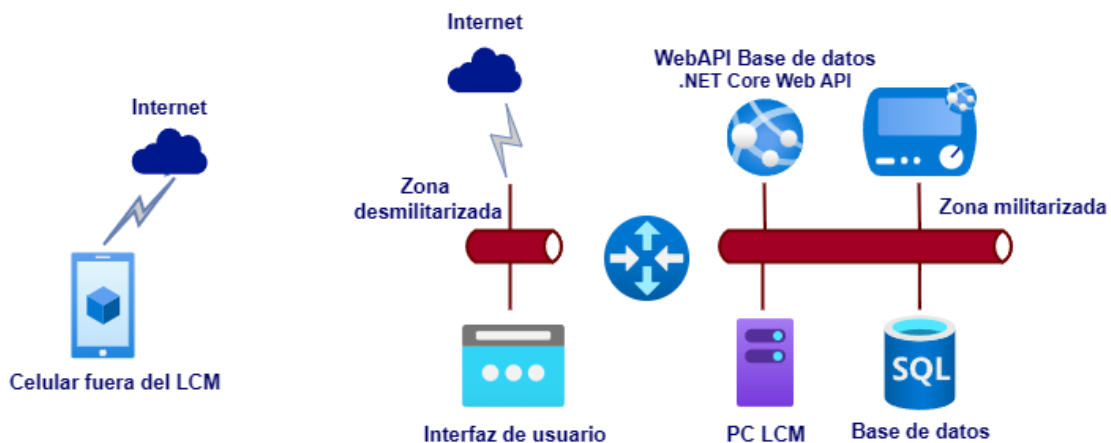


Figura 5.66. Arquitectura de red de la solución.

### 5.2.2.2 Interfaz de usuario

Para el desarrollo de la interfaz de usuario se utilizó Blazor el cual involucra lenguajes como HTML para la interpretación del motor de búsqueda, C# para las acciones que realiza el sitio y CSS para la estética. Dado que dotnet es un framework que mezcla diversos lenguajes y se encarga de su compatibilidad, el proyecto está conformado por diversos archivos muchos de ellos propios de dotnet. Por tanto, se abordarán únicamente los creados para los fines de este proyecto.

En el archivo llamado “Medicion.cs”, se creó una clase llamada medición y su instancia se encarga de almacenar una medición y la información que la identifica en la base de datos. Además, posee una función que se encarga de agrupar las variables de la clase en un string cuyo formato es apto para el procesamiento de datos en Excel. El código de esta clase puede ser observada en la Figura 5.67.

```
namespace mpd.UI;

//Clase cuya instancia almacena la informacion obtenida del API y la convierte
en un solo string mediante la funcion ToTxt(). Los metodos get;set simplifican
la sintaxis de obtencion y asignacion de datos.

public class Medicion
{
    public required string DispositivoId { get; set; }
    public required string SesionId { get; set; }
    public DateTime FechaCaptura { get; set; }
    public string? PresionAbsoluta1 { get; set; }
    public string? PresionAbsoluta2 { get; set; }
    public string? PresionDiferencial { get; set; }
    public string? Temperatura1 { get; set; }
    public string? Temperatura2 { get; set; }
    public string? Humedad1 { get; set; }
    public string? Humedad2 { get; set; }
    public DateTime TimeStamp { get; set; }

    //Le da el formato a los datos antes de ser guardados en un .txt
    public string ToTxt()
    {
```

```

return
"${this.DispositivoId};{this.SesionId};{this.FechaCaptura};{this.PresionAbsoluta1};{this.PresionAbsoluta2};{this.PresionDiferencial};{this.Temperatura1};{this.Temperatura2};{this.Humedad1};{this.Humedad2};{this.TimeStamp}";
}
}

```

Figura 5.67. Clase medición de la interfaz de usuario.

El archivo llamado Sesión.cs contiene una clase cuya instancia almacena la configuración ingresada por el usuario para ser enviada al dispositivo. El código puede ser observado en la Figura 5.68.

```

namespace mpd.UI;

//Estructura que almacena la configuracion ingresada por el usuario para ser enviada al dispositivo.Los metodos get;set simplifican la sintaxis de obtencion y asignacion de datos.

public record struct Sesion
{
    public string SesionId { get; set; }
    public char debeMedirPresion1 { get; set; }
    public float debeMedirPresion2 { get; set; }
    public float debeMedirPresionD { get; set; }
    public float debeMedirTemperatura1 { get; set; }
    public float debeMedirTemperatura2 { get; set; }
    public float debeMedirHumedad1 { get; set; }
    public float debeMedirHumedad2 { get; set; }
}

```

Figura 5.68. Clase sesión de la interfaz de usuario.

En el archivo llamado Globals.cs se crea una clase que se encarga de almacenar variables globales. Para el desarrollo de la interfaz de usuario se utilizan únicamente dos las cuales se encuentran en el archivo appsettings.json y se verán a detalle más adelante. En la Figura 5.69 se observa el código de la clase Globals.

```

namespace mpd.UI;

//Clase para almacenar variables globales, declaradas en appsettings.json
public static class Globals
{
    public static string MpdApi { get; set; }
    public static string SharedFolder { get; set; }
}

```

Figura 5.69. Clase globals de la interfaz de usuario.

La interfaz de usuario permite consultar los datos para visualizarlos desde la página y descargarlos en una carpeta designada en el servidor. Se opta por descargar los archivos dentro del servidor para evitar que personas no autorizadas accedan a la información. Si bien para consultarla es necesario conocer el identificador de la sesión y del dispositivo, se tomó la decisión de diseño de almacenar los datos dentro de la seguridad del servidor. El acceso a los archivos podrá ser regulado por el administrador de tecnología de la información (TI).

En el archivo “appsettings.json” se almacena información relevante para establecer conexión con el API y poder descargar un archivo con los datos consultados. Por tanto para configurar la interfaz de usuario, el administrador de TI debe de ingresar al appsettings.json el url del API para poder comunicarse con él y el url de la carpeta del servidor en la que se descargarán los archivos con los datos consultados. El código del archivo puede ser observado en la Figura 5.70.

```

{
  "Logging": {
    "LogLevel": {
      "Default": "Information",
      "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
    }
  },
  "AllowedHosts": "*",
  "Configuracion": {
    "Mpd.Api": "http://Ur1DelApi",
    "Mpd.SharedFolder": "C:\\descargasmpd"
  }
}

```

```
}
```

Figura 5.70. Código del archivo appsettings.json de la interfaz de usuario.

Los archivos de extensión .CSS se encargan de la estética del sitio web y trabajan en conjunto con un archivo .razor que le da la estructura. El sitio creado para este proyecto cuenta únicamente con dos estructuras, la principal que contiene el cuerpo del sitio y la segunda que es un panel de navegación mediante la cual se puede acceder a la página de configuración y consulta. El código de los archivos mencionados se puede observar del apéndice 10.6.5 al 10.6.8.

Los archivos de extensión .razor es una de las herramientas más poderosas de Blazor, ya que admiten combinar HTML con C#, lo que permite construir con mayor facilidad las páginas web. La página raíz de la interfaz de usuario llamada "home", contiene indicaciones generales, el código mediante el que se construye puede ser observado en la Figura 5.71.

```
@page "/"
<!--.razor de la pagina raiz (home) -->
<PageTitle>Home</PageTitle>
<div class="header">
    
</div>
<br />
<br />
<h1>Medidor de presión diferencial</h1>
<br />
<br />
<ul>
<li>Si desea descargar datos diríjase al apartado 'Obtener mediciones'.</li>
<br>
<li>Si desea configurar el dispositivo para una nueva medición, diríjase al
apartado 'Configurar dispositivo'.</li>
</ul>
```

Figura 5.71. Código .razor de la página raíz (home).

En la Figura 5.72 se puede observar la página raíz (home) desde un motor de búsqueda. La estética de la página fue configurada en los archivos .CSS mencionados anteriormente.



Figura 5.72. Pagina raíz de la interfaz de usuario.

La página dedicada a la configuración del dispositivo se encuentra en un archivo llamado “ConfigurarDispositivo.razor”. Para la construcción de esta página se utilizan herramientas de HTML que permiten al usuario ingresar información la cual será captada, almacenada y procesada mediante C#. La primera de ella es un cuadro para ingresar texto, el código mediante el cual se construye se observa en la Figura 5.73. Esta herramienta es utilizada para que el usuario ingrese la IP del dispositivo, el periodo de muestreo de su elección y los limites superior e inferior de cada magnitud.

```
<h3>Ip del dispositivo</h3>
<label for="ipDispositivo">Digite la dirección IP del dispositivo</label>
<br>
@if (mensaje != null)
{
    <div class="alert">
        <span class="closebtn"
onclick="this.parentElement.style.display='none';">&times;</span>
        @mensaje
    </div>
}
<input type="text" id="ipDispositivo" name="ipDispositivo"
@bind="@ipDispositivo">
<br>
```

Figura 5.73. Código para la creación de un cuadro de texto en la interfaz de usuario.

En la Figura 5.74 se muestra el cuadro para ingresar texto desde el motor de búsqueda.

## Ip del dispositivo

Digite la dirección IP del dispositivo

## Periodo de muestreo

Digite el periodo de muestreo (segundos)

Figura 5.74. Cuadro para ingresar texto en la interfaz de usuario desde un motor de búsqueda.

Para seleccionar las magnitudes que se desean medir se utilizan casillas o “check boxes” cuyo estado se traduce a un valor binario. Estas se implementan mediante el código mostrado en la Figura 5.75.

```
<div class="form-check">
    <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirPresionD" @bind="debeMedirPresionD">
    <label class="form-check-label" for="debeMedirPresionD">Presión
diferencial</label>
</div> <br>
```

Figura 5.75. Código de las casillas para la configuración del dispositivo en la interfaz de usuario.

En la Figura 5.76 se pueden observar las casillas desde un motor de búsqueda.

## Seleccione las magnitudes que debe medir cada sensor

- Presión sensor 1
- Presión sensor 2
- Presión diferencial
- Temperatura sensor 1
- Temperatura sensor 2
- Humedad sensor 1
- Humedad sensor 2

Figura 5.76. Casillas para seleccionar las magnitudes a medir desde un motor de búsqueda.

Para enviar la configuración al dispositivo se implementó un botón cuyo código puede ser observado en la Figura 5.77. Esta hace el llamado de la función “enviarConfiguracion” la cual procesa la información ingresada por el usuario. El código de la función se puede observar en el apéndice 10.6.9.

```
<button class="btn btn-primary" @onclick="enviarConfiguracion">Guardar configuración</button>
```

Figura 5.77. Código de la implementación de botón para guardar la configuración en la interfaz de usuario.

En la Figura 5.78 se puede observar la página de configuración del dispositivo desde un motor de búsqueda.

**LACOMET**

Inicio

Configurar dispositivo

Obtener mediciones

## Configurar dispositivo

### Ip del dispositivo

Digite la dirección IP del dispositivo

### Periodo de muestreo

Digite el periodo de muestreo (segundos)

### Seleccione las magnitudes que debe medir cada sensor

Presión sensor 1

Presión sensor 2

Presión diferencial

Temperatura sensor 1

Temperatura sensor 2

Humedad sensor 1

Humedad sensor 2

### Limites superior e inferior que debe monitorear el dispositivo para cada magnitud

Digite el limite superior de la presión (Pa)

Digite el limite inferior de la presión (Pa)

Digite el limite superior de la temperatura (°C)

Digite el limite inferior de la temperatura (°C)

Digite el limite superior de la humedad (%)

Digite el limite inferior de la humedad (%)

Guardar configuración

Figura 5.78. Página de configuración del dispositivo desde un motor de búsqueda.

La página para realizar consultas es llamada “obtener mediciones”, su archivo .razor contiene algunos componentes de HTML que permiten al usuario ingresar el identificador de la sesión y el identificador del dispositivo. Esta información es enviada al API el cual realiza la consulta en la base de datos. La información es ingresada mediante cuadros de texto como el que se observa en la Figura 5.74.

Además, fueron configurados dos botones, uno para consultar los datos y mostrarlos en la interfaz de usuario y el otro para descargar los datos en la carpeta configurada. La configuración del botón es como la que se observa en la Figura 5.77.

La información consultada se muestra en una tabla, la cual es construida mediante código en HTML y C# el cual se observa en el apéndice 10.6.11. En la Figura 5.79 se muestra la página para la consulta de mediciones desde un motor de búsqueda.

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051406	5/14/2024 1:37:54 PM	86143.70	86196.42	52.72	52.82	57.30	29.75	29.47	5/14/2024 7:44:24 PM

Figura 5.79. Página de consulta de mediciones desde un motor de búsqueda.

Para realizar las consultas al API, se utiliza una función llamada “obtenerMediciones”, la cual se puede observar en el apéndice 10.6.11 y se encarga de construir una solicitud HTTP que contiene el nombre del dispositivo (dispositivoid) y el nombre de la sesión (sesionId). Cuando el API envía su respuesta en un archivo json, es necesario crear una lista de tipo medición, es decir, con la estructura de la clase mencionada anteriormente. Los datos son extraídos del archivo y almacenados en la lista cuyas filas son desplegadas en la tabla mencionada anteriormente.

La descarga de los archivos está a cargo de una función llamada “descargar mediciones” en la cual nuevamente se crea una lista de tipo “medición” en la que se almacenan los datos consultados a la base de datos (vuelve a hacer la consulta, no utiliza los desplegados en pantalla). La principal diferencia con respecto a la consulta es que se crea un archivo en el que se guardan todos los elementos de la lista. Se nombra el archivo con el nombre del dispositivo y la sesión para que pueda ser identificado fácilmente. El código de la función se observa en el apéndice 10.6.11.

### 5.2.2.3 Web API

El API también fue creado dentro del framework de dotnet, por lo que nuevamente se abordaran únicamente los archivos que fueron creados o modificados para el desarrollo del proyecto. Primero se abordará el archivo llamado “Globals.cs” el cual contiene una clase con las variables globales necesarias para desarrollar el API. El código puede ser observado en la Figura 5.80. La variable “TiraDeConexion” es un string que se construye para poder conectarse a la base de datos.

```
namespace mpd.Api;
//Variables globales
```

```

public static class Globals
{
    //Clase que instancia la variable del comando utilizado para la conexion al
    //servidor SQL
    public static string TiraDeConexion { get; set; }
}

```

Figura 5.80. Código de la clase “Globals” del “Web API”.

El archivo llamado “Medicion.cs” cuyo código se observa en el apéndice 10.7.2, contiene un registro para almacenar los datos de cada medición proveniente del dispositivo y una clase con la estructura necesaria para almacenar una medición proveniente del API. Además del tipo, la principal diferencia entre la clase y el registro es que la clase almacena la marca temporal de la medición asignada por la base de datos. Mientras que el registro no posee marca temporal dado que la medición está en tránsito y no ha llegado a la base de datos.

La razón por la que se utiliza un registro para los datos provenientes del dispositivo es que, dado que las mediciones son ingresadas a la base de datos una por una, el tamaño de la estructura siempre es la misma. Los registros tienen la ventaja de que son más eficientes en memoria, con el inconveniente de que son inmutables pero dadas las condiciones su uso es beneficioso. Por otra parte, la clase si es mutable y puede ser instanciada como un objeto numerable el cual puede contener tantas mediciones como se requiera. Cada una de las mediciones tiene la estructura de la clase, por lo que se mantiene la uniformidad. Esta información es la que posteriormente se guarda en una lista en la interfaz de usuario, por eso es importante mantener una estructura consistente.

El web API posee un archivo appsettings.json, en el cual se deben de configurar los credenciales de la base de datos. Tal como se observa en la Figura 5.81, los datos son la dirección del servidor (mariaDbServer), el puerto (mariaPort), el nombre de la base de datos (mpd), el usuario (mariaUserName) y el password (mariaPassword). Todos ellos son utilizados en la construcción del comando que permite conectarse a la base de datos.

```

{
  "Logging": {
    "LogLevel": {
      "Default": "Debug",
      "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
    }
  },
  "AllowedHosts": "*"
}

```

```

"Configuracion": {
  "mariaDbServer": "127.0.0.1",
  "mariaPort": "3306",
  "mariaDbName": "mpd",
  "mariaUserName": "root",
  "mariaPassword": "123"
}
}

```

Figura 5.81. Código del appsettings.json.

El archivo “Program.cs” es el encargado de crear el comando de conexión con la base de datos y de gestionar las solicitudes entrantes. Para la creación del comando de conexión se hace uso de la variable global “TiraDeConexion” y la información almacenada en appsettings.json. La construcción del comando se puede observar en la Figura 5.82.

```

//Comando para la conexion al servidor SQL, extrae los datos del
appsettings.json
Globals.TiraDeConexion =
$"server={configuration["Configuracion:mariaDbServer"]!};Port={configuration["
Configuracion:mariaPort"]!};database={configuration["Configuracion:mariaDbName
"]};user={configuration["Configuracion:mariaUserName"]};password={configuratio
n["Configuracion:mariaPassword"]};";

```

Figura 5.82. Construcción del comando para la conexión con la base de datos.

Cuando se recibe una solicitud a “/PostMedicion”, se almacenan los datos en una variable llamada “medida” de tipo “Medicion” y se hace un llamado a la función “InsertMedicion” que se encarga de procesarla (esta función se encuentra en MariaDb.cs). Una vez procesada envía como respuesta al emisor la información almacenada con código HTTP 200 (OK) [117]. En la Figura 5.83 se observa el código que atrapa y redirecciona la solicitud.

```

//Funcion cuando se recibe un /PostMedicion y se declaran los argumentos.
_ = app.MapGet("/PostMedicion", (string DispositivoId, string SesionId,
DateTime FechaCaptura, string PresionAbsoluta1, string PresionAbsoluta2, string
PresionDiferencial, string Humedad1, string Humedad2, string Temperatura1,
string Temperatura2) =>
{ //Se organizan los argumentos en un record tipo Medicion y se le pasan a la
funcion InsertMedicion
    Medicion medida = new(DispositivoId, SesionId, FechaCaptura,
PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Humedad1, Humedad2,
Temperatura1, Temperatura2);

    mariaDbService.InsertMedicion(medida);

    return medida;
})
.WithName("PostMedicion")
.WithOpenApi();

```

Figura 5.83. Código que recibe y redirecciona la solicitud /PostMedicion.

Las solicitudes a “/GetMediciones” son procesadas por el código mostrado en la Figura 5.84, este almacena las credenciales de la sesión y el dispositivo para realizar una consulta a la base de datos. La respuesta de la base de datos se procesa en la función “ObtenerMedicionesPorSesionDispositivo” que se encuentra en “MariaDb.cs” y se almacena en una variable llamada mediciones, numerable de tipo “ObtenerMedicion”. Esta respuesta es enviada al emisor, es decir, la interfaz de usuario.

```

//Funcion cuando se recibe un /GetMediciones y se declaran los argumentos.
_ = app.MapGet("/GetMediciones", (string SesionId, string DispositivoId) =>
{ // Se le pasan los datos a la funcion medicion y se almacenan en una variable
mediciones, tipo ObtenerMedicion enumerable(iterable)

        IEnumerable<ObtenerMedicion> mediciones =
mariaDbService.ObtenerMedicionesPorSesionDispositivo(SesionId, DispositivoId);

        return mediciones;
})
.WithName("GetMediciones")
.WithOpenApi();

```

Figura 5.84. Código que recibe y redirecciona la solicitud /GetMediciones.

El archivo “MariaDb.cs” se encarga de procesar las solicitudes e interactuar con la base de datos. Está compuesta por tres funciones, la primera de ellas es “InsertMedicion”, encargada de enviar la medición proveniente del dispositivo hacia la base de datos. Para enviar la información a la base de datos es necesario construir un comando de tipo SQL con la sintaxis de MariaDB. Una vez construido el comando este se conecta a la base de datos mediante la variable global “TiraDeConexion”, envía la medición y se desconecta de la base de datos. El código se puede observar en el apéndice 10.7.4.

La funcion “ObtenerMedicionesPorSesionDispositivo” también hace uso de un comando SQL con la sintaxis de MariaDB para consultar las mediciones. Se construye el comando sustituyendo las credenciales del dispositivo y sesión, necesarios para localizar el set de datos. Se realiza la conexión con la base de datos y se obtiene una serie de registros que son almacenados en una lista de tipo “ObtenerMedicion” haciendo uso de la función “LeerRegistros”. La lista es retornada al código de “Program.cs” y posteriormente a la interfaz de usuario. El código se puede observar en el apéndice 10.7.4.

#### 5.2.2.4 Base de datos

La base de datos que utiliza el LCM es basada en SQL y gestionada mediante MariaDB. Para crear, acceder y editar la base de datos se utiliza la herramienta HeidiSQL. En ella se creó una tabla llamada “medicion” y dos métodos que permiten insertar y consultar datos llamados “MedicionInsert” y “MedicionRequest”. La tabla posee 12 columnas diferentes cuyas propiedades y función se observan en la Tabla 33.

Tabla 33. Columnas de la tabla de la base de datos.

Nombre	Tipo de dato	Permite ser nulo	Valor default	Característica adicional	Función
Medición	Integer	No	Auto incremental	Es una llave primaria.	Es un identificador numérico único de cada fila (medición).
Dispositivold	Char	Si	Nulo	Es una llave.	La propiedad de llave permite identificar filas por medio de los datos contenidos en esa columna. Es decir, permite la identificación de mediciones por medio del nombre que identifica al dispositivo.
SesionId	Char	Si	Nulo	Es una llave.	La propiedad de llave permite identificar filas por medio de los datos contenidos en esa columna. Es decir, permite la identificación de mediciones por medio del nombre de la sesión.
FechaCaptura	Datetime	Si	Nulo	-	Es el año, mes, día hora, minuto y segundo en el que fueron capturadas las mediciones. Datos de vital importancia para la identificación única de cada dato.
PresionAbsoluta1	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de presión absoluta capturado con el sensor 1.
PresionAbsoluta2	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de presión absoluta capturado con el sensor 2.
Temperatura1	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de temperatura capturado con el sensor 1.
Temperatura2	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de temperatura capturado con el sensor 2.
Humedad1	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de humedad capturado con el sensor 1.
Humedad2	Char	Si	Nulo	-	Es el valor de humedad capturado con el sensor 2.
TimeStamp	Timestamp	Si	Timestamp actual	Timestamp asignado al llegar a la base de datos.	Es una fecha y hora que representa el momento de llegada de la medición a la base de datos.

La tabla puede llegar a ser creada a través de HeidiSQL, que ofrece una interfaz intuitiva para hacer uso de los recursos, no obstante en el apéndice 10.8.1 se encuentra el código para la creación de la tabla.

El método MedicionInsert es utilizado para ingresar mediciones a la base de datos. Este al igual que la tabla fue creada mediante las herramientas que ofrece HeidiSQL, no obstante el código para su creación se encuentra en el apéndice 10.8.2. El código resultante el cual es utilizado para ingresar datos se puede observar en la Figura 5.85.

```
BEGIN

INSERT INTO medicion

(DispositivoId, SesionId, FechaCaptura, PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Temperatura1, Temperatura2, Humedad1, Humedad2)

VALUES (dispositivoId, sesionId, fechaCaptura, presionAbsoluta1, presionAbsoluta2, presionDiferencial, temperatura1, temperatura2, humedad1, humedad2);

END
```

Figura 5.85. Código de ejecución del método MedicionInsert.

El método MedicionRequest es utilizado para consultar mediciones a la base de datos mediante el nombre de la sesión y del dispositivo. El código para la creación del método se observa en el apéndice 10.8.4. En la Figura 5.86 se observa el código mediante el cual se ejecuta la consulta.

```
BEGIN

SELECT DispositivoId, SesionId, FechaCaptura, PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Humedad1, Humedad2, Temperatura1, Temperatura2, TimeStamp

FROM medicion

WHERE medicion.SesionId = sesionId

AND medicion.DispositivoId = dispositivoId;

END
```

Figura 5.86. Código de ejecución del método MedicionRequest.

Para el funcionamiento apropiado del dispositivo únicamente es necesario respetar el formato de los métodos y la tabla. Por tanto, es decisión del administrador de tecnologías de información si utiliza una base de datos ya existente en la que se crea la tabla y métodos o se crea una base de datos para este fin.

### 5.2.3 Carcasa del dispositivo y sensores.

Se presenta el diseño asistido por computadora (CAD) de la carcasa del dispositivo y el encapsulado de los sensores. Esta es diseñada para entregar un dispositivo funcional completo que pueda ser sometido a pruebas por parte del laboratorio para recopilar información que podrá ser utilizada en futuras iteraciones. Es importante mencionar que no se realiza un análisis mecánico de la carcasa ni del

encapsulado de los sensores, ya que el proyecto se centra en el diseño del módulo de adquisición de datos y la interfaz digital.

El diseño y los planos fueron realizados mediante el software Solid Works, especializado en el diseño CAD de sólidos [118]. Para el diseño de la carcasa se tomaron en consideración las dimensiones de todos los componentes de hardware y aspectos como acceso a la tarjeta SD, al puerto para energizar el microcontrolador y dar un punto de sujeción a los cables de los sensores para no dañar la soldadura. En la Figura 5.87 se observa la vista isométrica del ensamble del dispositivo, sus planos pueden ser observados en el apéndice 10.15. Además, en la Figura 5.88 se muestra una vista auxiliar para apreciar las prensas de los cables y el orificio de salida.



Figura 5.87. Vista isométrica del ensamble del dispositivo.

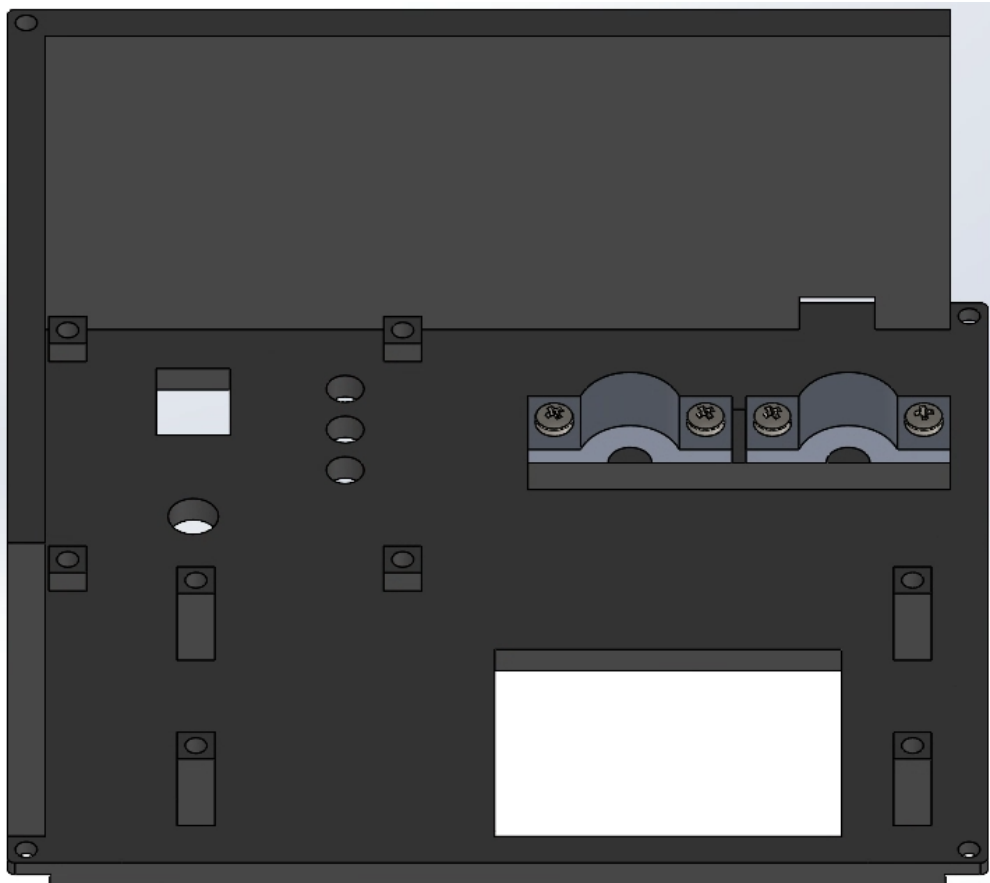


Figura 5.88. Vista auxiliar de las prensas de los cables y el orificio de salida.

El materiales de impresión y sus parámetros fueron seleccionados por la empresa, esta decisión se basa en su experiencia y conocimiento en el área. El material utilizado es PLA con una resolución de 0.5mm y un relleno al 40%.

Para el diseño del encapsulado de los sensores, se utiliza una geometría que proteja la integridad del sensor y permita el contacto con las variables físicas del entorno. Este tipo de geometría se observa en instrumentos metrológicos como el Extech SD700, ilustrado en la Figura 5.89. tomo como referencia el encapsulado que se suele utilizar en instrumentos metrológicos. El isométrico del ensamble del encapsulado se puede observar en la Figura 5.90 y sus planos en el apéndice 10.15.



Figura 5.89. Termohigrobarómetro Extech SD700. [119]

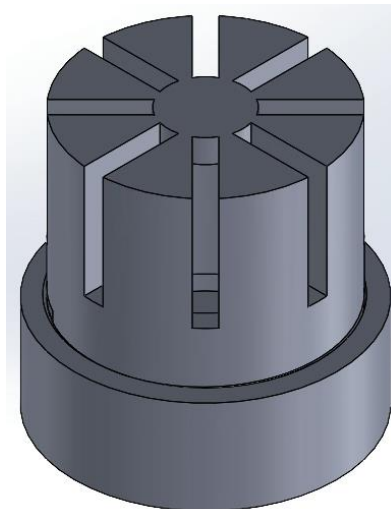


Figura 5.90. Vista isométrica del ensamble del encapsulado del sensor.

Para la selección del material de impresión del encapsulado del sensor se toma en consideración las condiciones de temperatura y humedad a las que estará expuesto para garantizar que las soporta y minimizar el impacto en el entorno de condiciones ambientales controladas. Para la selección se utiliza la tabla del anexo 11.1, la cual contiene únicamente los filamentos disponibles en el LCM. Las propiedades de interés son la temperatura máxima que soporta y la tasa de absorción de agua saturada (%).

Al observar la tabla, todas las opciones exceptuando el TPU 95A HF soportan las condiciones de temperatura a las que estará expuesto el encapsulado. Por esta razón se utiliza como criterio de decisión la tasa de absorción de agua saturada. Por tanto, dada la disponibilidad de materiales y sus características, se selecciona el PETG-CF cuya tasa de absorción de agua saturada es de 0.3%. Los parámetros de impresión fueron seleccionados por la empresa, basado en su experiencia y conocimiento en el área.

Cabe mencionar que se contactó al fabricante para solicitar información sobre el estándar que utilizan para definir la tasa de absorción de agua saturada. Lamentablemente no se recibió respuesta, por tanto, a manera de complemento, se recomienda referirse a [120] quien ofrece una tabla con una gran cantidad de filamentos y su tasa de absorción de agua saturada. Además el autor explica brevemente el estándar ASTM D570. [121]

## 6 Validación y Análisis del Sistema

### 6.1 Consumo energético del dispositivo

De acuerdo con la ficha técnica del microcontrolador [70], el dispositivo consume 3.6 V y soporta un máximo de 1200 mA. Según menciona [122], sus adaptadores bajo carga normal otorgan 5 V y 2 A, es decir, el dispositivo funciona con adaptadores comúnmente utilizados para celulares, los cuales son compactos y fáciles de adquirir; esto suma a su valor agregado de portabilidad.

### 6.2 Longitud de los cables de los sensores

Los cables tienen una longitud de 102 cm. Esta fue determinada de forma empírica mediante el uso de una cinta métrica. En la Figura 6.1 se observa una imagen que muestra la longitud total de los cables.



Figura 6.1. Fotografía de los cables de los sensores.

### 6.3 Validación de las dimensiones y masa del dispositivo

Las dimensiones del dispositivo se observan en la Tabla 34 y fueron determinadas de forma empírica con un calibrador. Cabe mencionar que durante la toma de mediciones se tomó en consideración la memoria SD, la cual afecta el volumen total del dispositivo.

Tabla 34. Dimensiones del dispositivo

Ancho (mm)	Largo (mm)	Profundidad (mm)
117	130	64

El dispositivo posee una masa de 333 gramos. En la Figura 6.2 se puede observar una fotografía del dispositivo funcionando en la balanza.

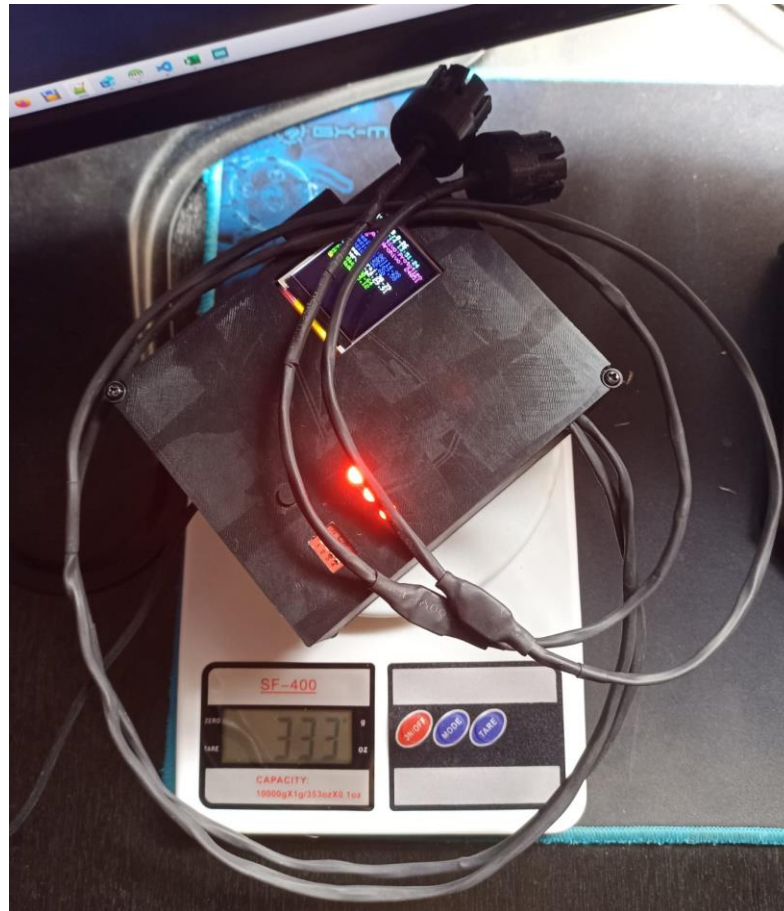


Figura 6.2. Fotografía del dispositivo en la balanza.

#### 6.4 Validación del acceso remoto a la interfaz digital

La prueba realizada para la validación del acceso remoto consiste en acceder la interfaz digital desde cuatro puntos diferentes del país y realizar una consulta de los datos almacenados en la base de datos. La primera prueba se realizó desde Guadalupe, Cartago, Costa Rica, en la Figura 6.3 se puede observar una captura de pantalla de la tabla con los datos consultados y en la Figura 6.4 una captura de pantalla de la ubicación aproximada desde la que se realiza la consulta.

LACOMET

- Inicio
- Configurar dispositivo
- Obtener mediciones

### Obtener mediciones

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:46 PM	86366.95	86427.27	60.32	26.46	26.09	69.11	45.23	5/20/2024 3:47:20 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:56 PM	86365.64	86430.83	65.19	26.50	26.14	69.22	45.54	5/20/2024 3:47:28 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:06 PM	86366.03	86428.49	62.46	26.53	26.17	69.21	45.16	5/20/2024 3:47:38 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:16 PM	86363.95	86430.17	66.23	26.55	26.21	69.16	45.03	5/20/2024 3:47:48 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:26 PM	86368.38	86429.28	60.90	26.57	26.22	69.19	44.98	5/20/2024 3:47:58 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:36 PM	86369.83	86428.34	58.52	26.59	26.24	69.10	44.88	5/20/2024 3:48:08 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:46 PM	86370.75	86430.30	58.55	26.60	26.26	68.99	44.87	5/20/2024 3:48:23 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:56 PM	86368.62	86432.20	63.59	26.61	26.27	68.85	44.92	5/20/2024 3:48:28 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:06 PM	86366.77	86430.87	64.09	26.61	26.28	68.70	45.05	5/20/2024 3:48:38 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:16 PM	86369.72	86429.97	60.25	26.61	26.29	68.56	45.20	5/20/2024 3:48:49 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:26 PM	86370.77	86429.30	58.53	26.62	26.29	68.42	45.38	5/20/2024 3:48:58 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:36 PM	86371.69	86432.09	60.41	26.63	26.29	68.27	45.60	5/20/2024 3:49:09 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:46 PM	86368.91	86431.34	62.44	26.62	26.30	68.15	45.81	5/20/2024 3:49:18 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:42:56 PM	86367.81	86427.22	59.41	26.63	26.29	68.04	46.02	5/20/2024 3:49:28 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:43:06 PM	86370.12	86428.14	58.02	26.62	26.29	67.92	46.19	5/20/2024 3:49:38 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:43:16 PM	86371.52	86430.47	58.95	26.63	26.30	67.83	46.36	5/20/2024 3:49:48 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:43:26 PM	86369.62	86433.37	63.75	26.62	26.29	67.72	46.54	5/20/2024 3:49:58 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:43:36 PM	86368.73	86431.91	63.17	26.62	26.29	67.64	46.72	5/20/2024 3:50:08 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:43:46 PM	86374.78	86435.30	63.52	26.62	26.30	67.56	46.90	5/20/2024 3:50:18 AM

Figura 6.3. Consulta de datos desde Guadalupe, Cartago, Costa Rica.

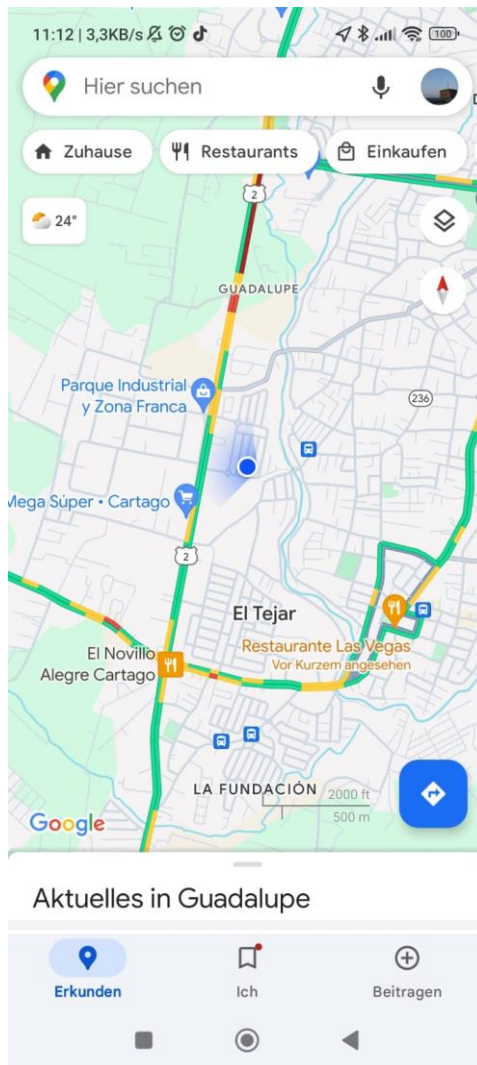


Figura 6.4. Ubicación de la consulta de datos desde Guadalupe, Cartago, Costa Rica.

La segunda consulta se fue realizada desde la estación del ICE en Tibás, San José, Costa Rica. En la Figura 6.5 se observa la tabla con los datos consultados y en la Figura 6.6 una captura de pantalla de la ubicación desde la que se realiza la consulta.

**LACOMET**

**Obtener mediciones**

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

**Consultar**

**Descargar**

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:46 PM	86366.95	86427.27	60.32	26.46	26.09	69.11	45.23	5/20/2024 3:47:20 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:56 PM	86365.64	86430.83	65.19	26.50	26.14	69.22	45.54	5/20/2024 3:47:28 AM

Figura 6.5. Consulta de datos desde las oficinas del ICE en Tibás, San José, Costa Rica.

Search along the route

Best 1 min

Your location

Carazo, San José Province, Tibás

Add destination

Leave now

Options

Send directions to your phone

Copy link

via unnamed roads 1 min

Fastest route 0.0 km

Details

Explore Carazo

Restaurants Hotels Gas stations Parking Lots More

Carazo 1 min

Tibás

ICE Colima campus

Electrical Substation ICE

Carazo

Escuela Rafael Vargas Quiros

Encuentridas Pacifico Central

Map data ©2024 Costa Rica Terms Privacy Send Product Feedback 20m

Figura 6.6. Ubicación de la consulta de datos desde las oficinas del ICE en Tibás, San José, Costa Rica.

La tercera consulta fue realizada desde las oficina del LCM en San Pedro, San José, Costa Rica. En la Figura 6.7 se observa la tabla con los datos consultados y en la Figura 6.8 una captura de pantalla de la ubicación desde la que se realiza la consulta

LACOMET

**Obtener mediciones**

Digite el identificador de la sesión:  
24051908

Digite el identificador del dispositivo:  
Prototipo

[Consultar](#)

[Descargar](#)

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:46 PM	86366.95	86427.27	60.32	26.46	28.09	66.11	45.23	5/20/2024 3:47:20 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:59 PM	86365.64	86430.83	65.19	26.50	26.14	69.22	45.54	5/20/2024 3:47:28 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:56 PM	86366.03	86428.49	62.46	26.53	26.17	69.21	45.16	5/20/2024 3:47:38 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:55 PM	86363.95	86430.17	66.23	26.55	26.21	69.16	45.03	5/20/2024 3:47:48 AM

Figura 6.7. Consulta de datos desde las oficinas del LCM en San Pedro, San José, Costa Rica.

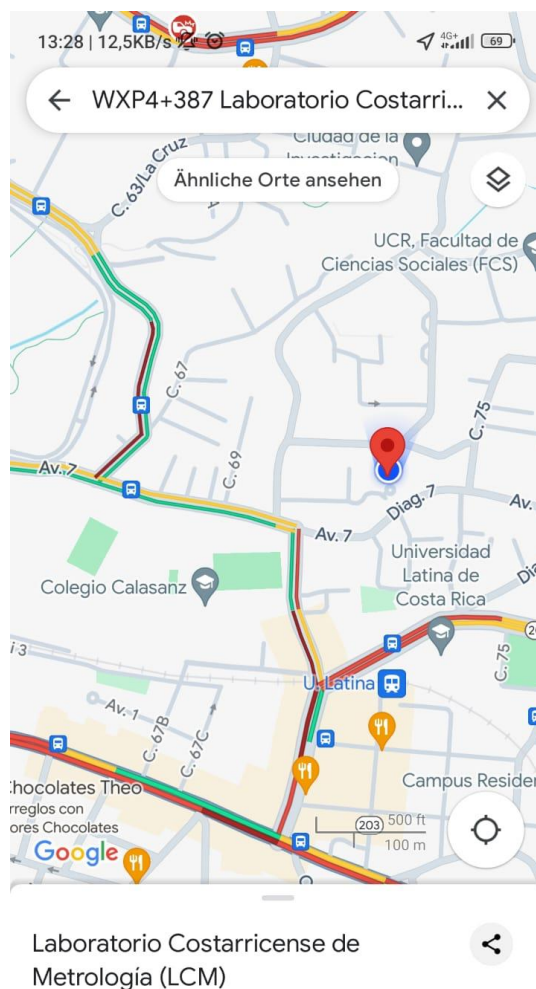


Figura 6.8 Ubicación de la consulta de datos desde las oficinas del LCM en San Pedro, San José, Costa Rica.

La cuarta consulta fue realizada desde San Sebastián, San José, Costa Rica. En la Figura 6.9 se observa la tabla con los datos consultados y en la Figura 6.10 una captura de pantalla de la ubicación desde la que se realiza la consulta

The screenshot shows the LACOMET web application interface. On the left is a navigation menu with options: Inicio, Configurar dispositivo, and Obtener mediciones. The main area is titled 'Obtener mediciones' and contains two input fields: 'Digite el identificador de la sesión:' with the value '24051908' and 'Digite el identificador del dispositivo:' with the value 'Prototipo'. Below these are 'Consultar' and 'Descargar' buttons. A table displays the following data:

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:46 PM	86366.95	86427.27	60.32	26.46	26.09	69.11	45.23	5/20/2024 3:47:20 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:56 PM	86365.64	86430.83	65.19	26.50	26.14	69.22	45.54	5/20/2024 3:47:28 AM

Figura 6.9. Consulta de datos desde San Sebastián, San José, Costa Rica.

The screenshot shows a Google Maps interface. The search bar at the top contains 'Parque los Héroes'. The map displays a street grid in San Sebastián, San José, Costa Rica, with a red location pin. A notification box from Google recommends using Chrome. The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the date and time: 21:34 on 22/5/2024.

Figura 6.10. Ubicación de la consulta de datos desde San Sebastián, San José, Costa Rica.

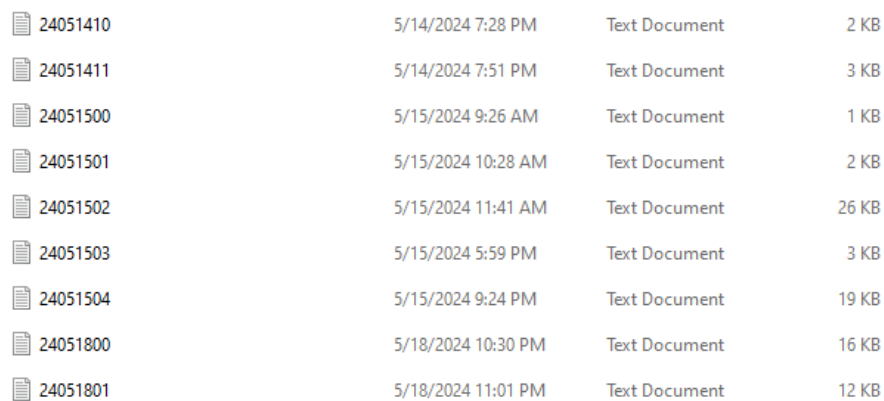
## 6.5 Validación de la capacidad de trabajo continuo

Para validar la capacidad de trabajo continuo, se inició una sesión de captura de datos prolongada. La sesión capturó datos durante 10 horas y 48 minutos. Los

datos tomados durante este lapso se observan en el apéndice 10.9. La columna para cada uno de ellos es, prototipoID, sesionID, presion1, presion2, presión diferencial, temperatura1, temperatura2 (el formato descrito es consistente en todas las sesiones independientemente de si se mide o no alguna magnitud).

## 6.6 Validación de la generación automática de sesiones

Para esta etapa de la validación se realizaron diversas tomas de datos en diferentes periodos del día y en diferentes días. En la Figura 6.11 se pueden observar los nombres de los archivos y como sus nombres representan el año, mes, día y numero de archivo generado ese día. Esta información los hace únicos, identificables y unívocos a nivel interno de cada dispositivo.



24051410	5/14/2024 7:28 PM	Text Document	2 KB
24051411	5/14/2024 7:51 PM	Text Document	3 KB
24051500	5/15/2024 9:26 AM	Text Document	1 KB
24051501	5/15/2024 10:28 AM	Text Document	2 KB
24051502	5/15/2024 11:41 AM	Text Document	26 KB
24051503	5/15/2024 5:59 PM	Text Document	3 KB
24051504	5/15/2024 9:24 PM	Text Document	19 KB
24051800	5/18/2024 10:30 PM	Text Document	16 KB
24051801	5/18/2024 11:01 PM	Text Document	12 KB

Figura 6.11. Captura de múltiples sesiones y su fecha de última edición.

## 6.7 Validación de la identificación única de los datos

Todas las mediciones son identificadas por las siguientes características:

- Dispositivo ID.
- Sesión ID.
- Año.
- Mes.
- Día.
- Hora.
- Minuto.
- Segundo.
- Numero de archivo generado ese día.
- Magnitud y sensor que la obtuvo.

Toda la información antes descrita se puede observar en la medición mostrada en la Figura 6.12. Todos los sets de datos se representan con la misma estructura, independientemente de si es obtenida de la memoria extraíble o la base de datos.


Prototipo;24052000;2024-5-20 11:46:2;86231.84;86295.62;63.78;26.37;25.88;64.85;54.78;  
 Prototipo;24052000;2024-5-20 11:46:12;86247.00;86295.69;48.69;29.17;25.93;72.45;54.67;  
 Prototipo;24052000;2024-5-20 11:46:22;86246.05;86296.69;50.64;32.19;25.98;77.34;54.59;

Figura 6.12. Set de mediciones y la información que lo identifica.

Los archivos obtenidos de la base de datos poseen nombres compuestos por el dispositivo ID y la sesión ID, para poder localizarlos en caso de que la base de datos sea compartida por múltiples dispositivos. Los archivos obtenidos de la memoria extraíble están compuestos únicamente por el nombre de la sesión ID dadas las limitaciones del formato FAT32.

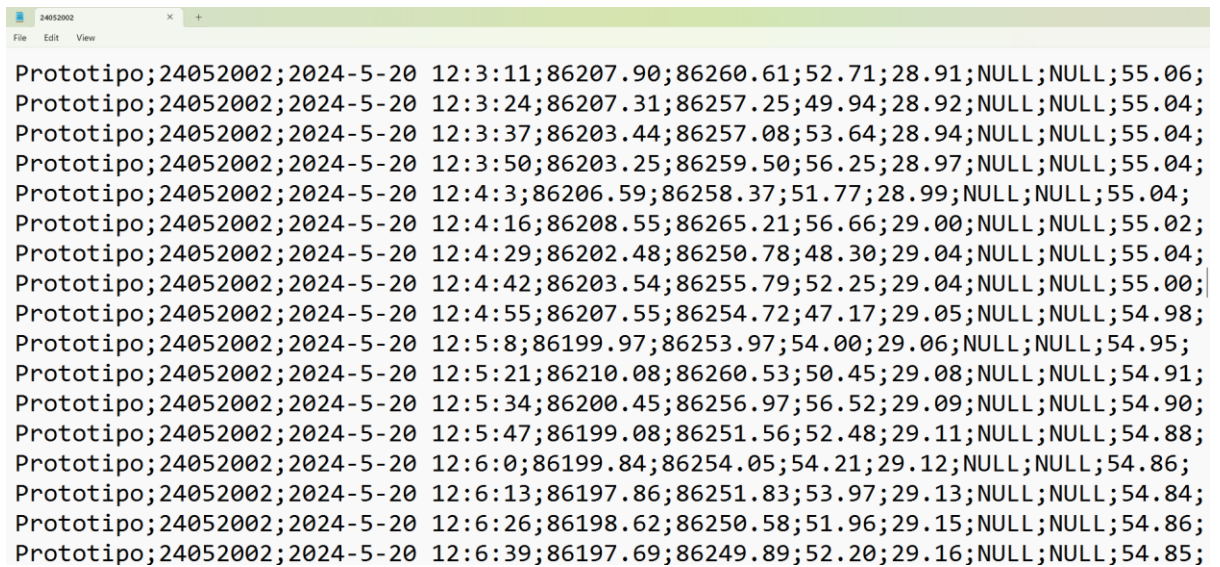
## 6.8 Validación de la integridad de los datos

Se realiza una comparación de las mediciones almacenadas en la base de datos, a través de la interfaz digital y el archivo almacenado en la memoria extraíble. En la Figura 6.13 se observan las mediciones consultadas a la base de datos y en la Figura 6.14 las mediciones almacenadas en la memoria extraíble. Nótese que en la memoria extraíble las magnitudes que el usuario no desea medir son almacenadas como “NULL” y en la interfaz no se muestran.



Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:03:11 PM	86207.90	86260.61	52.71	28.91			55.06	5/20/2024 6:09:44 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:03:24 PM	86207.31	86257.25	49.94	28.92			55.04	5/20/2024 6:09:57 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:03:37 PM	86203.44	86257.08	53.64	28.94			55.04	5/20/2024 6:10:11 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:03:50 PM	86203.25	86259.50	56.25	28.97			55.04	5/20/2024 6:10:23 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:04:03 PM	86206.59	86258.37	51.77	28.99			55.04	5/20/2024 6:10:36 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:04:16 PM	86208.55	86265.21	56.66	29.00			55.02	5/20/2024 6:10:49 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:04:29 PM	86202.48	86250.78	48.30	29.04			55.04	5/20/2024 6:11:02 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:04:42 PM	86203.54	86255.79	52.25	29.04			55.00	5/20/2024 6:11:17 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:04:55 PM	86207.55	86254.72	47.17	29.05			54.98	5/20/2024 6:11:28 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:05:08 PM	86199.97	86253.97	54.00	29.06			54.95	5/20/2024 6:11:41 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:05:21 PM	86210.08	86260.53	50.45	29.08			54.91	5/20/2024 6:11:54 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:05:34 PM	86200.45	86256.97	56.52	29.09			54.90	5/20/2024 6:12:08 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:05:47 PM	86199.08	86251.56	52.48	29.11			54.88	5/20/2024 6:12:21 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:06:00 PM	86199.84	86254.05	54.21	29.12			54.86	5/20/2024 6:12:33 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:06:13 PM	86197.86	86251.83	53.97	29.13			54.84	5/20/2024 6:12:46 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:06:26 PM	86198.62	86250.58	51.96	29.15			54.86	5/20/2024 6:12:59 PM
Prototipo	24052002	5/20/2024 12:06:39 PM	86197.69	86249.89	52.20	29.16			54.85	5/20/2024 6:13:12 PM

Figura 6.13. Consulta mediante la interfaz digital para validar la integridad de los datos.



```
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:3:11;86207.90;86260.61;52.71;28.91;NULL;NULL;55.06;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:3:24;86207.31;86257.25;49.94;28.92;NULL;NULL;55.04;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:3:37;86203.44;86257.08;53.64;28.94;NULL;NULL;55.04;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:3:50;86203.25;86259.50;56.25;28.97;NULL;NULL;55.04;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:4:3;86206.59;86258.37;51.77;28.99;NULL;NULL;55.04;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:4:16;86208.55;86265.21;56.66;29.00;NULL;NULL;55.02;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:4:29;86202.48;86250.78;48.30;29.04;NULL;NULL;55.04;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:4:42;86203.54;86255.79;52.25;29.04;NULL;NULL;55.00;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:4:55;86207.55;86254.72;47.17;29.05;NULL;NULL;54.98;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:5:8;86199.97;86253.97;54.00;29.06;NULL;NULL;54.95;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:5:21;86210.08;86260.53;50.45;29.08;NULL;NULL;54.91;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:5:34;86200.45;86256.97;56.52;29.09;NULL;NULL;54.90;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:5:47;86199.08;86251.56;52.48;29.11;NULL;NULL;54.88;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:6:0;86199.84;86254.05;54.21;29.12;NULL;NULL;54.86;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:6:13;86197.86;86251.83;53.97;29.13;NULL;NULL;54.84;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:6:26;86198.62;86250.58;51.96;29.15;NULL;NULL;54.86;
Prototipo;24052002;2024-5-20 12:6:39;86197.69;86249.89;52.20;29.16;NULL;NULL;54.85;
```

Figura 6.14. Imagen de los datos de la memoria extraíble para validar su integridad.

## 6.9 Validación de la precisión real de los sensores.

Antes de detallar el apartado es de utilidad referirse a los conceptos de exactitud de medida y precisión de medida en las secciones 2.1.1 y 2.1.2 respectivamente, ya que son conceptos que tienden a confundirse en la industria o a nivel de especificaciones de equipos de medición, y es por ello que deben exponerse desde la jerga metrológica. En términos de los sensores la exactitud varía de uno a otro, inclusive si son del mismo modelo y fabricante por cuestiones propias del hardware. El fabricante brinda garantía en una exactitud estimada que posee el sensor cuando se fabrica, no obstante, tal como se observa en la ficha técnica del BME280 [88], los sensores poseen una “deriva”, que es un cambio en su exactitud en el tiempo. En el caso del BME280 la deriva es de  $\pm 1.0$ hPa por año. Por tanto, dado que la exactitud de los sensores varía en el tiempo es imposible tener dos sensores que posean el mismo comportamiento.

Para dar seguimiento al cambio de la exactitud en el tiempo de los sensores, se realizan calibraciones periódicas las cuales consisten en comparar las medidas del calibrando (instrumento a calibrar) y el patrón de medida (instrumento de referencia). El certificado de calibración da información referente a la exactitud y precisión del sensor, utilizando un instrumento patrón como referencia. En cuanto a la precisión, esta es de alta importancia en todos los sensores y a diferencia de la exactitud no puede ser corregida mediante la calibración, ya que representa una aleatoriedad en las mediciones, el rango en el que se da la aleatoriedad es el valor de precisión como tal.

Para conocer la exactitud y precisión real de los sensores incorporados en el dispositivo, se realizó una calibración de estos en tres puntos de calibración, 850.3 hPa, 880.3 hPa y 909.9 hPa, definidos por expertos del LCM. Esta fue llevada a cabo junto con el ingeniero Adrián Garita, encargado del Laboratorio de Presión del

Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología. En el apéndice 10.13, se pueden observar fotografías del proceso.

En la Tabla 35 y Tabla 36, se observan los resultados obtenidos de la calibración [123]. En cuanto al sensor 1, se observa que la corrección para los tres puntos de calibración es de -0.4 hPa, entiéndase por corrección como diferencia entre el valor real (patrón) y el valor medido (calibrando), es decir, la exactitud. Por tanto, realizar esta corrección implicaría obtener el valor real del mensurando. Aun así, aunque se aplique la corrección, la incertidumbre expandida será la misma, entiéndase incertidumbre expandida como la precisión del sensor cuyo valor es de 0.1 hPa en los tres puntos de calibración. Ambos valores son de alta importancia, pero dada la deriva de los sensores en el tiempo, el concepto de interés para el desarrollo del proyecto es la precisión, ya que si no cumple con lo esperado, es imposible aplicar algún tipo de corrección. Para el caso de la exactitud el dispositivo deberá ser calibrado periódicamente como todo instrumento de índole metrológico.

Tabla 35. Resultados de la calibración del sensor 1.

<b>Valor del patrón (hPa)</b>	<b>Valor del equipo sujeto a calibración (hPa)</b>	<b>Corrección (hPa)</b>	<b>Incertidumbre expandida (hPa)</b>
850.3	850.7	-0.4	± 0.1
880.3	880.7	-0.4	± 0.1
909.9	910.3	-0.4	± 0.1

En cuanto al sensor 2, los valores obtenidos mediante la calibración son una corrección de -1.1 hPa para los puntos de calibración a una presión de 850.3 hPa y 909.9 hPa. Para el tercer punto a una presión de 880.3 hPa, se tiene una corrección de -1.2 hPa. En cuanto a la incertidumbre expandida, esta posee un valor de 0.1 hPa en los tres puntos de calibración.

Tabla 36. Resultados de la calibración del sensor 2.

<b>Valor del patrón (hPa)</b>	<b>Valor del equipo sujeto a calibración (hPa)</b>	<b>Corrección (hPa)</b>	<b>Incertidumbre expandida (hPa)</b>
850.3	851.4	-1.1	± 0.1
880.3	881.5	-1.2	± 0.1
909.9	911.0	-1.1	± 0.1

A continuación se va a realizar el cálculo de la incertidumbre estándar combinada tomando en consideración la variabilidad de los datos y la resolución del sensor. Para ello se utiliza la ecuación (6.1).

$$U_c = \sqrt{(\sigma)^2 + \left[\frac{(0.01)}{\sqrt{3}}\right]^2} \quad (6.1)$$

Donde;

$$\sigma = \frac{\text{desviación estándar}}{\sqrt{n}} \quad (6.2)$$

Sea  $\sigma$  la incertidumbre por variabilidad de los datos,  $n$  el número de datos y  $\frac{(0.01)}{\sqrt{3}}$  la incertidumbre por una resolución de 0.01.

La ecuación (6.1) da como resultado una incertidumbre con un grado de confianza del 68.28%. Mediante la (6.3) se obtiene la incertidumbre expandida con un grado de confianza del 95.45%.

$$U = U_c * 2 \quad (6.3)$$

En la Tabla 37 se pueden observar las incertidumbres expandidas de las mediciones tomadas por el dispositivo durante el proceso de calibración.

Tabla 37. Incertidumbres expandidas en los tres puntos de calibración.

Punto de calibración (hPa)	Incertidumbre expandida (hPa)	
	Sensor 1	Sensor 2
850.3	± 0.023	± 0.021
880.3	± 0.030	± 0.038
909.9	± 0.072	± 0.072

Las incertidumbres obtenidas son menores a las brindadas por el LCM y mostradas en la Tabla 35 y Tabla 36, debido a que únicamente se está tomando en consideración la variabilidad de los datos y la resolución del sensor. Esta es una posición más conservadora con respecto al LCM que como instituto nacional de metrología, toma en consideración más variables que afectan la incertidumbre.

En un inicio se establece como valor meta del proyecto obtener una incertidumbre de ± 1 hPa, ya obtenidos los resultados de la calibración es evidente que el establecimiento de este valor puede ser más ambicioso. Para evidenciar esto se realizan gráficas en las que se muestran los datos con la incertidumbre otorgada por el LCM como barras de error y dos límites superior e inferior que representan una incertidumbre de ± 0.6 hPa con respecto al valor promedio de los datos. En la Figura 6.15 se puede observar la gráfica del sensor 1 en el punto de calibración de 850.3 hPa y en la Figura 6.16 la gráfica del sensor 2 en el punto de calibración de 909.9 hPa. En el

apéndice 10.10 se encuentran las gráficas de ambos sensores para los tres puntos de calibración.

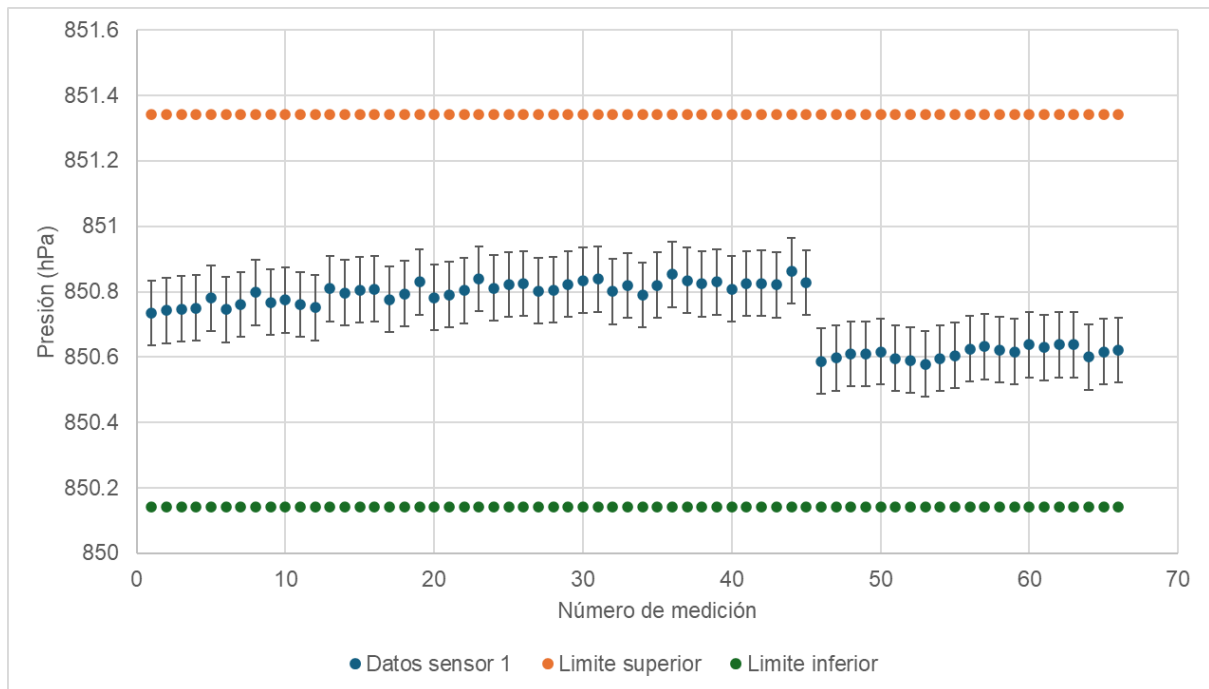


Figura 6.15. Gráfica de los datos del sensor 1 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres.

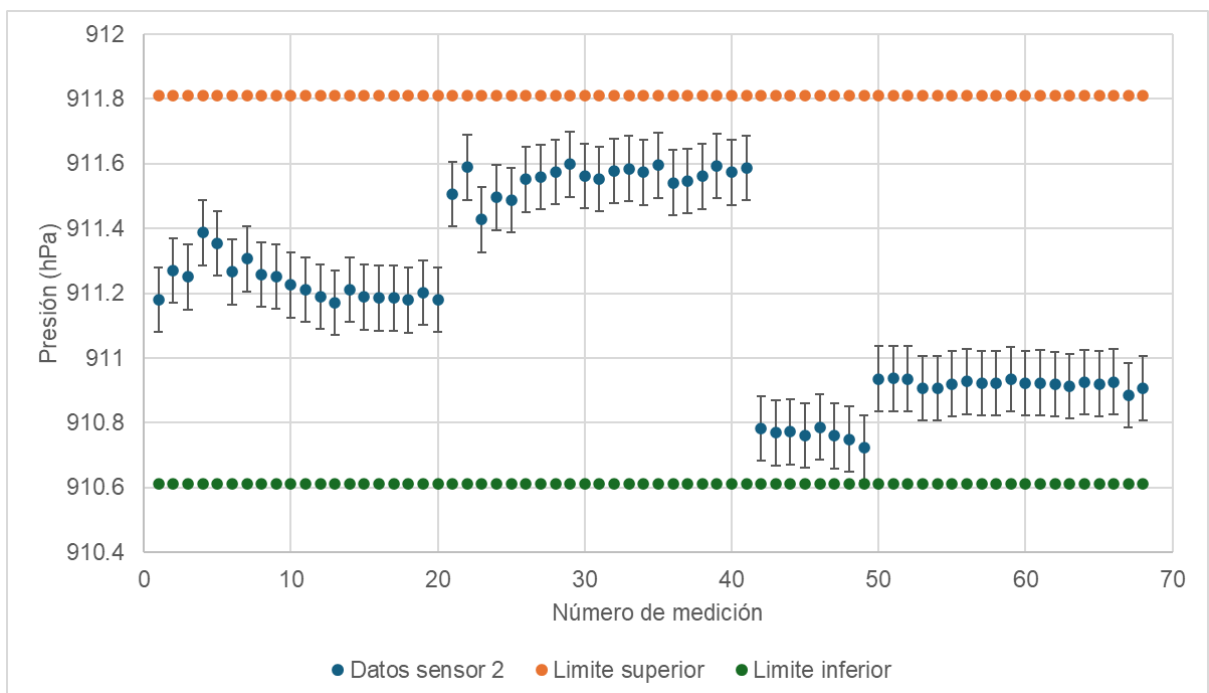


Figura 6.16. Gráfica de los datos del sensor 2 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres.

El valor de los límites superior e inferior, fueron seleccionados evaluando los casos de la Figura 6.16 y Figura. A. 15, los cuales cuentan con la mayor dispersión de los datos. Es importante mencionar que parte de la dispersión de los datos se debe a que estos consisten en una recopilación de mediciones tomadas en un mismo punto de calibración pero en diferentes momentos del proceso, por lo que son de esperarse ligeras diferencias.

### **Validación de la correcta configuración del dispositivo.**

Para validar la correcta configuración del dispositivo se realizaron sesiones con todas las posibles configuraciones del modo local y una sesión personalizada configurada mediante la interfaz digital. Las posibles configuraciones del modo local son las mostradas en la Tabla 31, éstas serán demostradas en orden descendente.

En la Figura 6.17 se muestra un extracto del set de datos correspondiente al sensor 1 con un periodo de muestreo de 30 segundos. En el apéndice 10.11.1 se encuentra el set de datos completo. Como se puede observar, únicamente las columnas asociadas al sensor 1 poseen valores y las mediciones son realizadas cada 30 segundos, tal como establece la configuración. Con respecto a la presión diferencial, esta es cero ya que al no realizar mediciones de presión con el sensor 2, no es requerido calcularla.

```
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:39:38;86160.56;NULL;0.00;27.64;NULL;60.12;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:40:8;86163.20;NULL;0.00;27.63;NULL;59.99;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:40:38;86162.45;NULL;0.00;27.62;NULL;59.88;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:41:8;86159.81;NULL;0.00;27.61;NULL;59.82;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:41:38;86163.83;NULL;0.00;27.60;NULL;59.79;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:42:8;86165.39;NULL;0.00;27.58;NULL;59.80;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:42:38;86162.73;NULL;0.00;27.57;NULL;59.80;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:43:8;86166.11;NULL;0.00;27.56;NULL;59.80;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:43:38;86168.24;NULL;0.00;27.55;NULL;59.81;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:44:8;86168.06;NULL;0.00;27.55;NULL;59.82;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:44:38;86170.86;NULL;0.00;27.54;NULL;59.85;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:45:8;86169.08;NULL;0.00;27.52;NULL;59.89;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:45:38;86171.02;NULL;0.00;27.51;NULL;59.96;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:46:8;86170.10;NULL;0.00;27.50;NULL;60.01;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:46:38;86170.17;NULL;0.00;27.49;NULL;60.09;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:47:8;86170.11;NULL;0.00;27.46;NULL;60.21;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:47:38;86170.73;NULL;0.00;27.45;NULL;60.26;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:48:8;86167.29;NULL;0.00;27.44;NULL;60.32;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:48:38;86170.29;NULL;0.00;27.43;NULL;60.38;NULL;
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:49:8;86169.07;NULL;0.00;27.43;NULL;60.40;NULL;
```

Figura 6.17. Set de mediciones del sensor 1 con un periodo de 30 segundos.

En la Figura 6.18 se muestra un extracto del set de datos correspondiente al sensor 1 con un periodo de muestreo de 5 minutos. Como se puede observar, únicamente las columnas asociadas al sensor 1 poseen valores y las mediciones son realizadas cada 5 minutos, tal como establece la configuración. Nuevamente la presión diferencial es cero.

Prototipo;24051410;2024-5-14 18:28:55;86328.75;NULL;0.00;27.79;NULL;59.61;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:33:55;86339.86;NULL;0.00;27.19;NULL;60.86;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:38:55;86339.61;NULL;0.00;26.86;NULL;62.31;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:43:55;86335.37;NULL;0.00;26.73;NULL;63.01;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:48:55;86337.28;NULL;0.00;26.69;NULL;63.48;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:53:55;86348.81;NULL;0.00;26.78;NULL;63.73;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 18:58:55;86358.20;NULL;0.00;26.77;NULL;63.53;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:3:55;86364.27;NULL;0.00;26.72;NULL;63.46;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:8:55;86366.95;NULL;0.00;26.67;NULL;63.46;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:13:55;86372.14;NULL;0.00;26.67;NULL;63.72;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:18:55;86377.15;NULL;0.00;26.72;NULL;63.81;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:23:55;86376.64;NULL;0.00;26.77;NULL;63.88;NULL;  
 Prototipo;24051410;2024-5-14 19:28:55;86376.85;NULL;0.00;26.80;NULL;63.95;NULL;

Figura 6.18. Set de mediciones del sensor 1 con un periodo de 5 minutos.

En la Figura 6.19 se muestra un extracto del set de datos correspondiente al sensor 2 con un periodo de muestreo de 30 segundos. En el apéndice 10.11.3 se encuentra el set de datos completo. Se observa que únicamente las columnas asociadas al sensor 2 poseen valores y se toman mediciones cada 30 segundos, tal como establece la configuración. La presión diferencial es cero, ya que no se mide la presión 1 y por lo tanto, no corresponde realizar el cálculo.

Prototipo;24051512;2024-5-15 8:14:41;NULL;86551.62;0.00;NULL;24.79;NULL;47.17;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:15:11;NULL;86550.30;0.00;NULL;24.92;NULL;45.20;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:15:41;NULL;86550.13;0.00;NULL;25.02;NULL;45.54;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:16:11;NULL;86549.89;0.00;NULL;25.08;NULL;46.61;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:16:41;NULL;86549.02;0.00;NULL;25.13;NULL;47.58;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:17:11;NULL;86551.34;0.00;NULL;25.16;NULL;48.44;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:17:41;NULL;86550.27;0.00;NULL;25.19;NULL;49.17;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:18:11;NULL;86548.98;0.00;NULL;25.21;NULL;49.90;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:18:41;NULL;86548.08;0.00;NULL;25.23;NULL;50.67;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:19:11;NULL;86552.20;0.00;NULL;25.26;NULL;51.22;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:19:41;NULL;86552.03;0.00;NULL;25.28;NULL;51.99;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:20:11;NULL;86549.20;0.00;NULL;25.29;NULL;52.18;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:20:41;NULL;86554.05;0.00;NULL;25.32;NULL;52.31;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:21:11;NULL;86551.92;0.00;NULL;25.33;NULL;52.41;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:21:41;NULL;86553.93;0.00;NULL;25.35;NULL;52.50;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:22:11;NULL;86554.11;0.00;NULL;25.36;NULL;52.55;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:22:41;NULL;86558.16;0.00;NULL;25.38;NULL;52.60;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:23:11;NULL;86553.36;0.00;NULL;25.39;NULL;52.65;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:23:41;NULL;86558.18;0.00;NULL;25.41;NULL;52.69;  
 Prototipo;24051512;2024-5-15 8:24:11;NULL;86556.19;0.00;NULL;25.42;NULL;52.74;

Figura 6.19. Set de mediciones del sensor 2 con un periodo de 30 segundos.

En la Figura 6.20 se muestra un extracto del set de datos correspondiente al “sensor 2” con un periodo de muestreo de 5 minutos. Se observa que únicamente las columnas asociadas al sensor 2 poseen valores y se toman mediciones cada 5

minutos, tal como dicta la configuración. Nuevamente la presión diferencial es cero, ya que no corresponde realizar el cálculo.

```
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:28:45;NULL;86498.44;0.00;NULL;26.85;NULL;55.31;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:33:45;NULL;86498.25;0.00;NULL;26.84;NULL;55.52;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:38:45;NULL;86496.44;0.00;NULL;26.60;NULL;55.76;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:43:45;NULL;86493.84;0.00;NULL;26.55;NULL;55.97;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:48:45;NULL;86497.96;0.00;NULL;26.59;NULL;55.89;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:53:45;NULL;86481.37;0.00;NULL;26.68;NULL;56.08;
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:58:45;NULL;86467.52;0.00;NULL;26.74;NULL;56.19;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:3:45;NULL;86469.45;0.00;NULL;26.67;NULL;56.38;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:8:45;NULL;86466.77;0.00;NULL;26.60;NULL;56.41;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:13:45;NULL;86461.22;0.00;NULL;26.58;NULL;56.42;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:18:45;NULL;86453.05;0.00;NULL;26.54;NULL;56.52;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:23:45;NULL;86447.63;0.00;NULL;26.56;NULL;56.66;
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:28:45;NULL;86440.17;0.00;NULL;26.55;NULL;56.74;
```

Figura 6.20. Set de mediciones del sensor 2 con un periodo de 5 minutos.

En la Figura 6.21 se muestra un extracto del set de datos correspondiente a ambos sensores con un periodo de muestreo de 10 segundos. En el apéndice 10.11.5 se encuentra el set de datos completo. En este set de datos se utilizan ambos sensores, por lo que no hay valores “NULL” y se calcula la presión diferencial. El periodo de muestreo es cada 10 segundos y se observa consistencia a largo del set de datos.

```
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:30;86318.06;86390.55;72.48;25.05;24.74;70.84;36.56;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:40;86315.17;86387.64;72.47;25.04;24.74;70.84;36.58;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:50;86317.02;86389.45;72.43;25.04;24.74;70.84;36.59;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:0;86317.73;86390.48;72.75;25.05;24.74;70.84;36.60;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:10;86317.22;86387.75;70.53;25.05;24.73;70.83;36.59;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:20;86316.86;86386.11;69.25;25.04;24.73;70.83;36.60;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:30;86315.01;86388.02;73.01;25.04;24.74;70.83;36.61;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:40;86318.57;86390.58;72.01;25.05;24.74;70.83;36.63;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:50;86316.38;86388.51;72.13;25.05;24.74;70.83;36.61;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:0;86315.23;86387.78;72.55;25.05;24.74;70.83;36.63;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:10;86317.75;86391.40;73.65;25.05;24.74;70.83;36.63;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:20;86315.93;86389.85;73.92;25.05;24.75;70.83;36.63;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:30;86314.22;86389.63;75.41;25.05;24.75;70.84;36.61;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:40;86313.23;86388.66;75.42;25.05;24.75;70.83;36.64;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:50;86314.59;86388.20;73.60;25.06;24.77;70.87;36.61;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:0;86318.49;86388.49;70.00;25.08;24.78;70.89;36.56;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:10;86316.55;86387.77;71.22;25.09;24.79;70.86;36.55;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:20;86315.28;86386.69;71.41;25.09;24.78;70.84;36.58;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:30;86310.80;86387.54;76.73;25.09;24.77;70.82;36.63;
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:40;86313.90;86387.52;73.62;25.07;24.74;70.81;36.66;
```

Figura 6.21. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 10 segundos.

En la Figura 6.22 se muestra un extracto del set de datos correspondiente a ambos sensores con un periodo de muestreo de 30 segundos. En el apéndice 10.11.6 se encuentra el set de datos completo. Al observar la figura se identifica consistencia en el tiempo de toma de datos y que efectivamente se toman mediciones con ambos sensores como lo establece la configuración.

Prototipo;24051100;2024-5-11 16:32:19;86161.42;86235.16;73.73;30.58;29.97;51.26;56.74;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:32:49;86161.60;86236.33;74.73;30.58;29.97;51.46;57.07;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:33:19;86159.37;86238.45;79.07;30.58;29.98;51.54;57.13;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:33:49;86160.07;86237.58;77.51;30.58;29.98;51.44;56.91;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:34:19;86162.64;86238.98;76.34;30.59;30.01;51.50;56.87;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:34:49;86162.95;86236.19;73.23;30.58;30.02;51.57;56.87;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:35:19;86160.83;86233.38;72.55;30.57;30.02;51.66;56.94;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:35:49;86162.20;86237.05;74.84;30.54;30.01;51.75;56.97;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:36:19;86160.23;86234.02;73.78;30.53;30.01;51.85;57.05;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:36:49;86161.57;86235.55;73.98;30.52;30.01;51.82;57.02;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:37:19;86161.92;86234.20;72.28;30.52;30.02;51.81;56.96;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:37:49;86163.48;86235.55;72.06;30.53;30.03;51.90;57.05;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:38:19;86161.77;86235.02;73.25;30.53;30.04;51.92;57.04;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:38:49;86164.72;86234.13;69.41;30.54;30.06;51.86;56.95;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:39:19;86166.30;86235.78;69.48;30.54;30.08;51.85;56.93;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:39:49;86164.30;86236.65;72.34;30.55;30.10;51.93;56.97;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:40:19;86161.80;86237.28;75.48;30.56;30.12;51.90;56.94;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:40:49;86158.90;86234.83;75.93;30.56;30.13;51.90;56.95;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:41:19;86157.66;86238.22;80.55;30.58;30.16;51.87;56.90;  
 Prototipo;24051100;2024-5-11 16:41:49;86161.46;86237.69;76.23;30.59;30.16;51.84;56.82;

Figura 6.22. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 30 segundos.

En la Figura 6.23 se muestra un extracto del set de datos correspondiente a ambos sensores con un periodo de muestreo de 1 minuto. En el apéndice 10.11.7 se encuentra el set de datos completo. Se observa que efectivamente la toma de datos se realiza cada minuto y que se están utilizando ambos sensores, tal como lo establece la configuración.

Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:9:52;86157.20;86227.08;69.88;26.54;26.17;64.04;53.51;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:10:52;86163.89;86227.78;63.89;26.55;26.20;64.00;53.47;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:11:52;86161.00;86229.66;68.66;26.53;26.20;64.02;53.46;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:12:52;86156.86;86229.17;72.31;26.49;26.19;64.10;53.46;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:13:52;86154.36;86227.52;73.16;26.47;26.17;64.17;53.46;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:14:52;86158.23;86227.51;69.27;26.47;26.17;64.21;53.46;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:15:52;86155.16;86225.04;69.88;26.47;26.17;64.26;53.43;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:16:52;86150.52;86221.70;71.18;26.46;26.16;64.30;53.43;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:17:52;86149.90;86222.26;72.36;26.46;26.16;64.34;53.40;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:18:52;86151.36;86224.07;72.71;26.46;26.16;64.38;53.38;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:19:52;86151.00;86221.72;70.72;26.46;26.16;64.38;53.34;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:20:52;86151.53;86220.70;69.17;26.48;26.17;64.37;53.35;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:21:52;86150.09;86224.28;74.19;26.49;26.19;64.37;53.32;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:22:52;86151.23;86221.69;70.46;26.51;26.20;64.36;53.31;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:23:52;86154.58;86223.05;68.47;26.50;26.20;64.34;53.31;  
 Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:24:52;86155.19;86226.16;70.97;26.49;26.19;64.35;53.34;

Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:25:52;86151.34;86222.09;70.74;26.50;26.20;64.42;53.32;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:26:52;86153.47;86224.02;70.55;26.51;26.21;64.42;53.30;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:27:52;86153.32;86223.52;70.20;26.51;26.21;64.43;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:28:52;86153.38;86227.28;73.91;26.52;26.23;64.42;53.28;

Figura 6.23. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 1 minuto.

En la Figura 6.24 se muestra un extracto del set de datos correspondiente a ambos sensores con un periodo de muestreo de 5 minutos. En la figura se observa que efectivamente se utilizan ambos sensores y se calcula la presión diferencial. En cuanto al periodo de muestreo, este es consistente y sucede cada 5 minutos. Por tanto, el dispositivo funciona tal como se espera.

Prototipo;24051406;2024-5-14 14:20:37;86110.41;86166.72;56.31;29.70;29.03;52.98;58.11;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:25:37;86106.86;86166.33;59.47;29.27;28.77;53.78;58.91;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:30:37;86093.20;86156.60;63.40;29.02;28.59;54.28;59.24;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:35:37;86095.48;86154.98;59.49;28.85;28.43;54.96;59.82;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:40:37;86100.67;86157.67;57.00;28.68;28.30;55.42;60.23;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:45:37;86111.12;86164.55;53.44;28.59;28.18;56.07;60.85;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:50:37;86124.05;86185.14;61.09;28.54;28.15;55.97;60.80;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:55:37;86133.70;86194.86;61.16;28.47;28.08;56.36;61.08;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:0:37;86136.36;86198.95;62.59;28.36;27.96;56.79;61.56;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:5:37;86136.73;86194.75;58.02;28.22;27.80;57.31;62.06;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:10:37;86137.59;86197.88;60.30;28.12;27.69;57.60;62.36;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:15:37;86133.55;86193.59;60.05;28.02;27.58;57.74;62.53;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:20:37;86131.70;86193.78;62.08;27.92;27.48;58.13;62.87;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:25:37;86135.71;86191.73;56.02;27.82;27.35;58.01;62.81;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:30:37;86150.42;86206.09;55.67;27.74;27.25;58.19;62.97;

Figura 6.24. Set de mediciones con ambos sensores y un periodo de 5 minutos.

En la Figura 6.25 se muestra un extracto del set de datos correspondiente a ambos sensores con una configuración personalizada en la que se mide la presión en ambos sensores, la presión diferencial, la temperatura<sup>1</sup> y la humedad<sup>2</sup> con un periodo de muestreo de 13 segundos. Se selecciona esta configuración de parámetros en particular para demostrar el nivel de personalización que el usuario puede dar. En el apéndice 10.11.9 se encuentra el set de datos completo. La figura muestra consistencia en el periodo de muestreo a lo largo de todo el set de datos y efectivamente solo se toman mediciones de las magnitudes solicitadas.

Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:2;86368.06;86436.53;68.47;NULL;27.11;58.52;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:15;86367.72;86436.59;68.87;NULL;27.13;58.47;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:28;86367.00;86435.27;68.27;NULL;27.16;58.35;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:41;86366.46;86435.50;69.04;NULL;27.18;58.24;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:54;86368.02;86434.58;66.56;NULL;27.20;58.14;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:7;86367.26;86435.75;68.49;NULL;27.22;58.06;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:20;86366.66;86435.75;69.09;NULL;27.23;57.99;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:33;86367.92;86434.50;66.58;NULL;27.25;57.89;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:46;86368.16;86435.16;66.99;NULL;27.26;57.84;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:59;86366.30;86434.26;67.96;NULL;27.28;57.79;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:12;86368.44;86432.67;64.23;NULL;27.29;57.71;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:25;86368.69;86435.45;66.77;NULL;27.31;57.63;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:38;86364.18;86433.61;69.43;NULL;27.32;57.54;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:51;86362.59;86431.80;69.20;NULL;27.32;57.47;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:4;86362.66;86433.47;70.81;NULL;27.34;57.40;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:17;86365.48;86431.69;66.21;NULL;27.35;57.35;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:30;86367.39;86434.73;67.34;NULL;27.36;57.29;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:43;86365.17;86434.78;69.61;NULL;27.38;57.23;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:56;86367.02;86434.54;67.52;NULL;27.38;57.18;NULL;  
 Prototipo;24051502;2024-5-15 10:40:9;86366.55;86434.19;67.63;NULL;27.39;57.12;NULL;

Figura 6.25. Set de mediciones con ambos sensores, personalizado y un periodo de 13 segundos.

## 6.10 Validación de la transmisión en su totalidad de las mediciones

Para demostrar la transmisión de la totalidad de las mediciones, se plantea realizar una comparación entre dos archivos de un mismo set de datos. Uno de ellos obtenido de la memoria extraíble del dispositivo y el otro descargado desde la interfaz digital. La consistencia entre ambos archivos demuestra la correcta transmisión de la información desde el dispositivo hasta la base de datos (a través del API), su correcto almacenamiento y su correcta transmisión desde la base de datos hacia el usuario (a través del API y la interfaz de usuario). El set de datos de esta demostración es el utilizado en el apartado 6.4, acceso remoto a la interfaz digital. En el apéndice 10.12.1 se encuentran los datos de la memoria extraíble y en el apéndice 10.12.2 los del archivo descargado desde la interfaz digital.

Para hacer una comparación puntual de los datos se hará uso de su identificación única y se extraerán datos con las mismas credenciales de ambos archivos. Los datos pueden ser observados de la Tabla 38 a la Tabla 40.

Tabla 38. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:43:06 PM.

Dato	Origen	
	Memoria extraíble	Interfaz digital
Dispositivo ID	Prototipo	Prototipo
Sesión ID	24051908	24051908
Fecha y hora	2024-5-19 21:43:6	5/19/2024 9:43:06 PM
Presión 1 (Pa)	86370.12	86370.12
Presión 2 (Pa)	86428.14	86428.14
Presión diferencial (Pa)	58.02	58.02
Temperatura 1 (°C)	26.62	26.62
Temperatura 2 (°C)	26.29	26.29
Humedad 1 (%)	67.92	67.92
Humedad 2 (%)	46.19	46.19
TimeStamp	-	5/20/2024 3:49:38 AM

Tabla 39. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:47:26 PM.

Dato	Origen	
	Memoria extraíble	Interfaz digital
Dispositivo ID	Prototipo	Prototipo
Sesión ID	24051908	24051908
Fecha y hora	2024-5-19 21:47:26	5/19/2024 9:47:26 PM
Presión 1 (Pa)	86373.66	86373.66
Presión 2 (Pa)	86437.86	86437.86
Presión diferencial (Pa)	64.20	64.20
Temperatura 1 (°C)	26.49	26.49
Temperatura 2 (°C)	26.15	26.15
Humedad 1 (%)	66.94	66.94
Humedad 2 (%)	49.10	49.10
TimeStamp	-	5/20/2024 3:53:59 AM

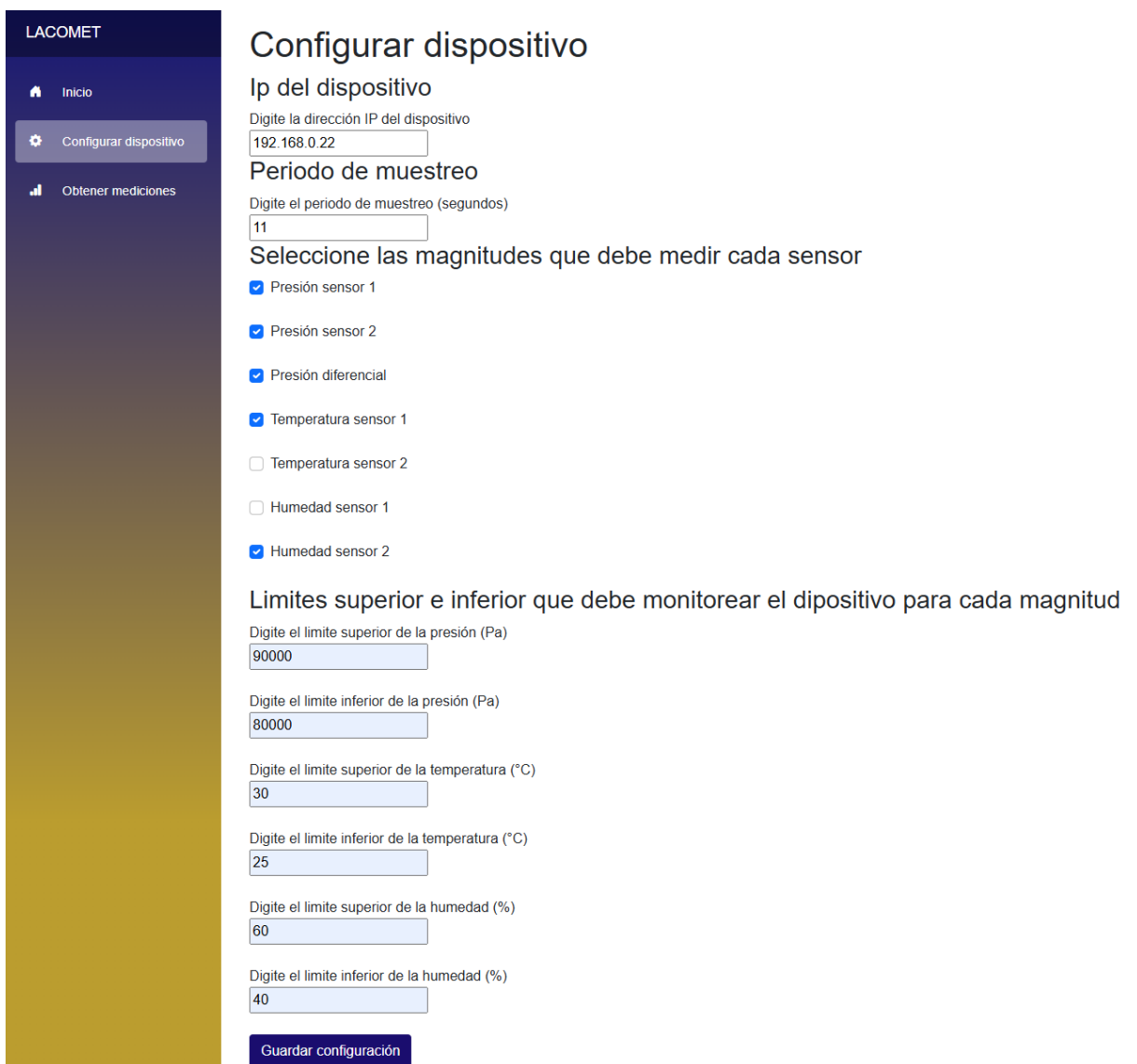
Tabla 40. Desglose de las mediciones capturadas a las 9:51:46 PM

Dato	Origen	
	Memoria extraíble	Interfaz digital
Dispositivo ID	Prototipo	Prototipo
Sesión ID	24051908	24051908
Fecha y hora	2024-5-19 21:51:46	5/19/2024 9:51:46 PM
Presión 1 (Pa)	86377.31	86377.31
Presión 2 (Pa)	86444.20	86444.20
Presión diferencial (Pa)	66.88	66.88
Temperatura 1 (°C)	26.36	26.36
Temperatura 2 (°C)	26.02	26.02
Humedad 1 (%)	67.21	67.21
Humedad 2 (%)	49.41	49.41
TimeStamp	-	5/20/2024 3:58:20 AM

## 6.11 Validación funcional

Para validar el funcionamiento completo del dispositivo se plantea realizar una sesión corta personalizada. De esta sesión se registra la configuración establecida en la interfaz digital y se compararan los datos mostrados en la pantalla del dispositivo, la memoria extraíble y la consulta y descarga de la interfaz digital.

En la Figura 6.26 se observa la configuración ingresada al dispositivo a través de la interfaz digital. Se utiliza un periodo de muestreo de 11 segundos para mostrar el funcionamiento con un valor no predeterminado. De igual forma se miden todas las magnitudes a excepción de la temperatura 2 y humedad 1, nuevamente para utilizar valores no predeterminados. En los límites de las magnitudes se ingresan valores en los que rondan las condiciones ambientales del lugar en el que se realiza la toma de datos.



The screenshot shows the 'Configurar dispositivo' (Configure device) screen of the LACOMET application. The interface is dark-themed with a sidebar on the left containing 'Inicio', 'Configurar dispositivo', and 'Obtener mediciones'. The main content area is titled 'Configurar dispositivo' and includes the following fields and options:

- Ip del dispositivo:** 'Digite la dirección IP del dispositivo' with a text input field containing '192.168.0.22'.
- Periodo de muestreo:** 'Digite el periodo de muestreo (segundos)' with a text input field containing '11'.
- Selección de magnitudes:** A section titled 'Seleccione las magnitudes que debe medir cada sensor' with several checked checkboxes: 'Presión sensor 1', 'Presión sensor 2', 'Presión diferencial', 'Temperatura sensor 1', and 'Humedad sensor 2'. 'Temperatura sensor 2' and 'Humedad sensor 1' are unchecked.
- Límites de monitoreo:** A section titled 'Límites superior e inferior que debe monitorear el dispositivo para cada magnitud' with text input fields for:
  - 'Digite el límite superior de la presión (Pa)': 90000
  - 'Digite el límite inferior de la presión (Pa)': 80000
  - 'Digite el límite superior de la temperatura (°C)': 30
  - 'Digite el límite inferior de la temperatura (°C)': 25
  - 'Digite el límite superior de la humedad (%)': 60
  - 'Digite el límite inferior de la humedad (%)': 40

A 'Guardar configuración' (Save configuration) button is located at the bottom of the form.

Figura 6.26. Configuración del dispositivo a través de la interfaz digital.

Una vez configurado se inicia la toma de mediciones, en la Figura 6.27 y la Figura 6.28, se pueden observar las dos capturas realizadas desde la pantalla del dispositivo. También se observan los indicadores visuales que de acuerdo con la información mostrada en la Tabla 32, todo fluye con normalidad.

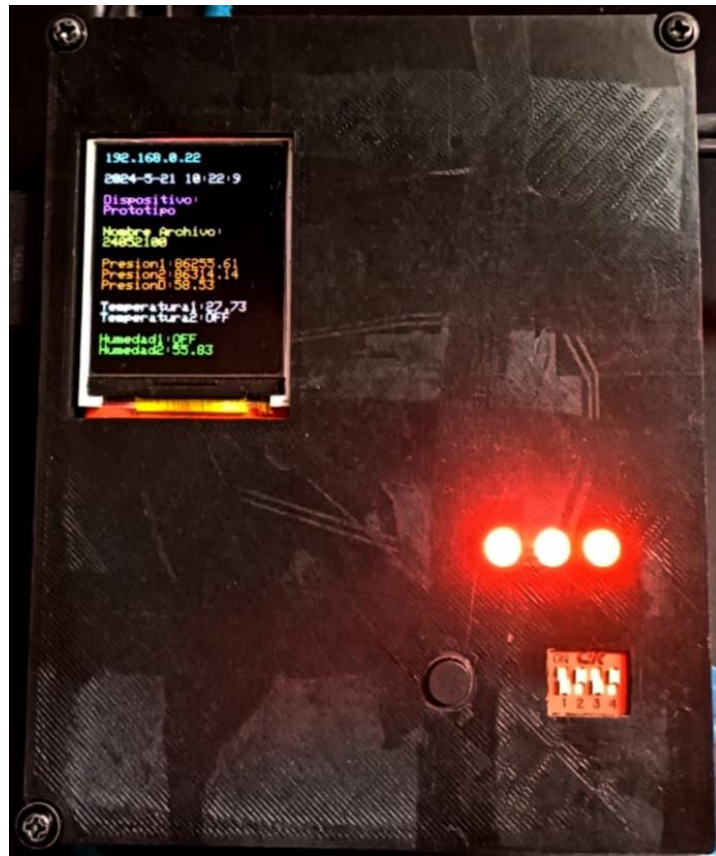


Figura 6.27. Primera captura de datos.

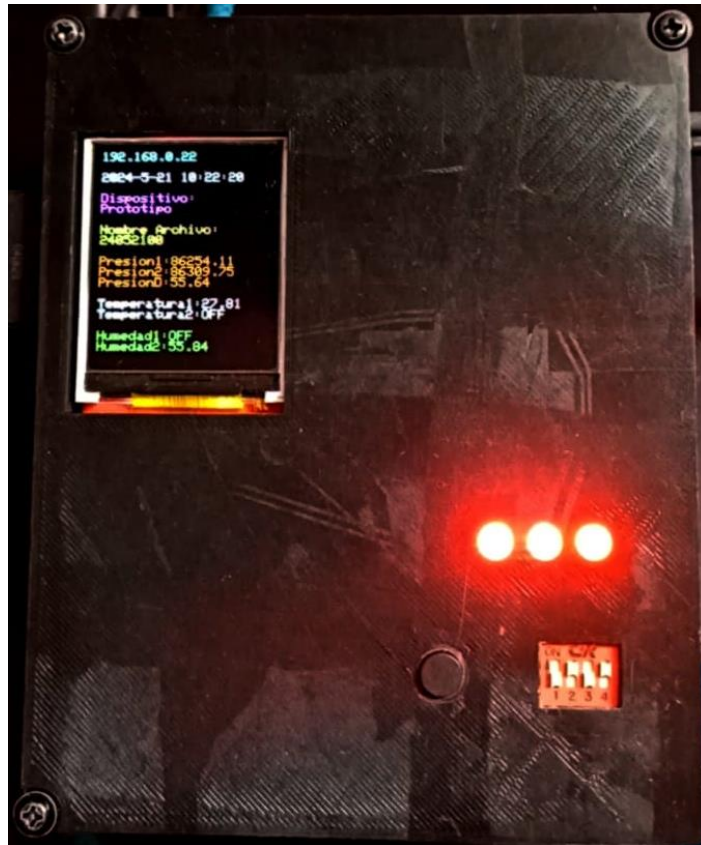


Figura 6.28.Segunda captura de datos.

En la Figura 6.29 se muestran los datos ingresados en la interfaz digital para realizar la consulta a la base de datos y la descarga de la información en un archivo de extensión .txt.

A screenshot of the LACOMET digital interface. On the left is a dark blue sidebar menu with the title 'LACOMET' and three options: 'Inicio', 'Configurar dispositivo', and 'Obtener mediciones'. The main area is white and titled 'Obtener mediciones'. It contains two input fields: 'Digite el identificador de la sesión:' with the value '24052100' and 'Digite el identificador del dispositivo:' with the value 'Prototipo'. Below these fields are two blue buttons: 'Consultar' and 'Descargar'.

Figura 6.29. Credenciales ingresadas en la interfaz digital para la consulta y descarga de datos.

A continuación se muestran los datos consultados en la interfaz digital, el archivo obtenido de la interfaz digital y el archivo obtenido de la memoria extraíble.

Los datos se observan en la Figura 6.30, Figura 6.31 y Figura 6.32 respectivamente. Al observar las figuras, los tres casos son consistentes entre sí, demostrando el apropiado funcionamiento de la totalidad de la solución. Las únicas diferencias que se observan son el formato de la fecha y la hora, ya que la base de datos le da un manejo diferente pero sus valores son consistentes.

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24052100	5/21/2024 10:22:09 AM	86255.61	86314.14	58.53	27.73		55.83		5/21/2024 4:28:45 PM
Prototipo	24052100	5/21/2024 10:22:20 AM	86254.11	86309.75	55.64	27.81		55.84		5/21/2024 4:28:54 PM

Figura 6.30. Datos mostrados en la interfaz digital.

```
Prototipo;24052100;05/21/2024 10:22:9 AM;86255.61;86314.14;58.53;27.73;NULL;NULL;55.83;5/21/2024 4:28:45 PM;
Prototipo;24052100;05/21/2024 10:22:20 AM;86254.11;86309.75;55.64;27.81;NULL;NULL;55.84;5/21/2024 4:28:54 PM;
```

Figura 6.31. Datos del archivo obtenido mediante la interfaz digital.

```
Prototipo;24052100;2024-5-21 10:22:9;86255.61;86314.14;58.53;27.73;NULL;NULL;55.83;
Prototipo;24052100;2024-5-21 10:22:20;86254.11;86309.75;55.64;27.81;NULL;NULL;55.84;
```

Figura 6.32. Datos del archivo obtenido mediante la memoria extraíble.

## 6.12 Aporte de la solución hacia el estado deseado.

Este apartado hace referencia al diagrama de la Figura 4.1, el cual realiza una comparación entre el estado actual del laboratorio y el estado deseado. En la Tabla 41 se observan los puntos expuestos en el estado deseado y el aporte que realiza el dispositivo a cada uno de ellos.

Tabla 41. Aportes del dispositivo hacia el estado deseado.

<b>Característica deseada</b>	<b>Aporte del dispositivo</b>
Es deseable disponer de un instrumento capaz de registrar de manera automatizada las mediciones de presión en uno o más puntos, según se requiera.	El instrumento tiene la capacidad de registrar automáticamente las mediciones de presión en dos puntos.
Es deseable que el dispositivo tenga la capacidad de registrar de manera automatizada las mediciones de presión diferencial, de tal forma que no se requieran dos indicadores por separado, sino que este integrado en un mismo dispositivo.	El instrumento tiene la capacidad de registrar automáticamente las mediciones de presión diferencial entre dos puntos.
Contar con un medidor de presión diferencial que registre datos de manera automatizada, eliminaría el inconveniente de obtener mediciones de manera manual. Esto aumenta la eficiencia y es menos propenso al error humano.	El dispositivo registra datos de manera automatizada, lo que elimina el inconveniente de tomar datos manualmente.
Es deseable no tener que utilizar costosos accesorios de acero inoxidable para la toma de muestras, lo cual incrementaría el espacio disponible, especialmente dentro de la cámara climática Rotronic HydroGen HG2-S	El dispositivo posee cables cuya longitud permite ingresar los sensores al entorno que se desea medir. Además los sensores poseen un encapsulado que protege su integridad.
Contar con un instrumento que mida la presión diferencial y registre datos de manera automatizada, permitiría liberar otros instrumentos y dedicarlos a la investigación y desarrollo.	El instrumento registra la presión diferencial y otros mensurandos, liberando otros instrumentos que podrán ser destinados a la investigación y desarrollo. El mismo dispositivo podrá ser destinado para este fin.
Poder investigar el comportamiento del dispositivo en el tiempo, representa por sí mismo una oportunidad de investigación y desarrollo orientada a descubrir y apoyar otras necesidades latentes del Laboratorio de Humedad e incluso darle uso en otros laboratorios del LACOMET.	El dispositivo será objeto de estudio, para continuar con la investigación y desarrollo de dispositivos de esta naturaleza, así como el descubrimiento y apoyo de otras necesidades latentes del laboratorio.

## 7 Análisis económico

### 7.1 Componente cuantitativa

El análisis parte por el cálculo de la inversión inicial del proyecto. En la Tabla 42 se observan los costos directos, conformados por los insumos utilizados y las herramientas que se tuvieron que adquirir. Para cada bien se etiqueta la disponibilidad previa en la empresa y se calculan los totales para los costos materiales, los costos de herramientas y los costos de los bienes no disponibles. En el caso del software SolidWorks para el diseño CAD, se utilizó la licencia para estudiantes de la Escuela de ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tabla 42. Costos directos del proyecto.

Descripción	Cantidad	Valor unitario	IVA (si aplica)	Subtotal (CRC)	Disponibilidad actual en la empresa
Costos materiales					
ESP32	1	7604.32	988.56	8592.88	SI
ST7735	1	3425.22	445.28	3870.50	SI
PCB 70x120 mm	1	1520.83	197.71	1718.54	NO
PCB 50x50 mm	1	1073.52	139.56	1213.08	NO
PCB 40x100 mm	1	1163.03	151.19	1314.22	NO
Impresión 3D	1	8289.00		8289.00	SI
Botón	1	101.73	13.22	114.95	NO
LEDS	3	254.32	33.06	796.02	NO
DIPSWITCH	1	500.00	65.00	565.00	NO
Estaño	3	500.00		1500.00	NO
SD	1	5000.00		5000.00	SI
Cable AWG 22	4	1267.32	164.75	5234.03	NO
Termo encogible 8.1mm	1	769.45	100.03	869.48	NO
Termo encogible 4mm	3	678.92	88.26	2125.02	NO
Resistencias	8	58.00	7.54	471.54	NO
Paquete de tornillos	1	1000.00		1000.00	NO
Sensores	2	3026.47	393.44	6446.38	SI

Pines-6	1	134.19	17.44	151.63	NO
Pines-20	2	246.02	31.98	524.02	NO
Disipadores de calor	1	398.23	51.77	450.00	NO
Cable de alimentación	1	1800.00		1800.00	SI
Adaptador	1	2200		2200	SI
<b>Subtotal materiales (CRC)</b>				<b>54246.30</b>	
Costos de herramientas					
SolidWorks	1	0.00		0.00	Licencia para estudiantes de la escuela de electrónica.
Cautín	1	4000.00		4000.00	SI
<b>Subtotal herramientas (CRC)</b>				<b>4000.00</b>	
<b>Total de inversión en herramientas/materiales no disponibles (CRC)</b>				<b>18047.54</b>	
Costos de servicios generales					
Viáticos	1	300000.00		300000.00	-
<b>Subtotal servicios generales (CRC)</b>				<b>300000.00</b>	
<b>A. Total (CRC)</b>				<b>358246.30</b>	

Los costos indirectos son calculados como un porcentaje del valor total de los costos directos y observan en la Tabla 43. El porcentaje es seleccionado por medio del juicio experto y el tipo de cambio al momento del análisis es de 512 CRC.

Tabla 43. Costos indirectos del proyecto.

<b>Detalle</b>	<b>Subtotal</b>
Administración (3 %)	10,747.39
Operación y Mantenimiento (1 %)	3,582.46
<b>B. Total (CRC)</b>	<b>14,329.85</b>
<b>Inversión total (A+B) (CRC)</b>	<b>372,576.16</b>
<b>Inversión total (A+B) (USD)</b>	<b>727.69</b>

Es importante evaluar las ganancias que va a generar el proyecto mediante sus mejoras en la metodología de monitoreo y registro de datos. En la Tabla 44 se desglosa la cantidad de mediciones que se deben de tomar para una calibración de 3 puntos y en la Tabla 45 un estimado del tiempo ahorrado por cada toma de datos

gracias al dispositivo. Tal como se observa, en total el personal técnico puede ahorrar alrededor de 33 minutos por calibración. Cabe mencionar que la calibración de tres puntos es una de las que requiere menos tomas de mediciones, por lo que el análisis se hace desde un punto de vista conservador.

Tabla 44. Estimación del tiempo ahorrado en una calibración de tres puntos.

	<b>Etapas de la calibración</b>	
	<b>Ascenso</b>	<b>Descenso</b>
<b>Cantidad de ascensos/descensos</b>	3	1
<b>Mediciones por ascenso/descenso</b>	3	2
<b>Cantidad de tomas de datos</b>	9	2

Tabla 45. Estimación del tiempo ahorrado en tomas de datos durante la calibración.

<b>Cantidad total de tomas de datos</b>	11
<b>Tiempo ahorrado por toma de datos (minutos)</b>	3
<b>Total de tiempo ahorrado (minutos)</b>	33

En la Tabla 46 se observa la estimación de la cantidad de calibraciones anuales en las que se utilizará el dispositivo. Dado que es una estimación, se toman en consideración todas las semanas del año de lunes a viernes.

Tabla 46. Estimación de la cantidad de calibraciones anuales en las que se hace uso del dispositivo.

<b>Periodo</b>	<b>Cantidad de calibraciones</b>
Semanal	3
Mensuales	12
Anual	144

Tomando en consideración la información de la Tabla 44 y la Tabla 46, es posible estimar el ahorro de tiempo semanal, mensual y anual en horas que aporta el dispositivo. Esta información se observa en la Tabla 47. El tiempo ahorrado podrá ser destinado a otras tareas.

Tabla 47. Estimación del tiempo ahorrado en horas.

<b>Periodo</b>	<b>Tiempo ahorrado (horas)</b>
Semanal	1.65
Mensual	6.6
Anual	79.2

De acuerdo con [124], el salario mínimo mensual de un licenciado universitario es de 765.985,67 CRC. Dado que se toma como punto de partida el salario mínimo, se mantiene el enfoque conservador. En la Tabla 48 se observa la remuneración por hora a base del salario mencionado.

Tabla 48. Cálculo de los ingresos por hora de un licenciado universitario.

<b>Salario mensual de un licenciado universitario [124]</b>	<b>765985.67</b>
Horas diarias	8
Horas semanales	40
Horas mensuales	160
Remuneración por hora	4787.41

A partir de la información de la Tabla 47 y la Tabla 48, es posible calcular el valor monetario de las horas que ahorra el dispositivo en el proceso de calibración. En la Tabla 49 se muestra en términos monetarios el ahorro del dispositivo. Este ahorro monetario generado por el dispositivo es representado como un ingreso que será contrastado con respecto a la inversión inicial.

Tabla 49. Cálculo del ahorro monetario generado por el dispositivo.

<b>Periodo de tiempo del ingreso</b>	<b>Moneda</b>	
	<b>CRC</b>	<b>USD</b>
Semanal	7899.23	15.43
Mensual	31596.91	61.71
Anual	379162.91	740.55

En la Tabla 50 se realizan los cálculos finales para estimar la viabilidad económica del proyecto, el análisis se hace con una proyección a 3 años. Se observa que se tiene una inversión de \$727.69, valor obtenido en la Tabla 42. Se proyectan los ingresos calculados en la Tabla 49 como constantes a lo largo de los 3 años,

considerando un impuesto de renta al 30%, por tanto, el ingreso neto anual que genera el dispositivo es de \$518.39.

Una vez obtenidos los flujos netos efectivos, se calcula el valor presente neto del proyecto con un descuento por el costo capital del 24%. Tomando la inversión inicial y el valor presente neto, se obtiene un valor actual neto (VAN) de \$299.39.

Posteriormente se realiza el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), utilizando el flujo neto efectivo. La TIR da como resultado 50.22%.

Finalmente se calcula el índice de deseabilidad del proyecto, tomando el flujo neto efectivo y el valor presente neto con el costo capital descontado. El índice de deseabilidad del proyecto es de 1.41, por tanto, es deseable.

Tabla 50. Resultados de la inversión.

<b>Años</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Inversión inicial	727.69			
Beneficio por venta de servicios		740.55	740.55	740.55
Utilidad antes de los impuestos		740.55	740.55	740.55
Impuesto de renta al 30%		222.17	222.17	222.17
Utilidad después de los impuestos		518.39	518.39	518.39
Flujo neto efectivo (USD)	-727.69	518.39	518.39	518.39
Valor presente neto con el costo capital (24%) descontado	<b>\$1,027.08</b>			
Valor actual neto (VAN)	<b>\$299.39</b>			
Tasa interna de retorno (TIR)	<b>50.22%</b>			
Índice de deseabilidad (ID)	<b>1.41</b>			

## 7.2 Componente cualitativa

La componente cualitativa del análisis económico expone los beneficios abstractos que brinda el proyecto más allá de lo monetario, su importancia radica en evidenciar el impacto que tiene en la comunidad científica. En cuanto al presente proyecto, este será plasmado en un paper de carácter científico y publicado en la revista RONNA del Laboratorio Costarricense de Metrología [125]; además existe la posibilidad de llevar el paper a un simposio internacional. De esta forma, se podrá ampliar el alcance del proyecto dentro de la comunidad científica y metrológica. En el anexo 11.2 se encuentra un enlace al volumen 1, ejemplar 2 de la revista RONNA.

## 8 Conclusiones y Recomendaciones

### 8.1 Conclusiones

1. Se realizó un diagnóstico de la metodología de registro y monitoreo de datos del Laboratorio de Humedad Relativa que identifica puntos de mejora en la metodología y un análisis de los microcontroladores, sensores y protocolos de comunicación. Esta información fue de utilidad para la identificación de necesidades del cliente y la selección de candidatos para la generación de conceptos.
2. Se diseñó un módulo de adquisición de datos que registra efectivamente la totalidad de los datos capturados por ambos sensores con una precisión de  $\pm 0.1$  hPa.
3. Se diseñó una interfaz digital que permite monitorear y obtener los datos históricos o registrados en tiempo real por el dispositivo mediante consultas a una base de datos. Además permite configurar el dispositivo con un 100 % de acierto mediante el ingreso y selección de parámetros personalizados según las necesidades del usuario.
4. Se diseñó una interfaz local que permite configurar modos de trabajo predeterminados con un 100% de acierto mediante el uso de un DIPSWITCH integrado.
5. Se realizaron pruebas funcionales que evalúan la transmisión del 100 % de los datos capturados por el dispositivo hacia la base de datos y la memoria extraíble, así como la consulta y descarga de la información almacenada en la base de datos a través de la interfaz digital.
6. Se identificaron las necesidades del cliente y mediante bibliografía complementaria, conocimientos propios y siguiendo la metodología de Ulrich & Eppinger adaptada al proyecto, se desarrolló un prototipo funcional integral.
7. Se implementaron cambios que abarcan los puntos de mejora identificados en la metodología de registro y monitoreo de datos, mediante las funcionalidades que brinda el dispositivo, garantizando una mejora en los procesos y el flujo de trabajo actual del Laboratorio de Humedad Relativa del Departamento de Metrología Física del Laboratorio Costarricense de Metrología.
8. Se determinaron puntos de mejora del prototipo funcional que son plasmados en las recomendaciones, para tomar en consideración en futuras iteraciones.

### 8.2 Recomendaciones

A continuación se presentan una serie de recomendaciones dirigidas a futuros investigadores que deseen realizar nuevas iteraciones para continuar con la investigación y desarrollo del dispositivo. Las recomendaciones parten de la experiencia obtenida durante el desarrollo del proyecto.

1. Se recomienda incorporar un botón de reinicio más accesible, para no utilizar el integrado en el microcontrolador y facilitar la manipulación del dispositivo.
2. Si se presenta la necesidad de integrar otras alertas al dispositivo, se recomienda evaluar la posibilidad de cambiar valores de la Tabla 32. Tabla de verdad de los indicadores visuales. Ya que algunos de ellos se encuentran en la pantalla de arranque y de espera, tomando en consideración que se desconocería el valor descartado durante la toma de mediciones.
3. El microcontrolador aumenta considerablemente su temperatura cuando utiliza el wifi, por lo que se recomienda mantenerlo en un lugar fresco e integrar un tipo de ventilación.
4. En una futura iteración, se recomienda diseñar un método de sujeción para el cable de alimentación que proteja la integridad del puerto de alimentación.
5. Se recomienda utilizar sensores BME/P 390, cuya incertidumbre es superior a los BME/P 280.

## 9 Referencias Bibliográficas

- 1] LCM, «Nuestra Historia,» LCM, [En línea]. Available: [https://lcm.go.cr/acerca-de/nuestra\\_historia/](https://lcm.go.cr/acerca-de/nuestra_historia/). [Último acceso: 08 05 2024].
- 2] Centro español de metrología, «¿Hay alguna diferencia entre 'exactitud' y 'precisión'?», Centro español de metrología, 14 11 2019. [En línea]. Available: <https://www.cem.es/es/divulgacion/preguntas-frecuentes/hay-alguna-diferencia-entre-exactitud-precision>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 3] Centro Español de Metrología, «Vocabulario Internacional de Metrología,» Centro Español de Metrología, 2012. [En línea]. Available: <https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 4] Real Academia Española, «Diccionario de la lengua española,» Real Academia Española, 2023. [En línea]. Available: <https://www.rae.es/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 5] RAE, «trazabilidad,» RAE, [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/trazabilidad?m=form>. [Último acceso: 30 04 2024].
- 6] IBM, «¿Qué es el software de código abierto?,» IBM, [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/topics/open-source>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 7] HBK, «Definición de un sensor de presión,» HBK, [En línea]. Available: <https://www.hbm.com/es/7646/que-es-un-sensor-de-presion/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 8] Pigra Comercial Group SA, «GALGA EXTENSIOMETRICA BF350-3AA 350Ω,» Pigra Comercial Group SA, [En línea]. Available: <https://pigra.com.mx/sensores/1292-galga-extensiometrica-bf350-3aa-350.html>. [Último acceso: 15 04 2024].
- 9] Microsensor, «Sensor de presión piezorresistivo MPM281VC,» Microsensor, [En línea]. Available: [https://es.microsensorcorp.com/Product-details\\_gas\\_pressure\\_sensor\\_mpm281vc.html](https://es.microsensorcorp.com/Product-details_gas_pressure_sensor_mpm281vc.html). [Último acceso: 15 04 2024].
- 10] Supmea, «Sensor de presión de transmisor de presión de resonancia de silicio Calibrando transmisores de presión Sensor de presión,» Supmea, [En línea]. Available: [https://es.made-in-china.com/co\\_supmea/product\\_Silicon-Resonant-Sensor-Pressure-Transmitter-Calibrating-Pressure-Transmitters-Pressure-Sensor\\_eeeoosyuy.html](https://es.made-in-china.com/co_supmea/product_Silicon-Resonant-Sensor-Pressure-Transmitter-Calibrating-Pressure-Transmitters-Pressure-Sensor_eeeoosyuy.html). [Último acceso: 15 04 2024].

- EEPOWER, «Pull-up and Pull-down Resistors,» EEPower, [En línea].  
11] Available: <https://eepower.com/resistor-guide/resistor-applications/pull-up-resistor-pull-down-resistor/#>. [Último acceso: 17 04 2024].
- U. d. Sevilla, «Capítulo 2. Microcontroladores: Características y,» de  
12] *Sistema de desarrollo PIC18F452*, Sevilla.
- MP Control, «¿Que es una camara climatica?,» MP Control, [En línea].  
13] Available: <https://www.mpcontrol.es/definicion-camara-climatica/>. [Último acceso: 30 04 2024].
- W. Tomasi, «Protocolos de comunicación de datos y configuraciones de  
14] red,» de *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Pearson Educación, 2003, pp. 605-666.
- Cisco, «¿Qué es Wi-Fi?,» Cisco, [En línea]. Available:  
15] [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/wireless/what-is-wifi.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wifi.html). [Último acceso: 15 04 2024].
- S. Campbell, «BASICS OF THE SPI COMMUNICATION PROTOCOL,»  
16] circuitbasics, [En línea]. Available: <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-spi-communication-protocol/>. [Último acceso: 17 04 2024].
- J. Wu, «A Basic Guide to I2C,» Texas Instruments, 2022. [En línea].  
17] Available: [https://www.ti.com/lit/an/sbaa565/sbaa565.pdf?ts=1713392517627&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F#:~:text=I2C%20is%20a%20two%2Dwire,and%20receive%20commands%20and%20data..](https://www.ti.com/lit/an/sbaa565/sbaa565.pdf?ts=1713392517627&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F#:~:text=I2C%20is%20a%20two%2Dwire,and%20receive%20commands%20and%20data..) [Último acceso: 17 04 2024].
- D. Suciú, «API Architecture: The HTTP Protocol and Its Importance,» 07  
18] 04 2021. [En línea]. Available: <https://medium.com/api-world/api-architecture-the-http-protocol-and-its-importance-aeba0fe46f91>. [Último acceso: 18 04 2024].
- Microsoft, «Conceptos básicos sobre bases de datos,» Microsoft, [En  
19] línea]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/topic/conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204>. [Último acceso: 26 04 2024].
- AWS, «¿Qué es una base de datos?,» Amazon. [En línea]. [Último  
20] acceso: 26 04 2024].
- Microsoft Azure, «¿Qué son las bases de datos?,» Microsoft Azure, [En  
21] línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-mx/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-databases>. [Último acceso: 26 04 2024].

- AWS, «¿Qué es una interfaz de programación de aplicaciones (API)?,»  
22] Amazon, [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/what-is/api/>. [Último acceso: 26 04 2024].
- Microsoft, «¿Qué es .NET?,» Microsoft, [En línea]. Available:  
23] <https://dotnet.microsoft.com/es-es/learn/dotnet/what-is-dotnet>. [Último acceso: 26 04 2024].
- AWS, «¿Qué es .NET?,» Amazon, [En línea]. Available:  
24] <https://aws.amazon.com/es/what-is/net/#:~:text=NET%3F-,,natively%20on%20any%20operating%20system..> [Último acceso: 27 04 2024].
- g. d. 1.-F.-c. f. d. d. N. s. v.-t. a. Rick Anderson, «Blazor de ASP.NET  
25] Core,» Microsoft, 09 02 2024. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/blazor/?view=aspnetcore-8.0>. [Último acceso: 27 04 2024].
- S.-C. P. D. S. H. w. J. H. ojgarciab, «Conceptos básicos de HTML,»  
26] mozilla.org, 18 07 2023. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/HTML\\_basics](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics). [Último acceso: 27 04 2024].
- ojgarciab, «HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto,» mozilla.org, 24  
27] 07 2024. [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>. [Último acceso: 27 04 2024].
- Bill Wagner, «Plan de desarrollo para desarrolladores de Python que  
28] aprenden C#,» Microsoft, 16 04 2024. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/tips-for-python-developers>. [Último acceso: 28 04 2024].
- Bill Wagner, «Paseo por el lenguaje C#,» Microsoft, 11 04 2024. [En  
29] línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>. [Último acceso: 28 04 2024].
- Microsoft, «What is .NET?,» Microsoft, [En línea]. Available:  
30] <https://dotnet.microsoft.com/en-us/learn/dotnet/what-is-dotnet>. [Último acceso: 28 04 2024].
- gewarren, «Automatic Memory Management,» Microsoft, 04 06 2023. [En  
31] línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/standard/automatic-memory-management>. [Último acceso: 28 04 2024].
- stevewhims,msatranjr, «Tipado fuerte,» Microsoft, 06 13 2023. [En línea].  
32] Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows/win32/rpc/strong-typing>. [Último acceso: 28 04 2024].

- 33] UOCcorcoles, Enesimus, editorUOC, «¿Qué es el CSS?,» mozilla.org, 02 08 2023. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/CSS/First\\_steps/What\\_is\\_CSS](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/CSS/First_steps/What_is_CSS). [Último acceso: 28 04 2024].
- 34] TylerMSFT, «Aquí está otra vez C++: C++ moderno,» Microsoft, 04 02 2023. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/cpp/cpp/welcome-back-to-cpp-modern-cpp?view=msvc-170>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 35] GeeksforGeeks, «C++ Programming Language,» GeeksforGeeks, 31 01 2024. [En línea]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/c-plus-plus/>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 36] IBM, «Tipos de datos SQL,» IBM, 28 02 2021. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/iis/11.5?topic=stage-sql-data-types>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 37] AWS, «¿Qué es SQL (lenguaje de consulta estructurada)?,» Amazon, [En línea]. Available: [https://aws.amazon.com/es/what-is/sql/#:~:text=es%20importante%20SQL%3F-,El%20lenguaje%20de%20consulta%20estructurada%20\(SQL\)%20es%20un%20lenguaje%20de,los%20diferentes%20lenguajes%20de%20programaci%C3%B3n..](https://aws.amazon.com/es/what-is/sql/#:~:text=es%20importante%20SQL%3F-,El%20lenguaje%20de%20consulta%20estructurada%20(SQL)%20es%20un%20lenguaje%20de,los%20diferentes%20lenguajes%20de%20programaci%C3%B3n..) [Último acceso: 28 04 2024].
- 38] MariaDB.org, «New to MariaDB Server?,» MariaDB.org, [En línea]. Available: <https://mariadb.org/>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 39] AWS, «¿Cuál es la diferencia entre MariaDB y MySQL?,» Amazon, [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/compare/the-difference-between-mariadb-vs-mysql/>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 40] IBM, «ACID properties of transactions,» IBM, 07 06 2023. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/en/cics-ts/5.3?topic=processing-acid-properties-transactions>. [Último acceso: 28 04 2024].
- 41] HeidiSQL, «What's this?,» HeidiSQL, [En línea]. Available: <https://www.heidisql.com/>. [Último acceso: 15 05 2024].
- 42] BIPM, «The BIPM is...,» BIPM, [En línea]. Available: <https://www.bipm.org/en/about-us>. [Último acceso: 29 04 2024].
- 43] INTECO, «INTE/ISO/IEC GUÍA 99:2019/ Cor 1:2020,» INTECO, [En línea]. Available: [https://erp.inteco.org/en\\_US/shop/inte-iso-iec-guia-99-2019-cor-1-2020-vocabulario-internacional-de-metrologia-conceptos-fundamentales-y-generales-y-terminos-asociados-vim-7658#attr=](https://erp.inteco.org/en_US/shop/inte-iso-iec-guia-99-2019-cor-1-2020-vocabulario-internacional-de-metrologia-conceptos-fundamentales-y-generales-y-terminos-asociados-vim-7658#attr=). [Último acceso: 29 04 2024].
- 44] ISO, «Sobre nosotros,» ISO, [En línea]. Available: <https://www.iso.org/es/sobre>. [Último acceso: 29 04 2024].

ISO, «ISO/IEC 17025:2017(es) Requisitos generales para la  
45] competencia de los laboratorios de ensayo y calibración,» ISO, [En línea].  
Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v2:es>. [Último  
acceso: 29 04 2024].

ISO, «ISO 10012:2003(es),» ISO, [En línea]. Available:  
46] <https://icontec.isolutions.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10012:ed-1:v1:es>. [Último  
acceso: 30 04 2024].

S. D. E. Karl T. Ulrich, *Diseño y desarrollo de productos*, Mexico DF: Mc  
47] Graw Hill Education, 2013.

S. D. E. Karl T. Ulrich, «Selección del concepto,» de *Diseño y desarrollo*  
48] *de productos*, Mexico DF, Mc Graw Hill Education, 2013, pp. 143-161.

K. T. U. y. S. D. Eppinger, «Economía de desarrollo del producto,» de  
49] *Diseño y desarrollo de productos*, Mexico DF, Mc Graw Hill Education, 2013, pp.  
345-363.

D. M. Bob Hardy, «Relative Humidity Uncertainty Analysis using  
50] Dew/Frost Point Measurements,» RH Systems, 1998. [En línea]. Available:  
<https://www.rhs.com/wp-content/uploads/2021/03/Uncert.pdf>. [Último acceso:  
17 05 2024].

Hager, Helmut, «Calibración de higrómetros para la medición directa de  
51] la humedad relativa,» Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB),  
Braunschweig, 2019.

Extech Instruments, «Model SD700 user guide,» [En línea]. Available:  
52] [https://www.tme.com/Document/a7f8497e3c33e9ea70eb856053e44f88/SD700\\_UM.pdf](https://www.tme.com/Document/a7f8497e3c33e9ea70eb856053e44f88/SD700_UM.pdf). [Último acceso: 30 04 2024].

Fluke, «Fluke 750 series datasheet,» [En línea]. Available:  
53] <https://www.fluke-direct.com/pdfs/cache/www.fluke-direct.com/754/datasheet/754-datasheet.pdf>. [Último acceso: 30 04 2024].

Vaisala, «PTU300 datasheet,» [En línea]. Available:  
54] <https://docs.vaisala.com/v/u/B210954EN-J/en-US>. [Último acceso: 30 04 2024].

RH systems, «973-SF6 Analyzer,» RH systems, [En línea]. Available:  
55] <https://www.rhs.com/973sf6analyzer/>. [Último acceso: 06 05 2024].

S. Dietrich, «Understanding RS232 Serial Communication Message  
56] Formats,» 26 01 2023. [En línea]. Available: <https://control.com/technical-articles/understanding-rs232-serial-communication-message-formats/>. [Último  
acceso: 15 05 2024].

- 57] Nordic semiconductor, «nRF52840,» Nordic semiconductor, 28 02 2019. [En línea]. Available: [https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/092/427/original/nRF52840\\_PS\\_v1.1.pdf](https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/092/427/original/nRF52840_PS_v1.1.pdf). [Último acceso: 07 05 2024].
- 58] Adafruit, «Adafruit HUZZAH32 – ESP32 Feather Board,» Adafruit, [En línea]. Available: <https://www.adafruit.com/product/3405>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 59] I. ada, «Adafruit HUZZAH32 - ESP32,» 04 01 2024. [En línea]. Available: <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-huzzah32-esp32-feather.pdf>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 60] Adafruit, «Adafruit Metro ESP32-S3 with 16 MB Flash 8 MB PSRAM,» Adafruit, [En línea]. Available: <https://www.adafruit.com/product/5500>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 61] K. Rembor, «Adafruit Metro ESP32-S3,» 04 04 2024. [En línea]. Available: <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-metro-esp32-s3.pdf>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 62] arm MBED, «DISCO-F746NG,» arm MBED, [En línea]. Available: <https://os.mbed.com/platforms/ST-Discovery-F746NG/>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 63] www.st.com, «Discovery kit with STM32F746NG MCU,» www.st.com, [En línea]. Available: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/32f746gdiscovery.html#documentation>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 64] Microcontrollers Lab, «STM32 Blue Pill GPIO Pins with STM32Cube IDE: LED Blinking Tutorial,» Microcontrollers Lab, [En línea]. Available: <https://microcontrollerslab.com/stm32-blue-pill-gpio-pins-stm32cube-ide-led-blinking-tutorial/>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 65] components101.com, «STM32F103C8T6 - Blue Pill Development Board,» components101.com, 30 03 2020. [En línea]. Available: <https://components101.com/microcontrollers/stm32f103c8t6-blue-pill-development-board>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 66] CRCibernetica, «STM32F103C8T6 ARM STM32 (Blue Pill) microcontroller board,» CRCibernetica, [En línea]. Available: <https://www.crcibernetica.com/stm32f103c8t6-arm-stm32-blue-pill-microcontroller-board/>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 67] «ESP32 Arduino LVGL Placa de desarrollo WIFI y Bluetooth, pantalla de visualización inteligente de 2,8 pulgadas, 240x320, módulo LCD TFT de 2,8 pulgadas, con panel táctil,» [En línea]. Available:

<https://es.aliexpress.com/item/1005004502250619.html?gatewayAdapt=glo2esp>. [Último acceso: 07 05 2024].

witnessmenow, «ESP32-2432S028 Specifications-EN.pdf,» 21 05 2024.  
68] [En línea]. Available: <https://github.com/witnessmenow/ESP32-Cheap-Yellow-Display/blob/main/OriginalDocumentation/2-Specification/ESP32-2432S028%20Specifications-EN.pdf>. [Último acceso: 07 05 2024].

CRCibernetica, «ESP32 Wifi and Bluetooth Dev Board,» CRCibernetica,  
69] [En línea]. Available: <https://www.crcibernetica.com/esp32-wifi-and-bluetooth-dev-board/>. [Último acceso: 07 05 2024].

Espressif Systems, «ESP32 Series Datasheet,» Espressif Systems,  
70] 2024. [En línea]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf). [Último acceso: 07 05 2024].

Futurlec, «PIC18F2455 28-pin 24kB Microcontroller Datasheet,»  
71] Futurlec, [En línea]. Available: <https://www.futurlec.com/Microchip/PIC18F2455.shtml>. [Último acceso: 07 05 2024].

CRCibernetica, «Official Arduino UNO REV 3,» CRCibernetica, [En  
72] línea]. Available: <https://www.crcibernetica.com/official-arduino-uno-rev-3/>. [Último acceso: 07 05 2024].

K. Söderby, «Arduino UNO R4 Minima ADC Resolution,» 23 01 2024. [En  
73] línea]. Available: <https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-r4-minima/adc-resolution/>. [Último acceso: 07 05 2024].

www.quarktwin.com, «Micro Sensor MPM280 15 S 0 L 1,»  
74] www.quarktwin.com, [En línea]. Available: <https://www.quarktwin.com/product-detail/micro-sensor-mpm280-15-s-0-l-1/11522972>. [Último acceso: 08 05 2024].

www.quarktwin.com, «Micro Sensor MDM290-09-L-2,»  
75] www.quarktwin.com, [En línea]. Available: <https://www.quarktwin.com/product-detail/micro-sensor-mdm290-09-l-2/13542574>. [Último acceso: 08 05 2024].

www.microsensorcorp.com, «MPM3801,» www.microsensorcorp.com,  
76] 01 2021. [En línea]. Available: <https://es.microsensorcorp.com/pdf/web/index.php?id=13904>. [Último acceso: 08 05 2024].

«MS5540C pressure sensor,» [En línea]. Available:  
77] <https://es.aliexpress.com/item/32971999531.html?gatewayAdapt=glo2esp>. [Último acceso: 08 05 2024].

- TE connectivity, «MS5540C,» TE connectivity, 08 2017. [En línea].  
78] Available:  
[https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=show\\_doc&DocId=Data+Sheet%7FMS5540C%7FB3%7Fpdf%7FEnglish%7FENG\\_DS\\_MS5540C\\_B3.pdf%7FCAT-BLPS0033](https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=show_doc&DocId=Data+Sheet%7FMS5540C%7FB3%7Fpdf%7FEnglish%7FENG_DS_MS5540C_B3.pdf%7FCAT-BLPS0033). [Último acceso: 08 05 2024].
- [www.mouser.co.cr](https://www.mouser.co.cr), «89BSD-028BA-A,» [En línea]. Available:  
79] <https://www.mouser.co.cr/ProductDetail/Measurement-Specialties/89BSD-028BA-A?qs=oFx6pF86PmDP4hzN32PdEg%3D%3D>. [Último acceso: 08 05 2024].
- TE connectivity, «89BSD,» TE connectivity, 06 2019. [En línea].  
80] Available:  
[https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=show\\_doc&DocId=Data+Sheet%7F89BSD%7FA7%7Fpdf%7FEnglish%7FENG\\_DS\\_89BSD\\_A7.pdf%7FCAT-MIPS0038](https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=show_doc&DocId=Data+Sheet%7F89BSD%7FA7%7Fpdf%7FEnglish%7FENG_DS_89BSD_A7.pdf%7FCAT-MIPS0038). [Último acceso: 08 05 2024].
- BOSCH, «Pressure sensor BMP585,» BOSCH, [En línea]. Available:  
81] <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp585/>. [Último acceso: 08 05 2024].
- Digikey, «SHUTTLE BOARD 3.0 BMP585,» Digikey, [En línea]. Available:  
82] <https://www.digikey.gr/en/products/detail/bosch-sensortec/SHUTTLE-BOARD-3-0-BMP585/19522585>. [Último acceso: 08 05 2024].
- B. Sensortec, «BMP581,» BOSCH, 03 2024. [En línea]. Available:  
83] <https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bmp581-ds004.pdf>. [Último acceso: 08 05 2024].
- Sparkfun, «SparkFun Micro Pressure Sensor - BMP581 (Qwiic),»  
84] Sparkfun, [En línea]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/20171>. [Último acceso: 08 05 2024].
- BOSCH, «Pressure sensor BMP390,» BOSCH, [En línea]. Available:  
85] <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp390/>. [Último acceso: 08 05 2024].
- [amazon.com](https://www.amazon.com), «Sensor barométrico de precisión BMP390 y altímetro para  
86] Arduino,» [amazon.com](https://www.amazon.com), [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/Sensor-barom%C3%A9trico-precisi%C3%B3n-alt%C3%ADmetro-Arduino/dp/B08SQ7RCSV>. [Último acceso: 08 05 2024].
- BOSCH, «Pressure Sensor BMP384,» BOSCH, [En línea]. Available:  
87] <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp384/>. [Último acceso: 08 05 2024].

- 88] BOSCH, «Pressure sensor BMP280,» BOSCH, [En línea]. Available: <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp280/#documents>. [Último acceso: 08 05 2024].
- 89] Madgetech, «PR140,» Madgetech, [En línea]. Available: <https://www.madgetech.com/products/pr140/>. [Último acceso: 08 05 2024].
- 90] Vaisala, «BAROCAPâ Barometer PTB110,» Vaisala, [En línea]. Available: <https://docs.vaisala.com/v/u/B210681EN-E/en-US>. [Último acceso: 08 05 2024].
- 91] M. C. M. A. K. Brenda Johnston, «Hydrogen: the energy source for the 21st century,» Technovation, 2005. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497203002049>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 92] K. R. Pullen, «Flywheel energy storage,» Elsevier, 2022. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128245101000350>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 93] FOM Technologies, «ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES: SUPERCAPACITORS,» FOM Technologies, [En línea]. Available: <https://www.fomtechnologies.com/insights-blog/energy-storage-technologies-supercapacitors>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 94] «Chapter 2 - Technologies of energy storage systems,» Academic Press, 2019. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152928000022>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 95] Z. G. B. Z. H. G. Y. X. Y. D. H. C. Xinjing Zhang, «Advanced Compressed Air Energy Storage Systems: Fundamentals and Applications,» Engineering, 2024. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809924000559>. [Último acceso: 07 05 2024].
- 96] MicroJPM, «Nextion 3.5" NX4832T035 - HMI TFT LCD Touch Display,» [En línea]. Available: <https://www.microjpm.com/products/nextion-2-4-tft-intelligent-lcd-touch-display/>. [Último acceso: 08 05 2024].
- 97] ILITEK, «a-Si TFT LCD Single Chip Driver,» [En línea]. Available: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ILI9341.pdf>. [Último acceso: 08 05 2024].
- 98] amazon.com, «Módulo de pantalla LCD SPI TFT de 1.8 pulgadas para ST7735 128x160 51/AVR/STM32/ARM 8/16 bits,» [En línea]. Available:

<https://www.amazon.com/Display-Module-ST7735-128x160-STM32/dp/B07BFV69DZ>. [Último acceso: 08 05 2024].

CRCibernetica, «2.4 in TFT Arduino UNO Shield,» [En línea]. Available: 99] <https://www.crcibernetica.com/2-4-in-tft-arduino-uno-shield/>. [Último acceso: 08 05 2024].

IBM, «Network Time Protocol (NTP),» IBM, 24 03 2023. [En línea]. 100 Available: [https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.3?topic=files-network-time-](https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.3?topic=files-network-time-protocol-ntp) protocol-ntp. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

L. Llamas, «Reloj y calendario en Arduino con los RTC DS1307 y 101 DS3231,» 16 10 2016. [En línea]. Available: [https://www.luisllamas.es/reloj-y-](https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/) calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

A. Pini, «Por qué y cómo usar la interfaz periférica serial para simplificar 102 las conexiones entre distintos dispositivos,» DigiKey, 14 20 2019. [En línea]. ] Available: [https://www.digikey.com/es/articles/why-how-to-use-serial-](https://www.digikey.com/es/articles/why-how-to-use-serial-peripheral-interface-simplify-connections-between-multiple-devices) peripheral-interface-simplify-connections-between-multiple-devices. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

R. Perkel, «Fundamentos de la comunicación I3C,» Microchip, 27 12 103 2023. [En línea]. Available: [https://www.redeweb.com/articulos/fundamentos-](https://www.redeweb.com/articulos/fundamentos-de-la-comunicacion-i3c/) de-la-comunicacion-i3c/. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

Knowledge, «EFM32 as a 3-wire SPI master,» Silicon Labs, 9 07 2021. 104 [En línea]. Available: [https://community.silabs.com/s/article/efm32-as-a-3-wire-](https://community.silabs.com/s/article/efm32-as-a-3-wire-spi-master?language=en_US) spi-master?language=en\_US. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

AWS, «Informacion general,» [En línea]. Available: 105 [https://aws.amazon.com/es/free/?gclid=Cj0KCQjwxeyxBhC7ARIsAC7dS38KAc](https://aws.amazon.com/es/free/?gclid=Cj0KCQjwxeyxBhC7ARIsAC7dS38KAc-hO98x0yShud8zGTHH-O1sILvAF3fmvTNHCuHevFwHACCve8kaAnkAEALw_wcB&trk=8fa18207-f2c2-4587-81a1-f2a3648571b3&sc_channel=ps&ef_id=Cj0KCQjwxeyxBhC7ARIsAC7dS38KAc-hO98x0yShud8zGTHH-O1sILvAF3fmvTN) -hO98x0yShud8zGTHH- O1sILvAF3fmvTNHCuHevFwHACCve8kaAnkAEALw\_wcB&trk=8fa18207-f2c2-4587-81a1-f2a3648571b3&sc\_channel=ps&ef\_id=Cj0KCQjwxeyxBhC7ARIsAC7dS38KAc-hO98x0yShud8zGTHH-O1sILvAF3fmvTN. [Último acceso: 08 05 2024]. ]

Thing Speak, «Learn More About ThingSpeak,» Thing Speak, [En línea]. 106 Available: [https://thingspeak.com/pages/learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/learn_more). [Último acceso: 10 05 ] 2024]. ]

Wix Studio, «Wix Studio,» Wix Studio, [En línea]. Available: 107 <https://es.wix.com/studio>. [Último acceso: 10 05 2024]. ]

Fazt, «Python Tkinter - Aplicación de Escritorio de Productos con Sqlite3, CRUD,» youtube.com, 03 11 2018. [En línea]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=W2kAF9pKPPE&ab\\_channel=Fazt](https://www.youtube.com/watch?v=W2kAF9pKPPE&ab_channel=Fazt). [Último acceso: 10 05 2024].

Google Sites, «Build a Website with Google Sites,» Google, [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/horstwebdesign/about-google-sites>. [Último acceso: 05 10 2024].

Google, «Acceso sencillo y seguro a tu contenido,» Google, [En línea]. Available: <https://www.google.com/drive/>. [Último acceso: 05 10 2024].

T. W. M. R. Y. Fan Wu, «An Internet-of-Things (IoT) Network System for Connected Safety and Health Monitoring Applications,» 21 12 2018. [En línea]. Available: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/1/21>. [Último acceso: 10 05 2024].

marcusdesantis, «Generalidades del protocolo HTTP,» mozilla.org, 22 09 2024. [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Overview>. [Último acceso: 10 05 2024].

A. Peters, «ESP32 – PinOut,» Studio Pieters, 28 07 2020. [En línea]. Available: <https://www.studiopieters.nl/esp32-pinout/>. [Último acceso: 11 05 2024].

G. Crowell, «What are the Forward Voltages of Different LEDs?,» 02 05 2019. [En línea]. Available: <https://www.circuitbread.com/ee-faq/the-forward-voltages-of-different-leds>. [Último acceso: 11 05 2024].

harsh.agarwal0, «Structures in C++,» Geekforgeeks, 25 05 2021. [En línea]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/structures-in-cpp/>. [Último acceso: 16 05 2024].

freeRTOS, «FreeRTOS Kernel Quick Start Guide,» freeRTOS, [En línea]. Available: <https://www.freertos.org/FreeRTOS-quick-start-guide.html>. [Último acceso: 12 05 2024].

SphinxKnight, «Códigos de estado de respuesta HTTP,» mozilla.org, 2022 11 25. [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Status>. [Último acceso: 16 05 2024].

SolidWorks, «SolidWorks,» SolidWorks, [En línea]. Available: <https://www.solidworks.com/>. [Último acceso: 16 05 2024].

MICRO Store, «Extech SD700 Barometric  
119 Pressure/Humidity/Temperature Datalogger,» MICRO Store, [En línea].  
] Available: [https://www.moldcareer.com/store/1/53/3169/Extech-SD700-  
Barometric-PressureHumidityTemperature-Datalogger/](https://www.moldcareer.com/store/1/53/3169/Extech-SD700-Barometric-PressureHumidityTemperature-Datalogger/). [Último acceso: 16 05  
2024].

SpecialChem SA, «Water Absorption 24 hours,» [En línea]. Available:  
120 [https://omnexus.specialchem.com/polymer-property/water-absorption-24-  
\] hours](https://omnexus.specialchem.com/polymer-property/water-absorption-24-hours). [Último acceso: 23 05 2024].

ASTM, «ASTM D570-98 (2018),» ASTM, 12 10 2022. [En línea].  
121 Available: <https://www.astm.org/d0570-98r18.html>. [Último acceso: 06 05 2024].  
]

Samsung, «Cargador de Pared 15W de carga rápida,» Samsung, [En  
122 línea]. Available: [https://www.samsung.com/latin/mobile-accessories/15w-  
\] power-adapter-black-ep-t1510nbegca/](https://www.samsung.com/latin/mobile-accessories/15w-power-adapter-black-ep-t1510nbegca/). [Último acceso: 18 05 2024].

A. Garita, «Resultados de la calibracion en presion del medidor de  
123 presion diferencial,» LACOMET, 22 05 2024. [En línea]. [Último acceso: 23 05  
] 2024].

MTSS, «Lista de salarios minimos,» MTSS, 14 12 2023. [En línea].  
124 Available: [https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-  
\] Salarios/lista\\_salarios\\_2024.pdf](https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2024.pdf). [Último acceso: 23 05 2024].

Laboratorio Costarricense de Metrología, «Publicaciones,» Laboratorio  
125 Costarricense de Metrología, [En línea]. Available:  
] <https://lcm.go.cr/category/publicaciones/>. [Último acceso: 20 05 2024].

bambulab.com, «Guía de filamentos Bambu,» bambulab.com, [En línea].  
126 Available: <https://bambulab.com/en/filament-guide>. [Último acceso: 16 05 2024].  
]

SIISA GLOBAL, «Microcontroladores. ¿Qué son? y su importancia en la  
127 industria,» SIISA GLOBAL, 21 07 2021. [En línea]. Available:  
] [https://www.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-  
importancia-en-la-industria-/](https://www.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-importancia-en-la-industria-/). [Último acceso: 15 04 2024].

AWS, «¿Cuál es la diferencia entre microprocesadores y  
128 microcontroladores?,» AWS, [En línea]. Available:  
] [https://aws.amazon.com/es/compare/the-difference-between-microprocessors-  
microcontrollers/](https://aws.amazon.com/es/compare/the-difference-between-microprocessors-microcontrollers/). [Último acceso: 15 04 2024].

WiFi Alliance, «Internet of Things,» WiFi Alliance, [En línea]. Available:  
129 <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/internet-things>. [Último acceso: 15 04 2024].  
]

M. Grusin, «Serial Peripheral Interface (SPI),» sparkfun, [En línea].  
130 Available: [https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-](https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi/all#)  
] [spi/all#](https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi/all#). [Último acceso: 17 04 2024].

Mozilla Foundation, «Códigos de estado de respuesta HTTP,» Mozilla  
131 Foundation, 25 11 2022. [En línea]. Available:  
] <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Status>. [Último acceso: 26 04  
2024].

IBM, «¿Qué es una API?,» IBM, [En línea]. Available:  
132 <https://www.ibm.com/mx-es/topics/api>. [Último acceso: 26 04 2024].  
]

CHAPICHUSE, «Programación para ESP32 WROOM,» 07 06 2021. [En  
133 línea]. Available: <https://iztuts.com/lap-trinh-cho-esp32-wroom/>. [Último acceso:  
] 21 05 2024].

# 10 Apéndices

## 10.1 Matriz de necesidades - métricas.

Tabla. A. 1. Matriz de necesidades – métricas.

#	Necesidad	Métrica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	El dispositivo se alimenta de las fuentes energéticas disponibles.	Voltaje de alimentación del dispositivo.	x																																			
2	El dispositivo funciona hasta por 48 horas continuas.	Consumo energético del dispositivo.	x																																			
3	La frecuencia de muestreo se puede ajustar.	Tiempo de funcionamiento continuo.		x																																		
4	La comunicación con el dispositivo es inalámbrica.	Periodo de muestreo.			x																																	
5	El sensor funciona apropiadamente en el rango que va a operar.	Protocolo de comunicación inalámbrica.				x																																
6	El sensor tiene una cobertura protectora.	Rango de presión que mide el sensor.					x																															
7	Se utiliza el sensor BME280 que posee el laboratorio.	El sensor tiene una cobertura protectora.						x																														
8	Se utiliza el BME280 para medir presión, temperatura y humedad.	Se utiliza el sensor BME280 que posee el laboratorio.							x																													
9	El dispositivo permite incorporar las correcciones e información de interés del certificado de calibración.	Se utiliza el BME280 para medir presión, temperatura y humedad.								x																												
10	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.	El dispositivo permite incorporar las correcciones e información de interés del certificado de calibración.									x																											
11	Existe la opción de programar un paro en la toma de mediciones.	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.										x																										
12	Existe la opción de configurar alarmas para cada variable a medir, en caso de que el dispositivo mida valores fuera de un rango establecido por el usuario.	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.											x																									
13	Los datos son guardados.	Existe la opción de programar un paro en la toma de mediciones.												x																								
14	Los datos poseen un respaldo.	Existe la opción de configurar alarmas para cada variable a medir, en caso de que el dispositivo mida valores fuera de un rango establecido por el usuario.													x																							
15	Los datos se localizan fácilmente en la documentación.	Los datos son guardados.														x																						
16	Los datos documentados muestran la trazabilidad vigente.	Los datos poseen un respaldo.															x																					
17	La interfaz digital muestra la trazabilidad vigente.	Los datos se localizan fácilmente en la documentación.																x																				
18	Se utiliza el ESP-WROOM-32 que posee el laboratorio.	Los datos documentados muestran la trazabilidad vigente.																	x																			
19	Existe una versión externa de la interfaz digital y una más sencilla integrada en el dispositivo.	La interfaz digital muestra la trazabilidad vigente.																		x																		
20	La pantalla del dispositivo muestra la toma de datos en tiempo real.	Se utiliza el ESP-WROOM-32 que posee el laboratorio.																			x																	
21	Existe la opción de seleccionar los sensores que se requieren utilizar.	Es posible navegar la interfaz digital con la pantalla del dispositivo.																				x																
22	Existe la opción de seleccionar entre mediciones absolutas o relativas de presión.	La pantalla del dispositivo refresca la información oportunamente.																					x															
23	Existe la opción de seleccionar las unidades con las que se registran los datos.	La pantalla del dispositivo refresca la información oportunamente.																							x													
24	La longitud del cable al que se conecta el sensor es apropiada.	Puerto de comunicación de la pantalla compatible con el dispositivo.																								x												
25	Los datos son almacenados en archivos .csv o .txt.	Tamaño de la pantalla del dispositivo.																										x										
26	El dispositivo permite seleccionar entre guardar los datos calibrados o en bruto en caso de que incorpore las correcciones del certificado de calibración.	Existe la opción de seleccionar los sensores que se requieren utilizar.																												x								
27	La interfaz tiene acceso remoto.	Existe la opción de seleccionar entre mediciones absolutas o relativas de presión.																																				
28	El dispositivo es portátil.	Unidades de medida disponibles.																																				
29	El dispositivo tiene indicadores visuales para informar sobre el estado de diversos procesos.	Longitud del cable al que se conecta el sensor.																																				
30	La cobertura protectora del sensor soporta las condiciones de temperatura y humedad a las que estará expuesto.	Los datos son almacenados en archivos .csv o .txt.																																				
		El dispositivo permite seleccionar entre guardar los datos calibrados o en bruto en caso de que incorpore las correcciones del certificado de calibración.																																				
		La interfaz tiene acceso remoto.																																				
		La interfaz tiene acceso remoto.																																				
		Dimensiones del dispositivo.																																				
		Indicadores visuales.																																				
		Rango de temperatura que soporta la cobertura protectora. (ASTM D570)																																				
		Absorción del agua del material de la cobertura protectora. (ASTM D570)																																				

## 10.2 Comentarios de los valores establecidos.

Tabla. A. 2. Comentarios de los valores establecidos.

No.	Métrica	Comentario
1	Voltaje de alimentación del dispositivo.	Es altamente deseable que el dispositivo sea portátil, por lo que se debe de tomar en consideración su voltaje de alimentación y la posibilidad de utilizarlo con adaptadores de uso diario.

2	Consumo energético del dispositivo.	En el laboratorio se cuenta con fuentes de alimentación respaldadas y no respaldadas por una UPS, por lo que un bajo consumo es deseable para que este protegido ante un fallo eléctrico.
3	Tiempo de funcionamiento continuo.	Este rango de valores está definido por el cliente a base de tiempos de calibración comunes.
4	Periodo de muestreo.	Este rango de valores está definido por el cliente.
5	Protocolo de comunicación inalámbrica.	Según indica el cliente es una característica altamente deseable ya que contribuye con la transformación digital de los procesos.
6	Rango de presión que mide el sensor.	Este rango de valores es definido por el cliente.
7	El sensor tiene una cobertura protectora.	Esta característica es definida por el cliente para proteger la integridad física del sensor.
8	Se utiliza el sensor BME/P280 que posee el laboratorio.	Esta característica es definida por el cliente.
9	Se utiliza el BME/P280 para medir presión temperatura y humedad.	Esta característica es definida por el cliente para hacer uso de todos los recursos.
10	El dispositivo permite incorporar las correcciones e información de interés del certificado de calibración.	Esta característica es definida por el cliente.
11	Se muestran gráficos de las mediciones en la interfaz digital.	Esta característica es definida por el cliente.
12	Existe la opción de programar un paro en la toma de mediciones.	Esta característica es definida con el objetivo de brindar mayor control sobre el dispositivo.
13	Existe la opción de configurar alertas, en caso de que el dispositivo mida valores fuera de un rango establecido por el usuario.	Esta característica es definida como herramienta para el monitoreo del proceso.
14	Periodo de guardado de los datos.	Este rango de valores es definido por el cliente.
15	Periodo de guardado del respaldo.	Este rango de valores es definido de tal forma que se garantiza que el respaldo de los datos es inmediato.
16	Información que identifica a cada dato.	Estas características son definidas de tal forma que cada dato sea único e identificable.

17	Los datos documentados muestran la trazabilidad vigente.	Esta característica es definida por el cliente.
18	La interfaz digital muestra la trazabilidad vigente.	Esta característica es definida por el cliente.
19	Se utiliza el ESP-WROOM-32 que posee el laboratorio.	Esta característica es definida por el cliente.
20	Es posible navegar la interfaz digital con la pantalla del dispositivo.	Esta característica es definida para garantizar el uso en modo local del dispositivo.
21	La pantalla del dispositivo refresca la información oportunamente.	Esta característica es definida para hacer un mejor uso de los recursos.
22	Puerto de comunicación de la pantalla compatible con el dispositivo	Esta característica es definida para garantizar la correcta implementación de la pantalla.
23	Tamaño de la pantalla del dispositivo.	Este rango de valores se define para garantizar una apropiada lectura de la información.
24	Existe la opción de seleccionar los sensores que se requieren utilizar.	Esta característica se define para dar mayor control sobre el dispositivo.
25	Existe la opción de seleccionar entre mediciones absolutas o diferenciales de presión.	Esta característica se define para dar mayor control sobre el dispositivo.
26	Unidades de medida disponibles.	Esta característica es definida por el cliente.
27	Longitud del cable al que se conecta el sensor.	Esta característica es definida por el cliente.
28	Los datos son almacenados en archivos .CSV o .txt.	Esta característica es definida por el cliente.
29	El dispositivo permite seleccionar entre guardar los datos calibrados en bruto en caso de que incorpore las correcciones del certificado de calibración.	Esta característica es definida por el cliente.
30	La interfaz tiene acceso remoto.	Esta característica es definida por el cliente.
31	Dimensiones del dispositivo.	Estos valores se definen mediante criterio experto del diseñador para que la solución sea fácil de transportar
32	Masa del dispositivo.	Estos valores se definen mediante criterio experto del diseñador para que la solución sea fácil de transportar
33	Indicadores visuales.	Esta característica tiene como propósito ser una herramienta para informar al cliente sobre el estado del dispositivo.

34	Rango de temperatura que se soporta la cobertura protectora.	Este rango de valores se define para garantizar que la cobertura soporte las condiciones bajo las que estará expuesta.
35	Absorción del agua del material de la cobertura protectora.	Este rango de valores se define para minimizar el impacto que tendrá el dispositivo sobre las condiciones controladas del entorno de calibración.

### **10.3 Árboles de clasificación de la generación de conceptos del módulo de adquisición de datos.**

En la Figura. A. 1 se muestra el árbol de clasificaciones de las fuentes de energía. Fueron separadas según la forma en la que es producida o almacenada, este enfoque facilita comparar la tecnología con los recursos disponibles y descartar los no compatibles con el proyecto. Figura. A. 1. Árbol de clasificación de fuentes de energía.

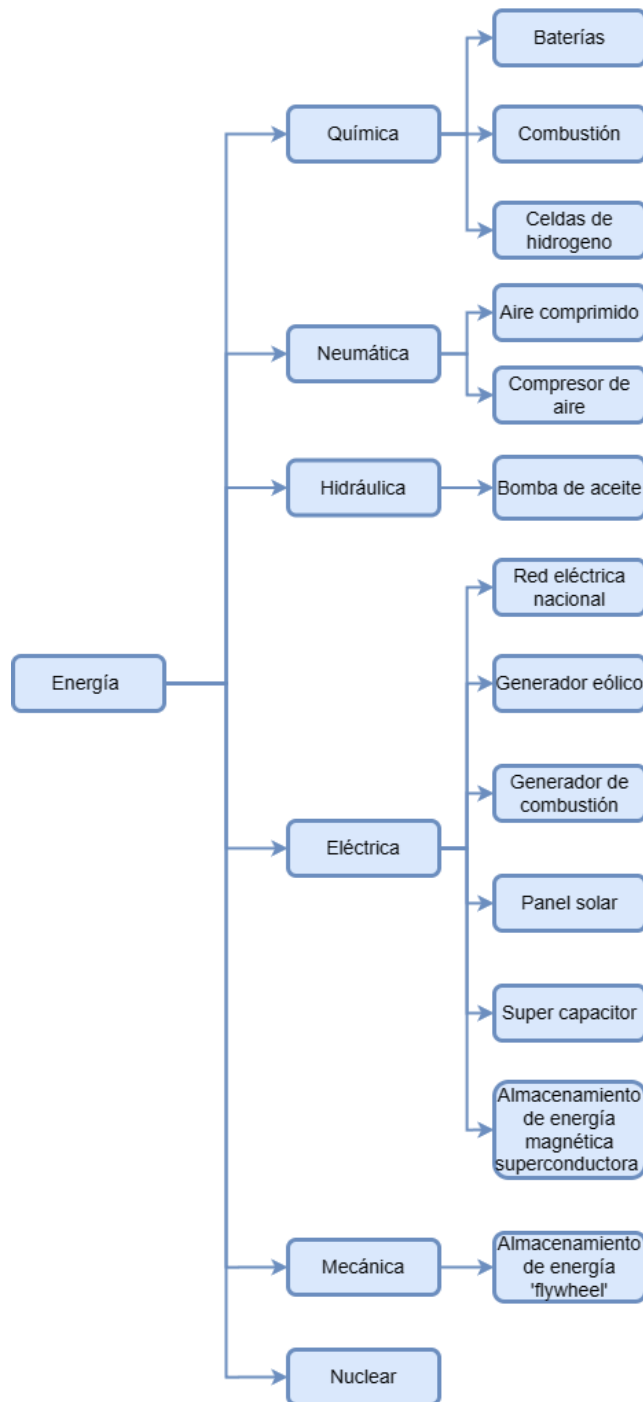


Figura. A. 1. Árbol de clasificación de fuentes de energía.

En la Figura. A. 2, se agrupan los sensores de acuerdo con el tipo de señal que dan a su salida. Esto permite que el diseñador evalúe si es de importancia la resolución ADC del microcontrolador o debe de dar especial atención al protocolo de comunicación del sensor-microcontrolador. Adicionalmente se aclara cuales sensores están integrados en un módulo ya fabricado, lo cual implica tomar en consideración detalles como el tipo de conector que utiliza el fabricante y los protocolos comunicación compatibles.

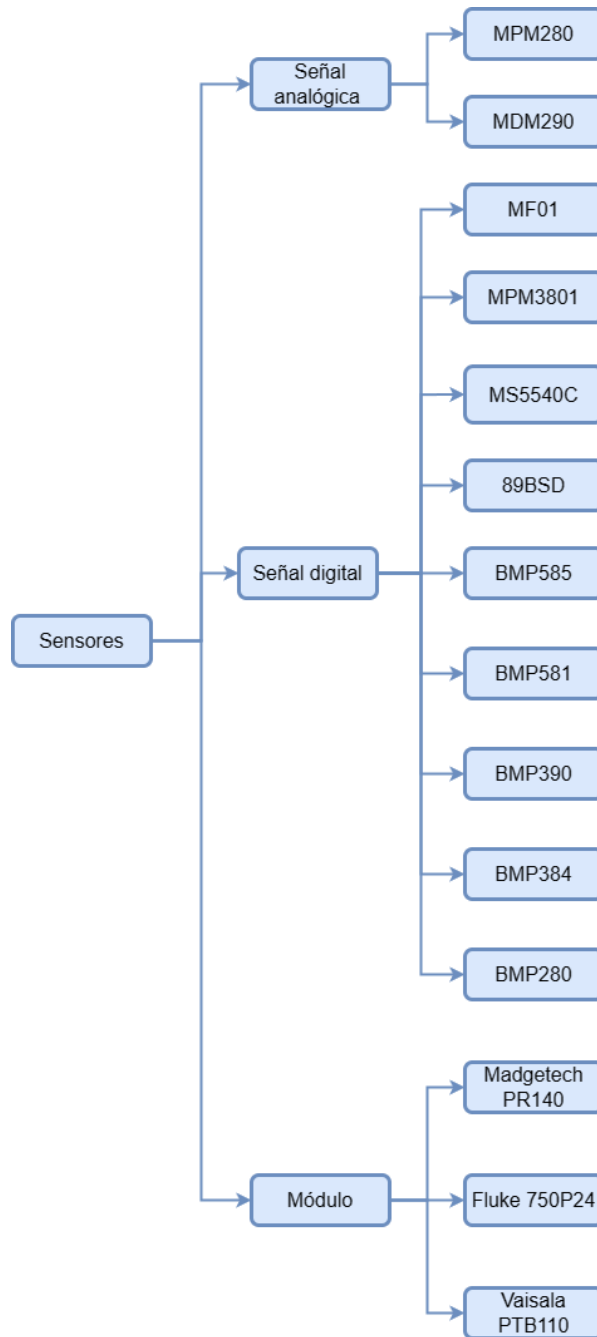


Figura. A. 2.Árbol de clasificación de sensores de presión.

En la Figura. A. 3 se observa el árbol de clasificación de microcontroladores. Fueron agrupados según la familia a la que pertenece el microprocesador. Algunas características técnicas son compartidas entre familias lo cual facilita su análisis y selección.

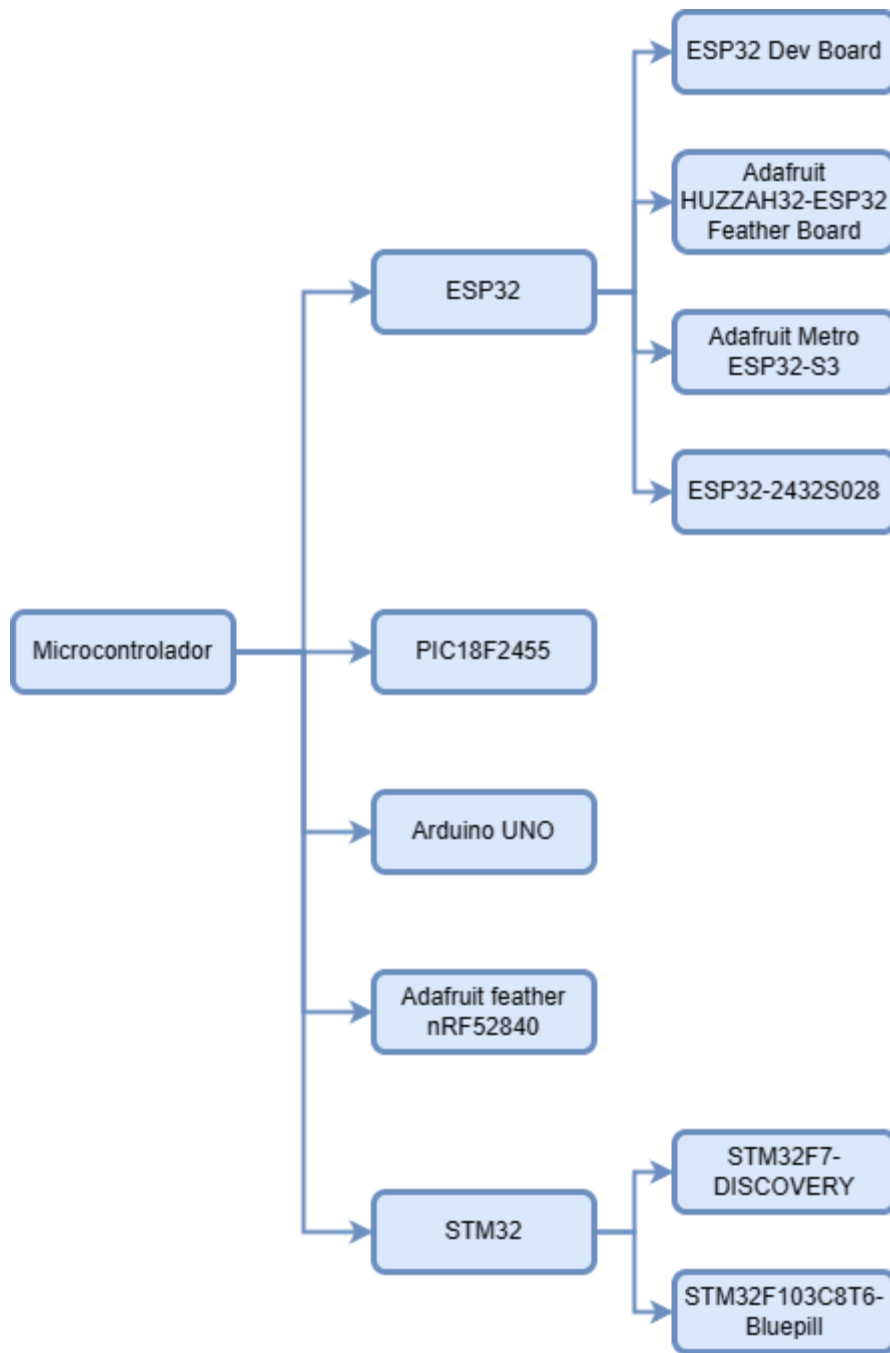


Figura. A. 3.Árbol de clasificación de microcontroladores.

En la Figura. A. 4 se observa el árbol de clasificación de las interfaces humano-maquina. Fueron agrupados de acuerdo con si son táctiles o no. En caso de no serlo se aclara que se utilizaría un DIPSWITCH, tecnología que ya está presente en el desarrollo de dispositivos metrológicos.

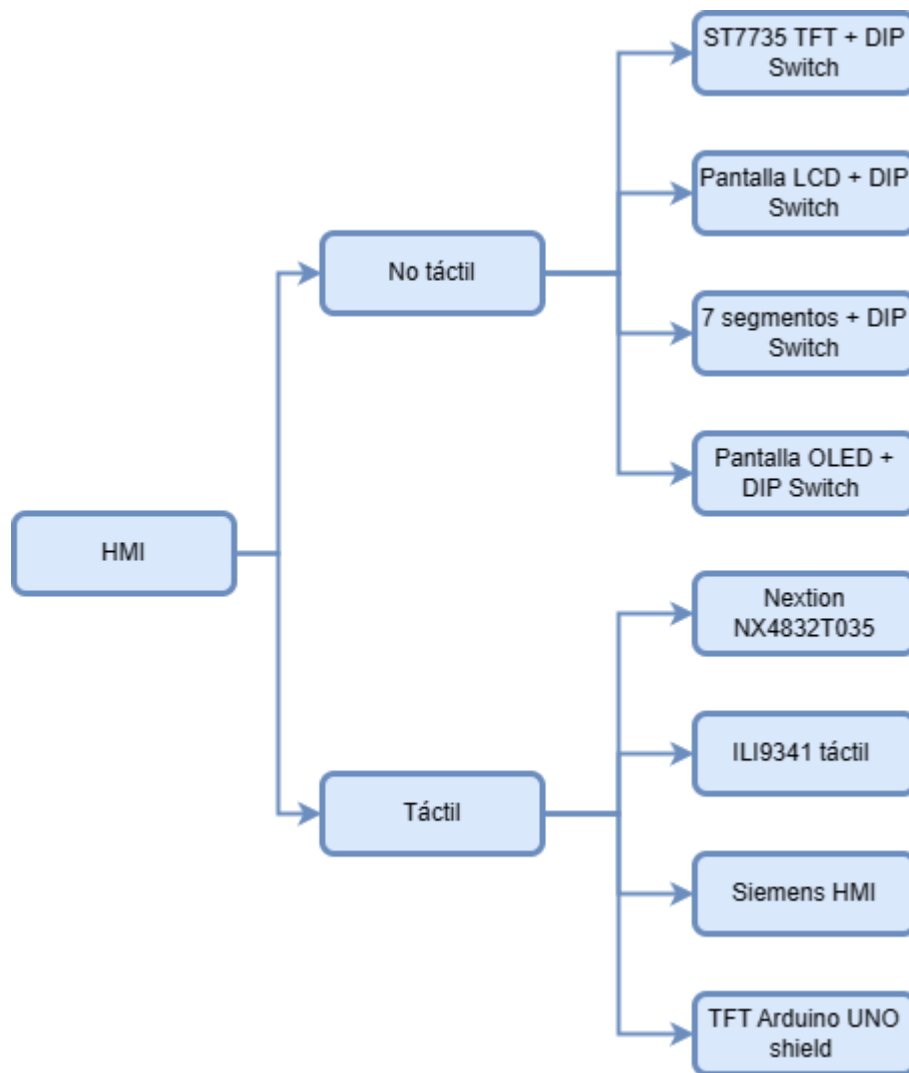


Figura. A. 4.Árbol de clasificación de interfaces humano-maquina (HMI).

En la Figura. A. 5 se observan tecnologías que permiten llevar control de la fecha y la hora. Fueron separados en Hardware y un recurso disponible en internet. Esta clasificación permite elegir la mejor opción basado en las características del microcontrolador, ya que no todos poseen acceso a internet.

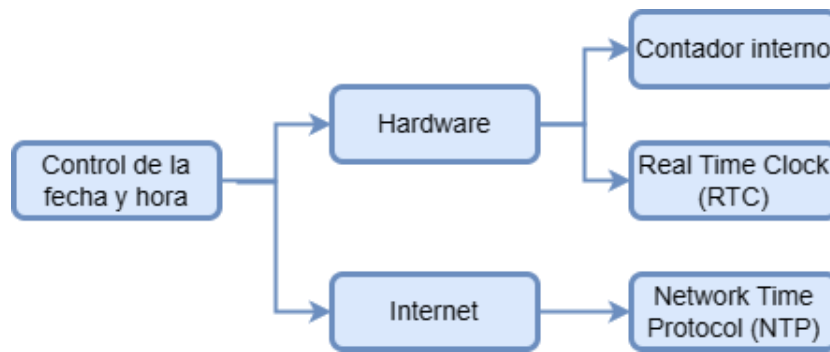


Figura. A. 5. Árbol de clasificación de métodos para el control de la fecha y hora.

En la Figura. A. 6 se observan los protocolos de comunicación disponibles para los sensores de la Figura. A. 2. La cantidad de pines GPIO de los microcontroladores varía y algunos tienen limitaciones con la asignación de buses de transmisión de datos, por lo que es importante conocer la cantidad de conexiones que requiere cada protocolo de comunicación.

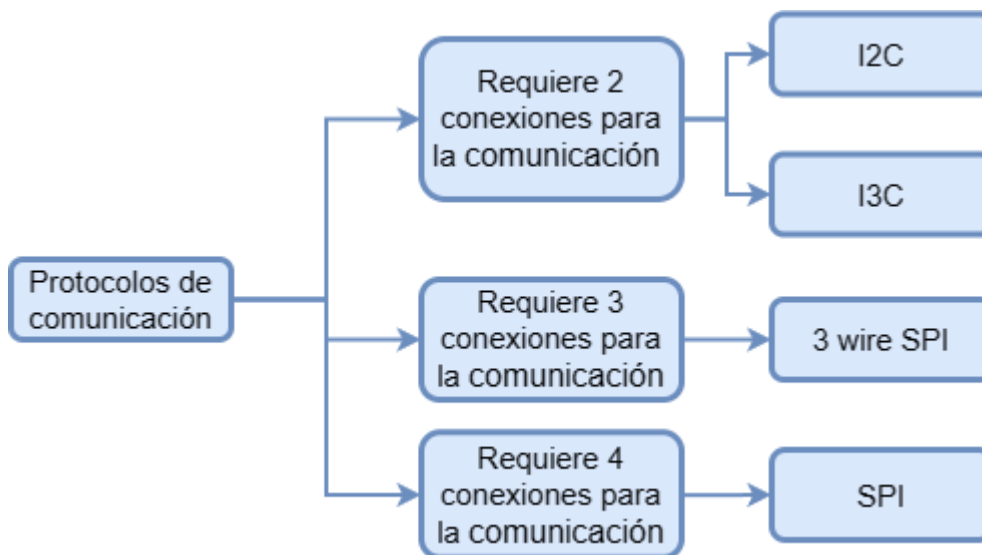


Figura. A. 6. Árbol de clasificación de protocolos de comunicación

En la Figura. A. 7 se observan medios para almacenar la información. Estos fueron clasificados de acuerdo con si es un almacenamiento que se conecta físicamente a un dispositivo o si funciona mediante un servicio en la nube. No todas las tecnologías son compatibles con los microcontroladores, pero se pueden llegar a incorporar mediante el uso de otros dispositivos como computadoras.

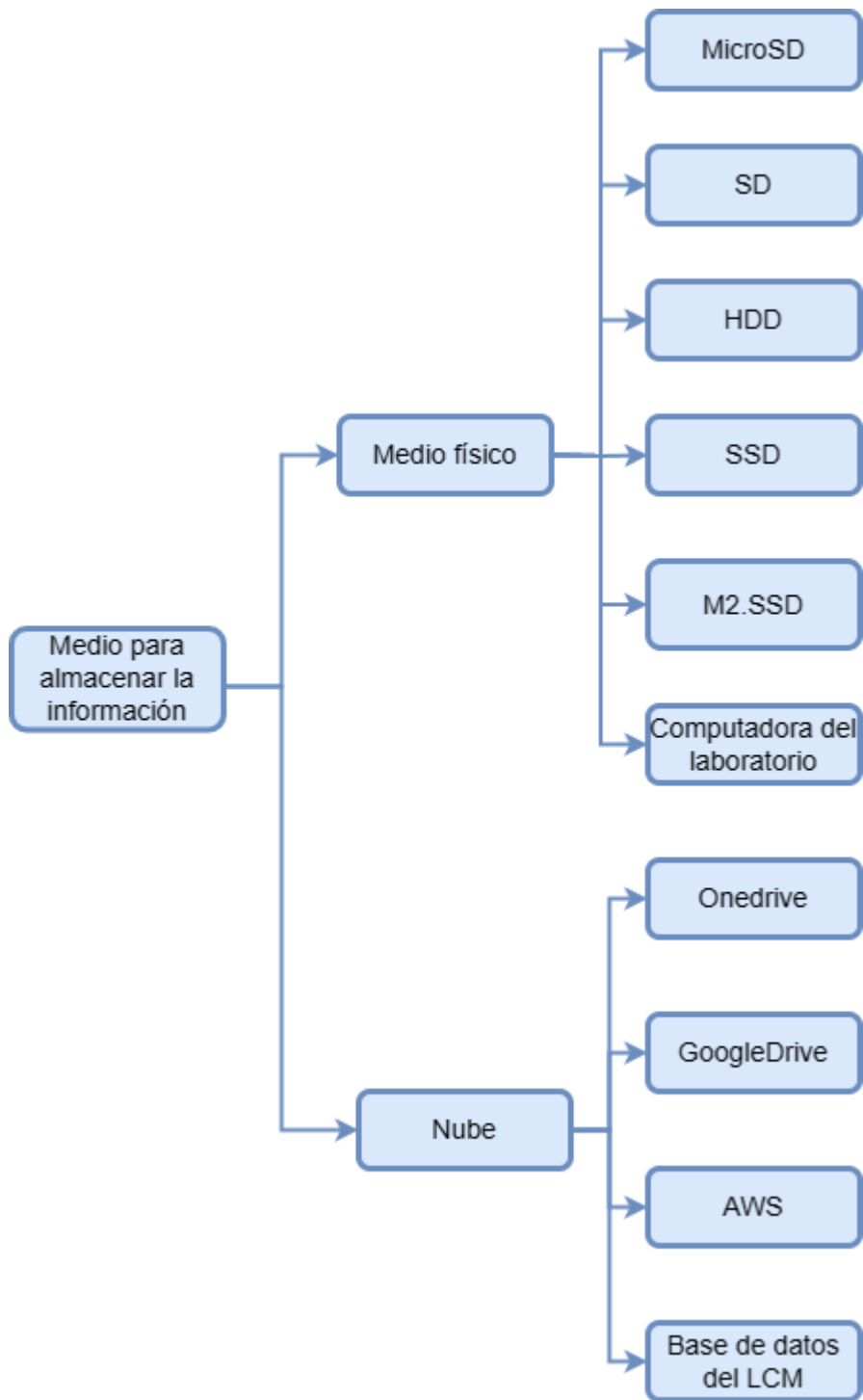


Figura. A. 7. Árbol de clasificación para medios para almacenar la información.

## 10.4 Árboles de clasificación de la generación de conceptos de la interfaz digital.

En la Figura. A. 8 se observa el árbol de clasificación de los tipos de implementaciones de una interfaz. Se clasificaron en su capacidad de poder ser o no utilizados fuera de las instalaciones, de tal forma que se dimensiona el alcance que posee cada uno.

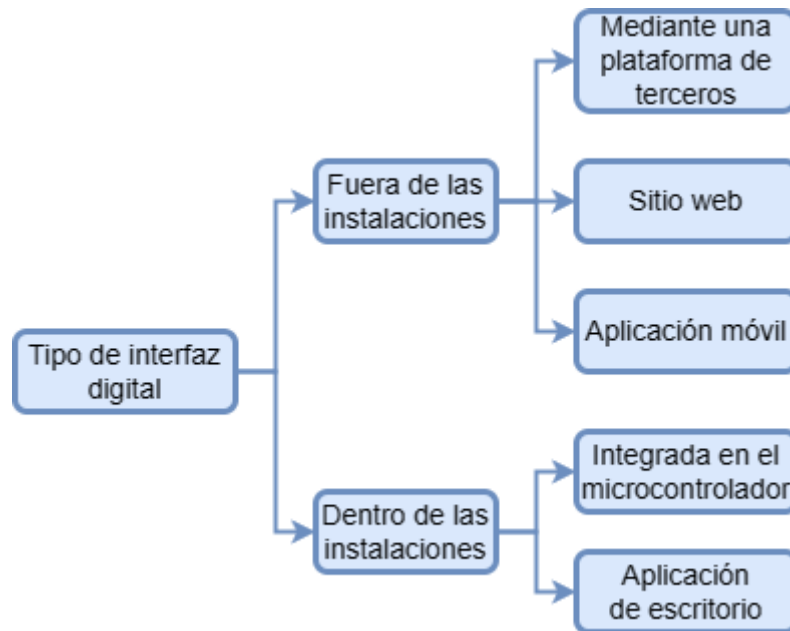


Figura. A. 8. Árbol de clasificación para tipos de interfaz digital.

En la Figura. A. 9 se observa el árbol de clasificación de tecnologías utilizadas para la implementación de interfaces. Fueron separadas en “programáticas”, es decir, tecnologías que permiten programar en su totalidad la interfaz y en “constructores” que poseen herramientas para ensamblarla.

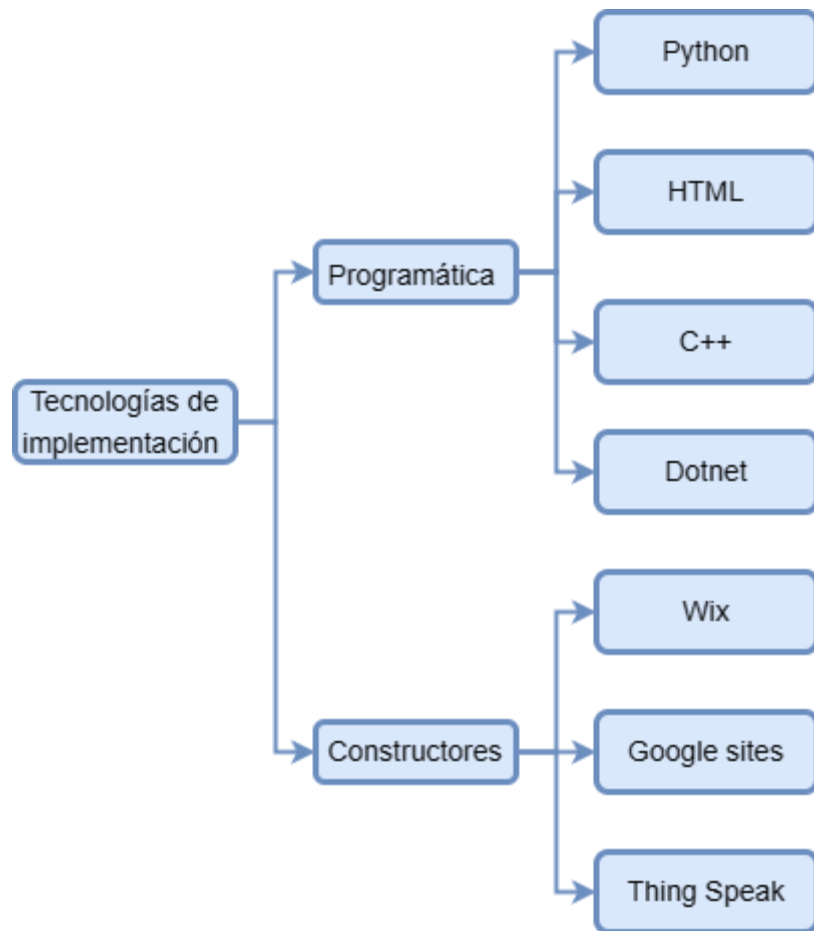


Figura. A. 9. Árbol de clasificación para tecnologías de implementación.

En la Figura. A. 10 se encuentra el árbol de clasificación de los protocolos de comunicación que pueden ser utilizados en la interfaz digital. Fueron agrupados en “conexión física” y “conexión” inalámbrica, lo que facilita su análisis.

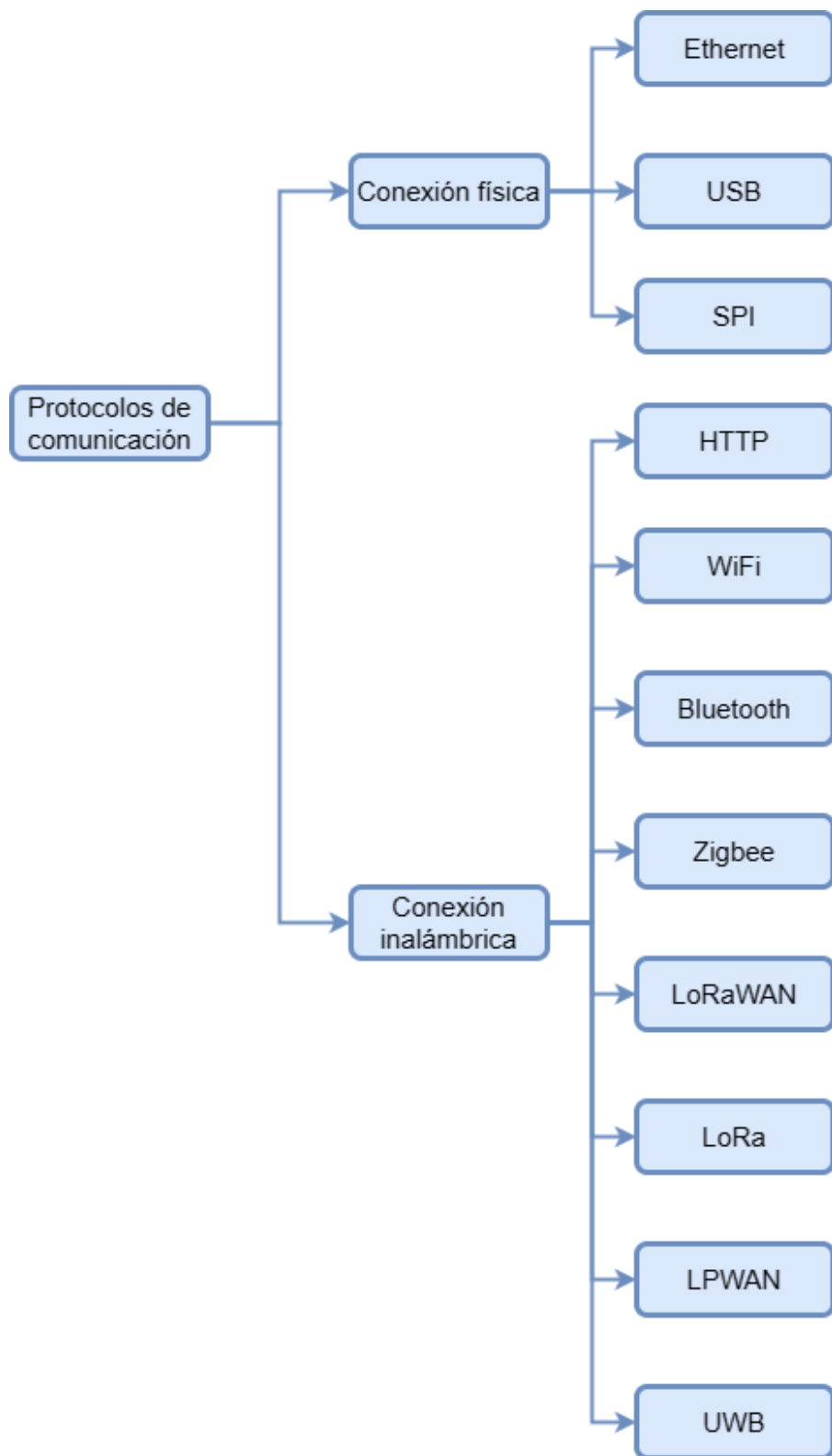


Figura. A. 10. Árbol de clasificación para medios para protocolos de comunicación.

## 10.5 Código completo del microcontrolador.

```
////////////////////////////////////Importaciones
#include <Wire.h>           //Permite establecer la conexion I2C
#include <Adafruit_Sensor.h> //Biblioteca de adafruit para la recoleccion y
// analisis de datos de sensores
#include <Adafruit_BME280.h> //Biblioteca para el manejo de el sensor BME280
#include <Adafruit_GFX.h>   //Biblioteca que aporta un set de herramientas
// para manipular elementos graficos
#include <Adafruit_ST7735.h> //Biblioteca para el manejo de la pantalla ST7735
#include <SPI.h>            //Permite establecer la comunicacion SPI
#include <WiFi.h>          //Permite establecer la conexion Wifi
#include <WebServer.h>     //Permite habilitar un servidor en el ESP32
#include <Preferences.h>   //Permite almacenar y recuperar datos de la memoria
// flash del ESP32
#include <SD.h>            //Permite almacenar y recuperar datos de la tarjeta
// SD junto con la biblioteca FS.h
#include <FS.h>           //Permite almacenar y recuperar datos de la tarjeta
// SD junto con la biblioteca SD.h
#include <RTCLib.h>       //Permite hacer uso del módulo de Real Time Clock
// (RTC)
#include <HTTPClient.h>   //Para realizar solicitudes HTTP
#include <ESP32Time.h>    //Para configurar el reloj interno
////////////////////////////////////Declaracion de pines
// Uso de la pantalla ST7735 mediante SPI
#define TftSclock 27
#define TftMosi 14
#define TftCs 13
#define TftDc 12
#define TftRst 0
// Uso de bme1 y RTC mediante I2C
#define I2cSda 21
#define I2cScl 22
// Uso de bme2 mediante I2C
```

```

#define I2cSda1 25
#define I2cScl1 33

// Uso de la tarjeta SD mediante SPI
#define MOSISD 23
#define MISOSD 19
#define ClkSD 18
#define CsSD 5

// Estructura que almacena datos relevantes de la sesion de toma de mediciones.
struct Sesion
{
    String SesionId;
    int periodoMuestreo;
    // Banderas que indican las magnitudes que se deben medir
    bool debeMedirPresion1;
    bool debeMedirPresion2;
    bool debeMedirPresionD;
    bool debeMedirTemperatura1;
    bool debeMedirTemperatura2;
    bool debeMedirHumedad1;
    bool debeMedirHumedad2;
    // Limites de cada magnitud para su monitoreo
    float limiteSuperiorPresion;
    float limiteInferiorPresion;
    float limiteSuperiorTemperatura;
    float limiteInferiorTemperatura;
    float limiteSuperiorHumedad;
    float limiteInferiorHumedad;
};

// Estructura que almacena la configuracion recibida de la interfaz de usuario.
struct ConfiguracionUI

```

```

{
    int periodoMuestreo;

    // Banderas que indican las magnitudes que se deben medir
    bool debeMedirPresion1;
    bool debeMedirPresion2;
    bool debeMedirPresionD;
    bool debeMedirTemperatura1;
    bool debeMedirTemperatura2;
    bool debeMedirHumedad1;
    bool debeMedirHumedad2;

    // Limites de cada magnitud para su monitoreo
    float limiteSuperiorPresion;
    float limiteInferiorPresion;
    float limiteSuperiorTemperatura;
    float limiteInferiorTemperatura;
    float limiteSuperiorHumedad;
    float limiteInferiorHumedad;
};

// Estructura que almacena la configuracion del dispositivo.
struct Configuracion
{
    char ApiUrl[200];
    char ApiPort[5];
    char DispositivoId[30];
    char WifiSsid[30];
    char WifiPassword[30];
    IPAddress WifiIP;
};

// Estructura que almacena una unica medicion y sus datos.
struct Medicion
{

```

```

String Fecha;
String SesionId;
char DispositivoId[30];
float Humedad1;
float Humedad2;
float Temperatura1;
float Temperatura2;
float Presion1;
float Presion2;
float PresionDiferencial;
};
// Estructura que almacena las banderas correspondientes a cada tipo de alerta.
struct Alertas
{
    bool EsperandoInicio;
    bool ValorFueraRango;
    bool WireInicializado;
    bool Wire1Inicializado;
    bool BME1Inicializado;
    bool BME2Inicializado;
    bool RTCInicializado;
    bool WifiInicializado;
    bool SdEstaOk;
    bool TomandoMediciones;
};
//////////////////////variables GLOBALES
// Se instancian objetos a base de las estructuras previas para hacer uso de ellas
Configuracion gConfiguracion = {};
Sesion gSesion = {};
Alertas Alerta = {};

```

```

ConfiguracionUI gConfiguracionUI = {};

// Variable para gestionar la direccion IP
IPAddress gIP;

// Declaracion del servidor y su puerto
WebServer gServerWeb(80);

// Variable SpiSD tipo SPIClass para utilizar el VSPI del ESP32
SPIClass SpiSD = SPIClass(VSPI);

// Variable Rtc tipo RTC_DS3231(modelo del RTC)
RTC_DS3231 Rtc;

// Se utiliza para el timestamp del archivo
ESP32Time gRtcInterno;

// Banderas para gestionar diferentes acciones
bool gIniciar;
bool gDebeCargarConfiguracion;
bool gdebeMedir;

// Variable para el manejo de la fecha en un formato especifico
String FechaStringSimple;

// Instancia del objeto que permitira el uso de un hilo
TaskHandle_t gSemaforo;

// Inicializacion de algunos modulos
Adafruit_BME280 gBme1;
Adafruit_BME280 gBme2;

Adafruit_ST7735 gTft = Adafruit_ST7735(TftCs, TftDc, TftMosi, TftSclock,
TftRst);

// Instancia de la variable para hacer uso de la biblioteca Preferences
Preferences preferences;

// Bandera que activa/desactiva la impresion serial en el codigo durante la
depuracion.
bool ModoDebug = false;

////////////////////////////////////SETUP
void setup()
{

```

```

Serial.begin(115200);

// Inicializacion de la pantalla
gTft.initR(INITR_BLACKTAB);
gTft.setTextWrap(true);

//Funcion que muestra la inicializacion del hardware
Display_Hardware();

// Inicializacion de Wire para comunicacion I2C, Wire y Wire1 representan dos
buses de datos diferentes

Alerta.WireInicializado = Wire.begin(I2cSda, I2cScl);
ImpresionSerialDebug("Estatus Wire: " + String(Alerta.WireInicializado));
Display_Hardware();

Alerta.Wire1Inicializado = Wire1.begin(I2cSda1, I2cScl1);
ImpresionSerialDebug("Estatus Wire1: " + String(Alerta.Wire1Inicializado));
Display_Hardware();

// Inicializacion de los sensores, ambos utilizan la misma direccion pero
diferentes buses

Alerta.BME1Inicializado = gBme1.begin(0x76, &Wire);
ImpresionSerialDebug("Estatus BME1: " + String(Alerta.BME1Inicializado));
Display_Hardware();

Alerta.BME2Inicializado = gBme2.begin(0x76, &Wire1);
ImpresionSerialDebug("Estatus BME2: " + String(Alerta.BME2Inicializado));
Display_Hardware();

// Inicializacion de la tarjeta SD
SpiSD.begin(ClkSD, MISOSD, MOSISD, CsSD);
Alerta.SdEstaOk = SD.begin(CsSD, SpiSD, 80000000);
Display_Hardware();

// Inicializacion del RTC
Alerta.RTCInicializado = Rtc.begin();
ImpresionSerialDebug("EstatusRTC: " + String(Alerta.RTCInicializado));
Display_Hardware();

// Configuracion de la fecha y hora
if (Rtc.lostPower())

```

```

{
    Rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
}

// Configuracion de la fecha y hora para el timestamp de los archivos
DateTime fecha = Rtc.now();
gRtcInterno.setTime(fecha.unixtime());

// Estado inicial
gIniciar = 0;

// Pin del boton de inicio
pinMode(36, INPUT);

// Pines del DIPSWITCH
pinMode(39, INPUT); // Pin del switch de interfaz integrada
pinMode(34, INPUT); // Pin de config izquierdo DIPSWITCH
pinMode(35, INPUT); // Pin de config central DIPSWITCH
pinMode(32, INPUT); // Pin de config derecho DIPSWITCH

// Inicializacion de los LEDs (indicadores visuales)
pinMode(17, OUTPUT); // LED3
pinMode(16, OUTPUT); // LED2
pinMode(4, OUTPUT); // LED1

// Inicializacion del software
Configuracion_Cargar();
ConfiguracionUI_Cargar();
Wifi_Inicializar();
Wifi_ValidarConexion();
Display_Hardware();
WebServer_MapearRutas();
xTaskCreatePinnedToCore(Semaforo, "Semaforo", 1000, NULL, 0, &gSemaforo, 0);
Display_MensajeEsperando();
}

////////////////////////////////////LOOP
void loop()

```

```

{
  if (gDebeCargarConfiguracion)
  {
    if (digitalRead(39) == HIGH)
    {
      Configuracion_DIPSwitch();
    }
    if (digitalRead(39) == LOW)
    {
      Configuracion_UI();
    }
    gDebeCargarConfiguracion = false;
    // Impresion de la configuracion a utilizar
    ImpresionSerialDebug("PeriodoMuestreo:" + String(gSesion.periodoMuestreo)
+   " DebeMedirPresion1:" + String(gSesion.debeMedirPresion1) + "
DebeMedirPresion2:" + String(gSesion.debeMedirPresion2) + " DebeMedirPresionD:"
+   String(gSesion.debeMedirPresionD) + " DebeMedirTemperatura1:" +
String(gSesion.debeMedirTemperatura1) + " DebeMedirTemperatura2:" +
String(gSesion.debeMedirTemperatura2) + " DebeMedirHumedad1:" +
String(gSesion.debeMedirHumedad1) + " DebeMedirHumedad2:" +
String(gSesion.debeMedirHumedad2) + " LimiteSuperiorPresion:" +
String(gSesion.limiteSuperiorPresion) + " LimiteInferiorPresion:" +
String(gSesion.limiteInferiorPresion) + " LimiteSuperiorTemperatura:" +
String(gSesion.limiteSuperiorTemperatura) + " LimiteInferiorTemperatura:" +
String(gSesion.limiteInferiorTemperatura) + " LimiteSuperiorHumedad:" +
String(gSesion.limiteSuperiorHumedad) + " LimiteInferiorHumedad:" +
String(gSesion.limiteInferiorHumedad));
  }
  // El servidor comprueba si hay algun tipo de solicitud
  gServerWeb.handleClient();
  if (!gIniciar)
  {
    Alerta.EsperandoInicio = true;
    Alerta.TomandoMediciones = false;
    RefrescarAlertas();
  }
}

```

```

if (gIniciar && gdebeMedir)
{
    CapturarDatos();
    Alerta.EsperandoInicio = false;
    Alerta.TomandoMediciones = true;
    RefrescarAlertas();
}
if (digitalRead(36) == HIGH) // Lee el boton de ON/OFF
{
    delay(1500);
    ImpresionSerialDebug("Iniciar " + String(gIniciar));
    if (gIniciar)
    {
        gIniciar = false;
        Display_MensajeEsperando();
    }
    else
    {
        gIniciar = true;
        gDebeCargarConfiguracion = true;
    }
    ImpresionSerialDebug("Iniciar " + String(gIniciar));
}
}

// Se encarga de todo el proceso de obtencion de datos e informacion que los
identifica

void CapturarDatos()
{
    Medicion medicion;
    ImpresionSerialDebug("Capturando...");
    DateTime Fecha = Rtc.now();
}

```

```

String FechaString = FechaToString(Fecha);
String FechaStringHTTP = FechaToStringHTTP(Fecha);
// Se obtiene la medicion de los sensores
medicion = Medicion_Calcular(FechaString);
SD_GuardarDatos(medicion);
WebServer_GuardarApiDeBD(medicion, FechaStringHTTP);
Medicion_VerificacionRangos(medicion);
Display_ImprimirDatos(medicion);
gdebeMedir = false;
}
// Loop que corre en paralelo al principal mediante un hilo para llevar control
del instante en el que se debe de tomar la siguiente toma de datos segun el
periodo de muestreo seleccionado.
void Semaforo(void *parametro)
{
    ImpresionSerialDebug("Semaforo");
    for (;;)
    {
        if (gIniciar)
        {
            gdebeMedir = true;
            ImpresionSerialDebug("Semaforo delay : " +
String(gSesion.periodoMuestreo));
            delay(gSesion.periodoMuestreo);
        }
        else
        {
            gdebeMedir = false;
        }
    }
}
}

```

```
// Se encarga de verificar el estado de las banderas de alertas y solicita el cambio del estado de las LED.
```

```
void RefrescarAlertas()
{
    if (Alerta.EsperandoInicio)
    {
        Alerta_Encender(LOW, LOW, LOW);
    }
    else if (Alerta.ValorFueraRango)
    {
        Alerta_Encender(LOW, LOW, HIGH);
    }
    else if (!Alerta.WifiInicializado)
    {
        Alerta_Encender(LOW, HIGH, LOW);
    }
    else if (!Alerta.BME1Inicializado)
    {
        Alerta_Encender(LOW, HIGH, HIGH);
    }
    else if (!Alerta.BME2Inicializado)
    {
        Alerta_Encender(HIGH, LOW, LOW);
    }
    else if (!Alerta.RTCInicializado)
    {
        Alerta_Encender(HIGH, LOW, HIGH);
    }
    else if (!Alerta.SdEstaOk)
    {
        Alerta_Encender(HIGH, HIGH, LOW);
    }
}
```

```

}
else if (Alerta.TomandoMediciones)
{
    Alerta_Encender(HIGH, HIGH, HIGH);
}
}
// Cambia el estado de las LED de alertas.
void Alerta_Encender(int pin4, int pin16, int pin17)
{
    digitalWrite(4, pin4);
    digitalWrite(16, pin16);
    digitalWrite(17, pin17);
}
// Toma la configuracion recibida de la interfaz de usuario y se la asigna a la
configuracion principal del programa.
void Configuracion_UI()
{
    ImpresionSerialDebug("Configuracion_UI");
    gSesion.SesionId = SD_GenerarNombreSesion();
    gSesion.periodoMuestreo = gConfiguracionUI.periodoMuestreo;
    gSesion.debeMedirPresion1 = gConfiguracionUI.debeMedirPresion1;
    gSesion.debeMedirPresion2 = gConfiguracionUI.debeMedirPresion2;
    gSesion.debeMedirPresionD = gConfiguracionUI.debeMedirPresionD;
    gSesion.debeMedirTemperatura1 = gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura1;
    gSesion.debeMedirTemperatura2 = gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura2;
    gSesion.debeMedirHumedad1 = gConfiguracionUI.debeMedirHumedad1;
    gSesion.debeMedirHumedad2 = gConfiguracionUI.debeMedirHumedad2;

    gSesion.limiteSuperiorPresion = gConfiguracionUI.limiteSuperiorPresion;
    gSesion.limiteInferiorPresion = gConfiguracionUI.limiteInferiorPresion;
    gSesion.limiteSuperiorTemperatura =
gConfiguracionUI.limiteSuperiorTemperatura;

```

```

        gSesion.limiteInferiorTemperatura =
gConfiguracionUI.limiteInferiorTemperatura;

    gSesion.limiteSuperiorHumedad = gConfiguracionUI.limiteSuperiorHumedad;
    gSesion.limiteInferiorHumedad = gConfiguracionUI.limiteInferiorHumedad;

        ImpresionSerialDebug("Configuracion_UI      :      "      +
String(gSesion.periodoMuestreo));
}

// Toma la configuracion del DIPSWITCH y se la asigna a la configuracion
principal del programa.
void Configuracion_DIPSwitch()
{
    ImpresionSerialDebug("Configuracion_DIPSwitch");
    bool SwitchConfig1 = digitalRead(34) == HIGH;
    bool SwitchConfig2 = digitalRead(35) == HIGH;
    bool SwitchConfig3 = digitalRead(32) == HIGH;
    gSesion.SesionId = SD_GenerarNombreSesion();

    // Valores establecidos por la ingeniera asesora.
    gSesion.limiteSuperiorPresion = 91000.00;
    gSesion.limiteInferiorPresion = 80000.00;
    gSesion.limiteSuperiorTemperatura = 50.00;
    gSesion.limiteInferiorTemperatura = -38.00;
    gSesion.limiteSuperiorHumedad = 100.00;
    gSesion.limiteInferiorHumedad = 5.00;

    if (!SwitchConfig1 && !SwitchConfig2 && !SwitchConfig3)
    { // 0 0 0 Sensor 1 - Periodo 30 segundos
        gSesion.periodoMuestreo = 30000;
        gSesion.debeMedirPresion1 = true;
        gSesion.debeMedirPresion2 = false;
        gSesion.debeMedirPresionD = false;
    }
}

```

```

gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = false;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = false;
}
if (!SwitchConfig1 && !SwitchConfig2 && SwitchConfig3)
{ // 0 0 1 Sensor 1 - Periodo 5 minutos
gSesion.periodoMuestreo = 300000;
gSesion.debeMedirPresion1 = true;
gSesion.debeMedirPresion2 = false;
gSesion.debeMedirPresionD = false;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = false;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = false;
}
if (!SwitchConfig1 && SwitchConfig2 && !SwitchConfig3)
{ // 0 1 0 Sensor 2 - Periodo 30 segundos
gSesion.periodoMuestreo = 30000;
gSesion.debeMedirPresion1 = false;
gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = false;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = false;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = false;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
if (!SwitchConfig1 && SwitchConfig2 && SwitchConfig3)
{ // 0 1 1 Sensor 2 - Periodo 5 minutos
gSesion.periodoMuestreo = 300000;
gSesion.debeMedirPresion1 = false;

```

```

gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = false;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = false;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = false;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
if (SwitchConfig1 && !SwitchConfig2 && !SwitchConfig3)
{ // 1 0 0 Ambos sensores - PresionD - 10 segundos
gSesion.periodoMuestreo = 10000;
gSesion.debeMedirPresion1 = true;
gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = true;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
if (SwitchConfig1 && !SwitchConfig2 && SwitchConfig3)
{ // 1 0 1 Ambos sensores - PresionD - 30 segundos
gSesion.periodoMuestreo = 30000;
gSesion.debeMedirPresion1 = true;
gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = true;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
if (SwitchConfig1 && SwitchConfig2 && !SwitchConfig3)
{ // 1 1 0 Ambos sensores - PresionD - 1 minuto

```

```

gSesion.periodoMuestreo = 60000;
gSesion.debeMedirPresion1 = true;
gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = true;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
if (SwitchConfig1 && SwitchConfig2 && SwitchConfig3)
{ // 1 1 1 Ambos sensores - PresionD - 5 minutos
gSesion.periodoMuestreo = 300000;
gSesion.debeMedirPresion1 = true;
gSesion.debeMedirPresion2 = true;
gSesion.debeMedirPresionD = true;
gSesion.debeMedirTemperatura1 = true;
gSesion.debeMedirTemperatura2 = true;
gSesion.debeMedirHumedad1 = true;
gSesion.debeMedirHumedad2 = true;
}
}
// Guarda la configuracion del dispositivo en la memoria flash.
void Configuracion_Guardar()
{
bool statusPreferencesConfig = preferences.begin("Configuracion");
    ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfig:" +
String(statusPreferencesConfig));
    preferences.putBytes("Configuracion", &gConfiguracion,
sizeof(gConfiguracion));
    preferences.end();
}

```

```

// Guarda la configuracion recibida de la interfaz de usuario en la memoria
flash.

void ConfiguracionUI_Guardar()
{
    bool statusPreferencesConfigUI = preferences.begin("ConfiguracionUI");

        ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfigUI:" +
String(statusPreferencesConfigUI));

        preferences.putBytes("ConfiguracionUI",          &gConfiguracionUI,
sizeof(gConfiguracionUI));

    preferences.end();

    ImpresionSerialDebug("Se guarda la configuracion con periodo muestreo:" +
String(gConfiguracionUI.periodoMuestreo));
}

// Obtiene la configuracion del dispositivo guardada en la memoria flash.
void Configuracion_Cargar()
{
    bool statusPreferencesConfig = preferences.begin("Configuracion");

        ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfig:" +
String(statusPreferencesConfig));

        preferences.getBytes("Configuracion",          &gConfiguracion,
sizeof(gConfiguracion));

    preferences.end();
}

// Obtiene la configuracion obtenida de la interfaz digital y guardada en la
memoria flash.
void ConfiguracionUI_Cargar()
{
    bool statusPreferencesConfigUI = preferences.begin("ConfiguracionUI");

        ImpresionSerialDebug("statusPreferencesConfigUI:" +
String(statusPreferencesConfigUI));

        preferences.getBytes("ConfiguracionUI",          &gConfiguracionUI,
sizeof(gConfiguracionUI));

    preferences.end();
}

```

```

    ImpresionSerialDebug("Se carga la configuracion con periodo muestreo:" +
String(gConfiguracionUI.periodoMuestreo));
}

// Imprime la configuracion del dispositivo.
void Configuracion_Imprimir()
{
    ImpresionSerialDebug("ApiUrl: " + String(gConfiguracion.ApiUrl));
    ImpresionSerialDebug("ApiPort: " + String(gConfiguracion.ApiPort));
        ImpresionSerialDebug("DispositivoId:          "          +
String(gConfiguracion.DispositivoId));
    ImpresionSerialDebug("SesionId: " + String(gSesion.SesionId));
    ImpresionSerialDebug("WifiSsid: " + String(gConfiguracion.WifiSsid));
    ImpresionSerialDebug("WifiHostname: " + String(WiFi.getHostname()));
    ImpresionSerialDebug("IpAdress: " + gIP);
}

// Gestiona la obtencion de las mediciones de cada sensor y asigna datos que
las identifican.
Medicion Medicion_Calcular(String FechaString)
{
    Medicion medicion;
    medicion.Fecha = FechaString;
    medicion.SesionId = gSesion.SesionId;
    strcpy(medicion.DispositivoId, gConfiguracion.DispositivoId);
    medicion.Humedad1 = Sensor_ObtenerHumedad(1, gSesion.debeMedirHumedad1);
    medicion.Humedad2 = Sensor_ObtenerHumedad(2, gSesion.debeMedirHumedad2);
        medicion.Temperatura1          =          Sensor_ObtenerTemperatura(1,
gSesion.debeMedirTemperatura1);
        medicion.Temperatura2          =          Sensor_ObtenerTemperatura(2,
gSesion.debeMedirTemperatura2);
    medicion.Presion1 = Sensor_ObtenerPresion(1, gSesion.debeMedirPresion1);
    medicion.Presion2 = Sensor_ObtenerPresion(2, gSesion.debeMedirPresion2);
        medicion.PresionDiferencial    =    Medicion_PresionD(medicion.Presion1,
medicion.Presion2, gSesion.debeMedirPresionD);
}

```

```

    return medicion;
}
// Calcula la presion diferencial.
float Medicion_PresionD(float presion1, float presion2, bool debeMedirPresionD)
{
    if (debeMedirPresionD)
    {
        return (fabs(presion1 - presion2));
    }
    else
    {
        return 0;
    }
}
// Le da formato a las mediciones para que sean guardadas en la tarjeta SD.
String Medicion_StringParaSD(Medicion medicion)
{
    String texto = (String(medicion.DispositivoId) + ";");

    texto.concat(medicion.SesionId + ";");

    texto.concat(medicion.Fecha + ";");

    if (medicion.Presion1 != 10000000)
    {
        texto.concat(String(medicion.Presion1) + ";");
    }
    else
    {
        texto.concat("NULL;");
    }
}

```

```
if (medicion.Presion2 != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.Presion2) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
if (medicion.PresionDiferencial != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.PresionDiferencial) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
if (medicion.Temperatura1 != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.Temperatura1) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
if (medicion.Temperatura2 != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.Temperatura2) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
```

```

}
if (medicion.Humedad1 != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.Humedad1) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
if (medicion.Humedad2 != 10000000)
{
    texto.concat(String(medicion.Humedad2) + ";");
}
else
{
    texto.concat("NULL;");
}
texto.concat("\n");

return texto;
}
// Verifica si los valores medidos estan dentro de los rangos establecidos.
void Medicion_VerificacionRangos(Medicion medicion)
{
    ImpresionSerialDebug("Medicion_VerificacionRangos");
    // Banderas que llevan control del resultado de la verificacion
    bool vdebeMedirPresion1 = 0;
    bool vdebeMedirPresion2 = 0;
    bool vdebeMedirTemperatura1 = 0;
    bool vdebeMedirTemperatura2 = 0;
    bool vdebeMedirHumedad1 = 0;

```

```

bool vdebeMedirHumedad2 = 0;

Alerta.ValorFueraRango = false;

    vdebeMedirTemperatura1 = ((medicion.Temperatura1 >
gSesion.limiteSuperiorTemperatura || medicion.Temperatura1 <
gSesion.limiteInferiorTemperatura) && (medicion.Temperatura1 != 10000000 &&
gSesion.debeMedirTemperatura1));

    if (vdebeMedirTemperatura1)
    {
        ImpresionSerialDebug("Activado por temp1");
    }

    vdebeMedirTemperatura2 = ((medicion.Temperatura2 >
gSesion.limiteSuperiorTemperatura || medicion.Temperatura2 <
gSesion.limiteInferiorTemperatura) && (medicion.Temperatura2 != 10000000 &&
gSesion.debeMedirTemperatura2));

    if (vdebeMedirTemperatura2)
    {
        ImpresionSerialDebug("Activado por temp2");
    }

    vdebeMedirPresion1 = ((medicion.Presion1 > gSesion.limiteSuperiorPresion ||
medicion.Presion1 < gSesion.limiteInferiorPresion) && (medicion.Presion1 !=
10000000 && gSesion.debeMedirPresion1));

    if (vdebeMedirPresion1)
    {
        ImpresionSerialDebug("Activado por presion1");
    }

    vdebeMedirPresion2 = ((medicion.Presion2 > gSesion.limiteSuperiorPresion ||
medicion.Presion2 < gSesion.limiteInferiorPresion) && (medicion.Presion2 !=
10000000 && gSesion.debeMedirPresion2));

    if (vdebeMedirPresion2)
    {
        ImpresionSerialDebug("Activado por presion2");
    }

```

```

}

vdebeMedirHumedad1 = ((medicion.Humedad1 > gSesion.limiteSuperiorHumedad ||
medicion.Humedad1 < gSesion.limiteInferiorHumedad) && (medicion.Humedad1 !=
10000000 && gSesion.debeMedirHumedad1));

if (vdebeMedirHumedad1)
{
    ImpresionSerialDebug("Activado por humedad1");
}

vdebeMedirHumedad2 = ((medicion.Humedad2 > gSesion.limiteSuperiorHumedad ||
medicion.Humedad2 < gSesion.limiteInferiorHumedad) && (medicion.Humedad2 !=
10000000 && gSesion.debeMedirHumedad2));

if (vdebeMedirHumedad2)
{
    ImpresionSerialDebug("Activado por humedad2");
}

if (vdebeMedirPresion1 || vdebeMedirPresion2 || vdebeMedirTemperatura1 ||
vdebeMedirTemperatura2 || vdebeMedirHumedad1 || vdebeMedirHumedad2)
{
    Alerta.ValorFueraRango = true;
}
}

// Se encarga de mostrar datos del hardware en la pantalla.
void Display_Hardware()
{
    gIP = WiFi.localIP();
    gConfiguracion.WifiIP = gIP;

    Configuracion_Imprimir(); // Impresion serial de toda la configuracion
almacenada en la estructura gConfiguracion

    gTft.fillScreen(ST77XX_BLACK);

    gTft.setCursor(0, 0);

    gTft.setTextColor(ST77XX_BLUE);

    gTft.println("LCM");
}

```

```

gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_GREEN);
gTft.println("Iniciando...");
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_YELLOW);
gTft.println("Wire: " + String(Alerta.WireInicializado));
gTft.println("");
gTft.println("Wire1: " + String(Alerta.Wire1Inicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_MAGENTA);
gTft.println("BME1: " + String(Alerta.BME1Inicializado));
gTft.println("");
gTft.println("BME2: " + String(Alerta.BME2Inicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
gTft.println("SD: " + String(Alerta.SdEstaOk));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_ORANGE);
gTft.println("RTC: " + String(Alerta.RTCInicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
gTft.println("Wifi-Access Point: " + String(Alerta.WifiInicializado));
gTft.println("");
gTft.println("IP: " + gIP.toString());
delay(2000);
}

// Muestra en pantalla informacion de interes cuando el dispositivo esta a la
// espera de la señal de inicio.
void Display_MensajeEsperando()
{
    gTft.fillScreen(ST77XX_BLACK);

```

```

gTft.setCursor(0, 0);
gTft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
gTft.println("Esperando inicio");
gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
gTft.println("Reinicie despues de ");
gTft.println("manipular la SD, ");
gTft.println("configurar o detener.");
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_YELLOW);
gTft.println("Wire: " + String(Alerta.WireInicializado));
gTft.println("");
gTft.println("Wire1: " + String(Alerta.Wire1Inicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_MAGENTA);
gTft.println("BME1: " + String(Alerta.BME1Inicializado));
gTft.println("");
gTft.println("BME2: " + String(Alerta.BME2Inicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
gTft.println("SD: " + String(Alerta.SdEstaOk));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_ORANGE);
gTft.println("RTC: " + String(Alerta.RTCInicializado));
gTft.println("");
gTft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
gTft.println("Wifi-Access Point: " + String(Alerta.WifiInicializado));
gTft.println("");
gTft.println("IP: " + gIP.toString());
}
// Muestra en pantalla los datos obtenidos e informacion que los identifica.
void Display_ImprimirDatos(Medicion medicion)

```

```

{
    ImpresionSerialDebug("Display_ImprimirDatos");
    gTft.setTextSize(1);
    gTft.fillScreen(ST77XX_BLACK);
    gTft.setCursor(0, 0);
    gTft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
    gTft.println(gIP.toString());
    gTft.println("");
    gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
    gTft.println(medicion.Fecha);
    gTft.println("");
    gTft.setTextColor(ST77XX_MAGENTA);
    gTft.println("Dispositivo:");
    gTft.println(String(medicion.DispositivoId));
    gTft.println("");
    gTft.setTextColor(ST77XX_YELLOW);
    gTft.println("Nombre Archivo: ");
    gTft.println(gSesion.SesionId);
    gTft.println("");
    gTft.setTextColor(ST77XX_ORANGE);
    if (medicion.Presion1 != 10000000)
    {
        gTft.println("Presion1:" + String(medicion.Presion1));
    }
    else
    {
        gTft.println("Presion1:OFF");
    }
    if (medicion.Presion2 != 10000000)
    {
        gTft.println("Presion2:" + String(medicion.Presion2));
    }
}

```

```

}
else
{
    gTft.println("Presion2:OFF");
}
if (medicion.PresionDiferencial != 10000000)
{
    gTft.println("PresionD:" + String(medicion.PresionDiferencial));
    gTft.println("");
}
else
{
    gTft.println("PresionD:OFF");
    gTft.println("");
}
gTft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
if (medicion.Temperatura1 != 10000000)
{
    gTft.println("Temperatura1:" + String(medicion.Temperatura1));
}
else
{
    gTft.println("Temperatura1:OFF");
}
if (medicion.Temperatura2 != 10000000)
{
    gTft.println("Temperatura2:" + String(medicion.Temperatura2));
    gTft.println("");
}
else
{

```

```

gTft.println("Temperatura2:OFF");
gTft.println("");
}
gTft.setTextColor(ST77XX_GREEN);
if (medicion.Humedad1 != 10000000)
{
    gTft.println("Humedad1:" + String(medicion.Humedad1));
}
else
{
    gTft.println("Humedad1:OFF");
}
if (medicion.Humedad2 != 10000000)
{
    gTft.println("Humedad2:" + String(medicion.Humedad2));
    gTft.println("");
}
else
{
    gTft.println("Humedad2:OFF");
    gTft.println("");
}
}
// Le da formato a la fecha.
String FechaToString(DateTime fecha)
{
    String Segundo = String(fecha.second());
    String Minuto = String(fecha.minute());
    String Hora = String(fecha.hour());
    String Dia = String(fecha.day());
    String Mes = String(fecha.month());
}

```

```

String Anno = String(fecha.year());
String FechaString;

FechaString = (Anno + "-" + Mes + "-" + Dia + " " + Hora + ":" + Minuto + ":"
+ Segundo);

ImpresionSerialDebug("Fecha: " + FechaString);

return FechaString;
}

// Le da formato a la fecha, apto para solicitudes HTTP
String FechatoStringHTTP(DateTime fecha)
{
String Segundo = String(fecha.second());
if (fecha.second() < 10)
{
Segundo = "0" + Segundo;
}
String Minuto = String(fecha.minute());
if (fecha.minute() < 10)
{
Minuto = "0" + Minuto;
}
String Hora = String(fecha.hour());
if (fecha.hour() < 10)
{
Hora = "0" + Hora;
}
String Dia = String(fecha.day());
String Mes = String(fecha.month());
String Anno = String(fecha.year());
String FechaString;
FechaString = (Anno + "-" + Mes + "-" + Dia + "T" + Hora + ":" + Minuto + ":"
+ Segundo);
ImpresionSerialDebug("FechaHTTP: " + FechaString);

```

```

    return FechaString;
}
// Le da formato a la fecha.
String FechaToStringSimple(DateTime fecha)
{
    String Dia = String(fecha.day());
    if (Dia.length() == 1)
    {
        Dia = "0" + Dia;
    }
    String Mes = String(fecha.month());
    if (Mes.length() == 1)
    {
        Mes = "0" + Mes;
    }
    String Anno = String(fecha.year()).substring(2, 4);
    String FechaString;
    FechaString = (Anno + Mes + Dia);
    return FechaString;
}
// Obtiene datos del sensor.
float Sensor_ObtenerTemperatura(int id, bool debeMedirTemperatura)
{
    float temperatura;
    if (!debeMedirTemperatura)
    {
        // Token en caso de que no se deba medir la variable: 10000000
        temperatura = 10000000;
    }
    else
    {

```

```

    if (id == 1)
    {
        temperatura = gBme1.readTemperature();
    }
    else if (id == 2)
    {
        temperatura = gBme2.readTemperature();
    }
}

ImpresionSerialDebug("Id: " + String(id) + " Temperatura: " +
String(temperatura));

return temperatura;
}

// Obtiene datos del sensor.
float Sensor_ObtenerPresion(int id, bool debeMedirPresion)
{
    float presion;
    if (!debeMedirPresion)
    {
        // Token en caso de que no se deba medir la variable: 10000000
        presion = 10000000;
    }
    else
    {
        if (id == 1)
        {
            presion = (gBme1.readPressure());
        }
        else if (id == 2)
        {
            presion = (gBme2.readPressure());
        }
    }
}

```

```

    }
}
ImpresionSerialDebug("Id: " + String(id) + " Presion: " + String(presion));
return presion;
}
// Obtiene datos del sensor.
float Sensor_ObtenerHumedad(int id, bool debeMedirHumedad)
{
    float humedad;
    if (!debeMedirHumedad)
    {
        // Token en caso de que no se deba medir la variable: 10000000
        humedad = 10000000;
    }
    else
    {
        if (id == 1)
        {
            humedad = gBme1.readHumidity();
        }
        else if (id == 2)
        {
            humedad = gBme2.readHumidity();
        }
    }
    ImpresionSerialDebug("Id: " + String(id) + " Humedad: " + String(humedad));
    return humedad;
}
// Funcion para conectar el ESP32 a la red existente.
void Wifi_Inicializar()
{

```

```

    WiFi.mode(WIFI_STA); // Inicializa en modo estacion/cliente

    ImpresionSerialDebug("Conectando a WifiSsid:" +
String(gConfiguracion.WifiSsid) + " WifiPassword:" +
String(gConfiguracion.WifiPassword));

    WiFi.config(INADDR_NONE, INADDR_NONE, INADDR_NONE, INADDR_NONE);

    WiFi.setHostname(gConfiguracion.DispositivoId); // Puede ser necesario
reiniciar el router para que haga efecto

    Alerta.WifiInicializado = WiFi.begin(gConfiguracion.WifiSsid,
gConfiguracion.WifiPassword);
}

// Valida si la conexion a la red fue exitosa, caso contrario inicia un punto
de acceso (AP) para poder configurar los credenciales de la red.

void Wifi_ValidarConexion()
{
    byte intentos = 0;
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
        delay(1000);
        if (intentos++ > 10)
        {
            WiFi.mode(WIFI_AP);
            WiFi.softAP("Setup MPD"); //(ssid, password)
            ImpresionSerialDebug("Iniciando el Wifi en modo Access Point");
            break;
        }
    }
}

// Identifica el archivo mas reciente en el directorio raiz de la tarjeta SD.
String SD_ObtenerElArchivoMasNuevo()
{
    String archivoMasNuevo;
    time_t fechaMasReciente = 0;
    File raiz = SD.open("/");

```

```

while (true)
{
    File entry = raiz.openNextFile();
    if (!entry)
    {
        break;
    }
    if (entry.isDirectory())
    {
        continue;
    }
    // Obtener la fecha de la última modificación del archivo
    time_t ultimoGuardado = entry.getLastWrite();
    if (ultimoGuardado > fechaMasReciente)
    {
        fechaMasReciente = ultimoGuardado;
        archivoMasNuevo = entry.name();
        ImpresionSerialDebug("UltimoGuardado: " + String(fechaMasReciente) +
"Archivo : " + archivoMasNuevo);
    }
    entry.close();
}
raiz.close();
return archivoMasNuevo;
}

// Genera automaticamente el nombre de la sesion, basado en la fecha y los
archivos ya existentes.
String SD_GenerarNombreSesion()
{
    String nombreArchivo;
    DateTime fecha = Rtc.now();

```

```

nombreArchivo = FechaToStringSimple(fecha);
String consecutivo;
String archivoMasNuevo;
int diaArchivoMasNuevo;
archivoMasNuevo = SD_ObtenerElArchivoMasNuevo();

if (archivoMasNuevo.length() == 0)
{
    ImpresionSerialDebug("No se encontraron archivos en la tarjeta SD.");
    consecutivo = "00";
}
else
{
    ImpresionSerialDebug("El archivo mas reciente en la tarjeta SD es: " +
archivoMasNuevo);
    diaArchivoMasNuevo = String(archivoMasNuevo).substring(4, 6).toInt();

    if(diaArchivoMasNuevo == fecha.day()){
        consecutivo = String(String(archivoMasNuevo).substring(6, 8).toInt() +
1);
        if (consecutivo.length() == 1)
        {
            consecutivo = "0" + consecutivo;
        }
    }
    else{
        consecutivo = "00";
    }
}

String nombreSesion = nombreArchivo + consecutivo;

ImpresionSerialDebug("El nombre de la sesion autogenerado es: " +
nombreSesion);

```

```

    return nombreSesion;
}

// Gestiona el almacenamiento de los datos en la tarjeta SD.
void SD_GuardarDatos(Medicion medicion)
{
    if (Alerta.SdEstaOk)
    {
        String NombreArchivo = ("/" + String(medicion.SesionId) + ".txt");
        String texto = Medicion_StringParaSD(medicion);

        ImpresionSerialDebug("Se debe de guardar en el SD la siguiente medicion: "
+ texto + " en el archivo :" + NombreArchivo);

        AppendTexto(SD, NombreArchivo, texto);
    }
    else
    {
        ImpresionSerialDebug("La tarjeta SD no fue inicializada");
    }
}

// Realiza un append de los datos en el archivo .
void AppendTexto(fs::FS &fs, String nombreArchivo, String texto)
{
    File archivo = fs.open(nombreArchivo, FILE_APPEND);
    if (!archivo)
    {
        ImpresionSerialDebug("No se logro abrir el archivo");
        return;
    }
    if (archivo.print(texto))
    {
        ImpresionSerialDebug("Se logro escribir en el archivo");
    }
}

```

```

else
{
    ImpresionSerialDebug("No se logro escribir en el archivo");
}
archivo.close();
ImpresionSerialDebug("Guardado con exito el texto:" + texto);
}

// Encuentra y reemplaza segmentos de un string, recibe el string original, el
string que se debe buscar y el string por el que se debe de sustituir. Es
utilizada para los cambios en los HTML.
String replaceStr(String original, String buscar, String reemplazar)
{
    int pos = original.indexOf(buscar); // Busca la posición del texto a reemplazar
    if (pos != -1)
    {
        original.replace(buscar, reemplazar);
    }
    return original;
}

// Mapea las rutas web del servidor
void WebServer_MapearRutas()
{
    gServerWeb.on("/", WebServer_PortalHome); // Despliega los
datos ingresados
    gServerWeb.on("/wifi", WebServer_PortalWifi); // Permite configurar
los credenciales de la red WiFi existente
    gServerWeb.on("/config", WebServer_PortalConfiguracion); // Permite
configurar los credenciales del API que comunica con la DB
    gServerWeb.on("/PostConfiguracion", WebServer_ConfigurarSesion);
    gServerWeb.begin();
    ImpresionSerialDebug("Servidor HTTP iniciado");
}

```

```

// Funcion que se encarga de recibir, procesar y extraer la configuracion
recibida de la interfaz de usuario, llega como solicitud al /PostConfiguracion

void WebServer_ConfigurarSesion()
{
    if (gServerWeb.method() == HTTP_POST)
    { // Si recibe un POST extrae la informacion, verifica que sea valida, la
guarda y muestra pantalla de exito.

        if (gServerWeb.arg("PeriodoMuestreo").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirPresion1").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirPresion2").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirTemperatura1").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirTemperatura2").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirHumedad1").length() != NULL and
gServerWeb.arg("DebeMedirHumedad2").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteSuperiorPresion").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteInferiorPresion").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteSuperiorTemperatura").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteInferiorTemperatura").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteSuperiorHumedad").length() != NULL and
gServerWeb.arg("LimiteInferiorHumedad").length() != NULL)

            ;

        {

            // Se extraen los datos de la solicitud y se almacenan en variables
locales

            ImpresionSerialDebug("Datos recibidos como string");

            String periodoMuestreo = gServerWeb.arg("PeriodoMuestreo");

            ImpresionSerialDebug("periodoMuestreo:" + periodoMuestreo);

            String debeMedirPresion1 = gServerWeb.arg("DebeMedirPresion1");

            ImpresionSerialDebug("debeMedirPresion1:" + debeMedirPresion1);

            String debeMedirPresion2 = gServerWeb.arg("DebeMedirPresion2");

            ImpresionSerialDebug("debeMedirPresion2:" + debeMedirPresion2);

            String debeMedirPresionD = gServerWeb.arg("DebeMedirPresionD");

            ImpresionSerialDebug("debeMedirPresionD:" + debeMedirPresionD);

            String debeMedirTemperatura1 = gServerWeb.arg("DebeMedirTemperatura1");

            ImpresionSerialDebug("debeMedirTemperatura1:" + debeMedirTemperatura1);

            String debeMedirTemperatura2 = gServerWeb.arg("DebeMedirTemperatura2");

```

```

ImpresionSerialDebug("debeMedirTemperatura2:" + debeMedirTemperatura2);
String debeMedirHumedad1 = gServerWeb.arg("DebeMedirHumedad1");
ImpresionSerialDebug("debeMedirHumedad1:" + debeMedirHumedad1);
String debeMedirHumedad2 = gServerWeb.arg("DebeMedirHumedad2");
ImpresionSerialDebug("debeMedirHumedad2:" + debeMedirHumedad2);

String limiteSuperiorPresion = gServerWeb.arg("LimiteSuperiorPresion");
ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorPresion:" + limiteSuperiorPresion);
String limiteInferiorPresion = gServerWeb.arg("LimiteInferiorPresion");
ImpresionSerialDebug("limiteInferiorPresion:" + limiteInferiorPresion);

String limiteSuperiorTemperatura =
gServerWeb.arg("LimiteSuperiorTemperatura");
ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorTemperatura:" +
limiteSuperiorTemperatura);

String limiteInferiorTemperatura =
gServerWeb.arg("LimiteInferiorTemperatura");
ImpresionSerialDebug("limiteInferiorTemperatura:" +
limiteInferiorTemperatura);

String limiteSuperiorHumedad = gServerWeb.arg("LimiteSuperiorHumedad");
ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorHumedad:" + limiteSuperiorHumedad);
String limiteInferiorHumedad = gServerWeb.arg("LimiteInferiorHumedad");
ImpresionSerialDebug("limiteInferiorHumedad:" + limiteInferiorHumedad);

// Se transforman los datos al tipo de datos correspondiente
ImpresionSerialDebug("Convirtiendo datos");
gConfiguracionUI.periodoMuestreo = (periodoMuestreo.toInt() * 1000);
ImpresionSerialDebug("periodoMuestreo:" +
String(gConfiguracionUI.periodoMuestreo));

gConfiguracionUI.debeMedirPresion1 = debeMedirPresion1 == "True";
ImpresionSerialDebug("debeMedirPresion1:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirPresion1));

gConfiguracionUI.debeMedirPresion2 = debeMedirPresion2 == "True";

```

```

        ImpresionSerialDebug("debeMedirPresion2:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirPresion2));
        gConfiguracionUI.debeMedirPresionD = debeMedirPresionD == "True";
        ImpresionSerialDebug("debeMedirPresionD:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirPresionD));
        gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura1 = debeMedirTemperatura1 == "True";
        ImpresionSerialDebug("debeMedirTemperatura1:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura1));
        gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura2 = debeMedirTemperatura2 == "True";
        ImpresionSerialDebug("debeMedirTemperatura2:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirTemperatura2));
        gConfiguracionUI.debeMedirHumedad1 = debeMedirHumedad1 == "True";
        ImpresionSerialDebug("debeMedirHumedad1:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirHumedad1));
        gConfiguracionUI.debeMedirHumedad2 = debeMedirHumedad2 == "True";
        ImpresionSerialDebug("debeMedirHumedad2:" +
String(gConfiguracionUI.debeMedirHumedad2));

        gConfiguracionUI.limiteSuperiorPresion = limiteSuperiorPresion.toFloat();
        ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorPresion:" +
String(gConfiguracionUI.limiteSuperiorPresion));
        gConfiguracionUI.limiteInferiorPresion = limiteInferiorPresion.toFloat();
        ImpresionSerialDebug("limiteInferiorPresion:" +
String(gConfiguracionUI.limiteInferiorPresion));

        gConfiguracionUI.limiteSuperiorTemperatura =
limiteSuperiorTemperatura.toFloat();
        ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorTemperatura:" +
String(gConfiguracionUI.limiteSuperiorTemperatura));
        gConfiguracionUI.limiteInferiorTemperatura =
limiteInferiorTemperatura.toFloat();
        ImpresionSerialDebug("limiteInferiorTemperatura:" +
String(gConfiguracionUI.limiteInferiorTemperatura));

        gConfiguracionUI.limiteSuperiorHumedad = limiteSuperiorHumedad.toFloat();

```

```

        ImpresionSerialDebug("limiteSuperiorHumedad:" +
String(gConfiguracionUI.limiteSuperiorHumedad));

        gConfiguracionUI.limiteInferiorHumedad = limiteInferiorHumedad.toFloat();

        ImpresionSerialDebug("limiteInferiorHumedad:" +
String(gConfiguracionUI.limiteInferiorHumedad));

        ConfiguracionUI_Guardar();

        gServerWeb.send(200);

    }

}

}

// Crea y envia la solicitud POST al API encargado de solicitar el guardado de
los datos en la base de datos.

void WebServer_GuardarApiDeBD(Medicion medicion, String fechaStringHTTP)
{

    ImpresionSerialDebug("WebServer_AsyncGuardarApiDeBD...");

    HTTPClient http;

    String apiUrl = gConfiguracion.ApiUrl;

    String apiPort = gConfiguracion.ApiPort;

    String Url = "";

    if (apiPort == "80")

    {

        Url = (apiUrl + "/PostMedicion");

    }

    else

    {

        Url = (apiUrl + ":" + apiPort + "/PostMedicion");

    }

    // Se construye el string de los datos.

    String                                StringDatos                                =
"DispositivoId=$dispositivoId&SesionId=$sesionid&FechaCaptura=$fechaCaptura&Pr
esionAbsoluta1=$presionAbsoluta1&PresionAbsoluta2=$presionAbsoluta2&PresionDif

```

```

erencial=$presionDiferencial&Humedad1=$humedad1&Humedad2=$humedad2&Temperatura
1=$temperatura1&Temperatura2=$temperatura2";

        StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$dispositivoId",
String(medicion.DispositivoId));

        StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$sesionid",
String(medicion.SesionId));

        StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$fechaCaptura",
String(fechaStringHTTP));

        if (medicion.Presion1 != 10000000)
        {
                StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionAbsoluta1",
String(medicion.Presion1));
        }
        else
        {
                StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionAbsoluta1", "NULL");
        }
        if (medicion.Presion2 != 10000000)
        {
                StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionAbsoluta2",
String(medicion.Presion2));
        }
        else
        {
                StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionAbsoluta2", "NULL");
        }
        if (medicion.PresionDiferencial != 10000000)
        {
                StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionDiferencial",
String(medicion.PresionDiferencial));
        }
        else
        {

```

```

StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$presionDiferencial", "NULL");
}
if (medicion.Temperatura1 != 10000000)
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$temperatura1",
String(medicion.Temperatura1));
}
else
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$temperatura1", "NULL");
}
if (medicion.Temperatura2 != 10000000)
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$temperatura2",
String(medicion.Temperatura2));
}
else
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$temperatura2", "NULL");
}
if (medicion.Humedad1 != 10000000)
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$humedad1",
String(medicion.Humedad1));
}
else
{
    StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$humedad1", "NULL");
}
if (medicion.Humedad2 != 10000000)
{

```

```

        StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$humedad2",
String(medicion.Humedad2));
    }
    else
    {
        StringDatos = replaceStr(StringDatos, "$humedad2", "NULL");
    }

    ImpresionSerialDebug("Url :" + Url + " StringDatos : " + StringDatos);
    String paquete = Url + "?" + StringDatos;
    ImpresionSerialDebug("Paquete a enviar: " + paquete);
    http.begin(paquete);

    int httpRespuesta = http.GET();
    String payload = http.getString();

    ImpresionSerialDebug("Codigo http: " + String(httpRespuesta));
    ImpresionSerialDebug("Data del servidor:");
    ImpresionSerialDebug(payload);
    http.end();
}
// Maneja las solicitudes al /
void WebServer_PortalHome()
{
    String pagina = "<!DOCTYPE html> <html lang='es'> <head> <meta charset='utf-8'> <meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1'> <title>Wifi Setup</title> <style> *, ::after, ::before { box-sizing: border-box; } body { margin: 0; font-family: 'Segoe UI', Roboto, 'Helvetica Neue', Arial, 'Noto Sans', 'Liberation Sans'; font-size: 1rem; font-weight: 400; line-height: 1.5; color: #212529; background-color: #f5f5f5; } .form-control { display: block; width: 100%; height: calc(1.5em + .75rem + 2px); border: 1px solid #ced4da; } button { border: 1px solid transparent; color: #fff; background-color: #808080; border-color: #808080; padding: .5rem 1rem; font-

```

```

size: 1.25rem; line-height: 1.5; border-radius: .3rem; width: 100% } .form-
signin { width: 100%; max-width: 400px; padding: 15px; margin: auto; } h1, p {
text-align: center }</style><div style='text-align:center;'></head>
<body><h1>Laboratorio Costarricense de Metrología</h1>Dispositivo de medicion
de presión, temperatura y humedad.<h2>Dispositivo </h2><table style='margin: 0
auto;'> <tr> <th>Atributo</th> <th>Valor</th> </tr><tr><td>DispositivoId</td>
<td>$DispositivoId</td> </tr> </table><h2>Wifi</h2><table style='margin: 0
auto;'> <tr> <th>Atributo</th> <th>Valor</th> </tr><tr>
<td>Ssid</td><td>$Ssid</td> </tr><tr> <td>Ip</td> <td>$Ip</td> </tr>
</table><h2>Api</h2><table style='margin: 0 auto;'> <tr> <th>Atributo</th>
<th>Valor</th> </tr><tr> <td>Url</td> <td>$Url</td> </tr><tr> <td>Port</td>
<td>$Port</td> </tr> </table></body><footer> <p>Autor: Jose Mauricio Brenes
Siles</p> <p><a href='mailto:
jmbrenes@outlook.com'>jmbrenes@outlook.com</a></p> </footer> </html>";

```

```

pagina = replaceStr(pagina, "$DispositivoId", gConfiguracion.DispositivoId);
pagina = replaceStr(pagina, "$Ssid", gConfiguracion.WifiSsid);
String gIPString = gIP.toString();
pagina = replaceStr(pagina, "$Ip", gIPString);
pagina = replaceStr(pagina, "$Url", gConfiguracion.ApiUrl);
pagina = replaceStr(pagina, "$Port", gConfiguracion.ApiPort);
gServerWeb.send(200, "text/html", pagina);
}

```

```
// Maneja las solicitudes al /wifi
```

```
void WebServer_PortalWifi()
```

```
{
```

```

String pagina_Wifi_Exito = "<!doctype html> <html lang='es'> <head> <meta
charset='utf-8'> <meta name='viewport' content='width=device-width, initial-
scale=1'> <title>Configuración de Wifi</title> <style> *, ::after, ::before {
box-sizing: border-box; } body { margin: 0; font-family: 'Segoe UI', Roboto,
'Helvetica Neue', Arial, 'Noto Sans', 'Liberation Sans'; font-size: 1rem; font-
weight: 400; line-height: 1.5; color: #212529; background-color: #f5f5f5; }
.form-control { display: block; width: 100%; height: calc(1.5em + .75rem + 2px);
border: 1px solid #ced4da; } button { border: 1px solid transparent; color:
#fff; background-color: #808080; border-color: #808080; padding: .5rem 1rem;
font-size: 1.25rem; line-height: 1.5; border-radius: .3rem; width: 100% } .form-
signin { width: 100%; max-width: 400px; padding: 15px; margin: auto; } h1, p {
text-align: center } </style> </head> <body> <main class='form-signin'>
<h1>Configuración de Wifi</h1> <p>Su configuración ha sido guardada
 exitosamente!<br />Por favor reinicie el equipo.</p> </main> </body> </html>";

```

```

String pagina_Wifi_Configurar = "<!doctype html> <html lang='es'> <head> <meta
charset='utf-8'> <meta name='viewport' content='width=device-width, initial-

```

```

scale=1'> <title>Wifi Setup</title> <style> *, ::after, ::before { box-sizing:
border-box; } body { margin: 0; font-family: 'Segoe UI', Roboto, 'Helvetica
Neue', Arial, 'Noto Sans', 'Liberation Sans'; font-size: 1rem; font-weight:
400; line-height: 1.5; color: #212529; background-color: #f5f5f5; } .form-
control { display: block; width: 100%; height: calc(1.5em + .75rem + 2px);
border: 1px solid #ced4da; } button { cursor: pointer; border: 1px solid
transparent; color: #fff; background-color: #808080; border-color: #808080;
padding: .5rem 1rem; font-size: 1.25rem; line-height: 1.5; border-radius: .3rem;
width: 100% } .form-signin { width: 100%; max-width: 400px; padding: 15px;
margin: auto; } h1 { text-align: center } </style> </head> <body> <main
class='form-signin'> <form action='/' method='post'> <h1 class=''>Configuración
de Wifi</h1><br /> <div class='form-floating'><label>SSID</label><input
type='text' class='form-control' name='ssid'> </div> <div class='form-
floating'><br /><label>Contraseña</label><input type='password' class='form-
control' name='password'></div><br /><br /><button type='submit'
formaction='/wifi'>Guardar</button> <p style='text-align: right'><a
href='https: </form> </main> </body> </html>";

```

```

if (gServerWeb.method() != HTTP_POST)
{
    gServerWeb.send(200, "text/html", pagina_Wifi_Configurar);
}
else
{
    strncpy(gConfiguracion.WifiSsid, gServerWeb.arg("ssid").c_str(),
sizeof(gConfiguracion.WifiSsid));
    strncpy(gConfiguracion.WifiPassword, gServerWeb.arg("password").c_str(),
sizeof(gConfiguracion.WifiPassword));

    // Se valida que el usuario y el password no esten en blanco
    gConfiguracion.WifiSsid[gServerWeb.arg("ssid").length()] =
gConfiguracion.WifiPassword[gServerWeb.arg("password").length()] = '\0';
    Configuracion_Guardar();

    // Si el proceso fue exitoso se envia el html llamado 'pagina_Wifi_Exito'
    gServerWeb.send(200, "text/html", pagina_Wifi_Exito);
}
}
// Maneja las solicitudes al /config

```

```

void WebServer_PortalConfiguracion()
{
    String pagina_Configuracion_Exito = "<!doctype html> <html lang='es'> <head>
<meta charset='utf-8'> <meta name='viewport' content='width=device-width,
initial-scale=1'> <title>Configuración del API</title> <style> *, ::after,
::before { box-sizing: border-box; } body { margin: 0; font-family: 'Segoe UI',
Roboto, 'Helvetica Neue', Arial, 'Noto Sans', 'Liberation Sans'; font-size:
1rem; font-weight: 400; line-height: 1.5; color: #212529; background-color:
#f5f5f5; } .form-control { display: block; width: 100%; height: calc(1.5em +
.75rem + 2px); border: 1px solid #ced4da; } button { border: 1px solid
transparent; color: #fff; background-color: #808080; border-color: #808080;
padding: .5rem 1rem; font-size: 1.25rem; line-height: 1.5; border-radius: .3rem;
width: 100% } .form-signin { width: 100%; max-width: 400px; padding: 15px;
margin: auto; } h1, p { text-align: center } </style> </head> <body> <h1>Gestión
de Configuración</h1><p>Su configuración ha sido guardada exitosamente!<br
/>Por favor reinicie el equipo.</p> </main> </body> </html>";

    String pagina_Configuracion = "<!DOCTYPE html> <html> <head> <meta
charset='utf-8'> <meta name='viewport' content='width=device-width, initial-
scale=1'> <title>API Setup</title> <style> button { border: 1px solid
transparent; color: #fff; background-color: #808080; border-color: #808080;
padding: .5rem 1rem; font-size: 1.25rem; line-height: 1.5; border-radius: .3rem;
width:
        100%
    }
    </style><link
href='https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.3/dist/css/bootstrap.min.css'
rel='stylesheet'><script
src='https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.3/dist/js/bootstrap.bundle.min
.js'></script> <body> <div class='container mt-3'> <form action='/'
method='post'> <div class='form-floating mb-3 mt-3'> <h3>Configuración del
Servidor MPD Api</h3><br /> <div class='form-floating mb-3 mt-3'> <input
type='text' class='form-control' id='apiUrl' placeholder='Ingrese el Url del
Api' name='apiUrl'> <label for='apiUrl'>Dirección Url del MPD.Api</label>
</div> <div class='form-floating mb-3 mt-3'> <input type='text' class='form-
control' id='apiPort' placeholder='Ingrese el puerto del Api' name='apiPort'>
<label for=apiPort>Puerto del servidor MPD</label> </div> <br> <div class='form-
floating mb-3 mt-3'> <h3>Configuración del Dispositivo</h3><br /> <div
class='form-floating mb-3 mt-3'> <input type='text' class='form-control'
id='dispositivoId' placeholder='Ingrese el nombre del dispositivo'
name='dispositivoId'> <label for=dispositivoId>Identificador del
Dispositivo</label> </div></div> <br /><br /><button type='submit'
formaction='/config'>Guardar</button> </form> </div> </body> </html>";

    bool flagGuardo = false;

    if (gServerWeb.method() == HTTP_POST)
    {

```

```

        if (gServerWeb.arg("apiUrl").length() != NULL and
gServerWeb.arg("apiPort").length() != NULL and
gServerWeb.arg("dispositivoId").length() != NULL)
    {
        strncpy(gConfiguracion.ApiUrl, gServerWeb.arg("apiUrl").c_str(),
sizeof(gConfiguracion.ApiUrl));
        strncpy(gConfiguracion.ApiPort, gServerWeb.arg("apiPort").c_str(),
sizeof(gConfiguracion.ApiPort));
        strncpy(gConfiguracion.DispositivoId,
gServerWeb.arg("dispositivoId").c_str(),
sizeof(gConfiguracion.DispositivoId));

        Configuracion_Guardar();
        flagGuardo = true;
        // Si el proceso fue exitoso se envia el html llamado
'pagina_Configuracion_Exitto'
        gServerWeb.send(200, "text/html", pagina_Configuracion_Exitto);
    }
} // Si no guardo, muestre nuevamente la pagina de configuracion
if (!flagGuardo)
{
    gServerWeb.send(200, "text/html", pagina_Configuracion);
}
}
// Imprime serialmente el mensaje, se utiliza como herramienta de depuracion
void ImpresionSerialDebug(String Mensaje)
{
    if (ModoDebug)
    {
        Serial.println(Mensaje);
    }
}
}

```

## 10.6 Código de la interfaz de usuario.

### 10.6.1 Clase medición

```
namespace mpd.UI;

//Clase cuya instancia almacena la informacion obtenida del API y la convierte
en un solo string mediante la funcion ToTxt(). Los metodos get;set simplifican
la sintaxis de obtencion y asignacion de datos.

public class Medicion
{
    public required string DispositivoId { get; set; }
    public required string SesionId { get; set; }
    public DateTime FechaCaptura { get; set; }
    public string? PresionAbsoluta1 { get; set; }
    public string? PresionAbsoluta2 { get; set; }
    public string? PresionDiferencial { get; set; }
    public string? Temperatura1 { get; set; }
    public string? Temperatura2 { get; set; }
    public string? Humedad1 { get; set; }
    public string? Humedad2 { get; set; }
    public DateTime TimeStamp { get; set; }

    //Le da el formato a los datos antes de ser guardados en un .txt
    public string ToTxt()
    {
        return
        $"{this.DispositivoId};{this.SesionId};{this.FechaCaptura};{this.PresionAbsoluta1};{this.PresionAbsoluta2};{this.PresionDiferencial};{this.Temperatura1};{this.Temperatura2};{this.Humedad1};{this.Humedad2};{this.TimeStamp}";
    }
}
```

### 10.6.2 Clase globals

```
//Clase para almacenar variables globales, declaradas en appsettings.json
public static class Globals
{
    public static string MpdApi { get; set; }
    public static string SharedFolder { get; set; }
}
```

### 10.6.3 Clase sesión

```
namespace mpd.UI;

//Estructura que almacena la configuracion ingresada por el usuario para ser
//enviada al dispositivo.Los metodos get;set simplifican la sintaxis de obtencion
//y asignacion de datos.
public record struct Sesion
{
    public string SesionId { get; set; }
    public char debeMedirPresion1 { get; set; }
    public float debeMedirPresion2 { get; set; }
    public float debeMedirPresionD { get; set; }
    public float debeMedirTemperatura1 { get; set; }
    public float debeMedirTemperatura2 { get; set; }
    public float debeMedirHumedad1 { get; set; }
    public float debeMedirHumedad2 { get; set; }
}
```

### 10.6.4 Código del appsettings.json

```
{
  "Logging": {
    "LogLevel": {
      "Default": "Information",
      "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
    }
  }
}
```

```

    },
    "AllowedHosts": "*",
    "Configuracion": {
      "Mpd.Api": "http://localhost:81",
      "Mpd.SharedFolder": "C:\\\\descargasmpd"
    }
  }
}

```

### 10.6.5 Código de extensión .razor de la estructura principal

```

<!--Archivo .razor que le da la estructura general al sitio web -->
@inherits LayoutComponentBase
<div class="page">
  <div class="sidebar">
    <NavMenu />
  </div>

  <main>
    <article class="content px-4">
      @Body
    </article>
  </main>
</div>

<div id="blazor-error-ui">
  An unhandled error has occurred.
  <a href="" class="reload">Reload</a>
  <a class="dismiss">✕</a>
</div>

```

## 10.6.6 Código de extensión .CSS de la estructura principal

```
.page { /*Archivo .css principal del documento*/
    position: relative;
    display: flex;
    flex-direction: column;
}

main {
    flex: 1;
}

.sidebar {
    background-image: linear-gradient(180deg, rgb(21, 21, 118) 0%, #bb9d2f 70%);
}

.top-row {
    background-color: #f7f7f7;
    border-bottom: 1px solid #d6d5d5;
    justify-content: flex-end;
    height: 3.5rem;
    display: flex;
    align-items: center;
}

.top-row ::deep a, .top-row ::deep .btn-link {
    white-space: nowrap;
    margin-left: 1.5rem;
    text-decoration: none;
}

.top-row ::deep a:hover, .top-row ::deep .btn-link:hover {
```

```

        text-decoration: underline;
    }

    .top-row ::deep a:first-child {
        overflow: hidden;
        text-overflow: ellipsis;
    }

@media (max-width: 640.98px) {
    .top-row {
        justify-content: space-between;
    }

    .top-row ::deep a, .top-row ::deep .btn-link {
        margin-left: 0;
    }
}

@media (min-width: 641px) {
    .page {
        flex-direction: row;
    }

    .sidebar {
        width: 250px;
        height: 100vh;
        position: sticky;
        top: 0;
    }

    .top-row {

```

```

    position: sticky;
    top: 0;
    z-index: 1;
}

.top-row.auth ::deep a:first-child {
    flex: 1;
    text-align: right;
    width: 0;
}

.top-row, article {
    padding-left: 2rem !important;
    padding-right: 1.5rem !important;
}
}

#blazor-error-ui {
    background: lightyellow;
    bottom: 0;
    box-shadow: 0 -1px 2px rgba(0, 0, 0, 0.2);
    display: none;
    left: 0;
    padding: 0.6rem 1.25rem 0.7rem 1.25rem;
    position: fixed;
    width: 100%;
    z-index: 1000;
}

#blazor-error-ui .dismiss {
    cursor: pointer;

```

```

position: absolute;
right: 0.75rem;
top: 0.5rem;
}

```

### 10.6.7 Código de extensión .razor del panel de navegación

```

<div class="top-row ps-3 navbar navbar-dark"> <!--Archivo .razor que agrega el
panel de navegacion-->
  <div class="container-fluid">
    <a class="navbar-brand" href="">LACOMET</a>
  </div>
</div>

<input type="checkbox" title="Navigation menu" class="navbar-toggler" />

<div class="nav-scrollable" onclick="document.querySelector('.navbar-
toggler').click()">
  <nav class="flex-column">
    <div class="nav-item px-3">
      <NavLink class="nav-link" href="" Match="NavLinkMatch.All">
        <span class="bi bi-house-door-fill" aria-hidden="true"></span>
Inicio
      </NavLink>
    </div>

    <div class="nav-item px-3">
      <NavLink class="nav-link" href="ConfigurarDispositivo">
        <span class="bi bi-gear-fill" aria-hidden="true"></span>
Configurar dispositivo
      </NavLink>
    </div>
  </nav>

```

```

    <div class="nav-item px-3">
      <NavLink class="nav-link" href="ObtenerMediciones">
        <span class="bi bi-bar-chart-fill" aria-hidden="true"></span>
Obtener mediciones
      </NavLink>
    </div>
  </nav>
</div>

```

### 10.6.8 Código de extensión .CSS del panel de navegación

```

.navbar-toggler { /*Archivo .css del panel de navegacion */
  appearance: none;
  cursor: pointer;
  width: 3.5rem;
  height: 2.5rem;
  color: white;
  position: absolute;
  top: 0.5rem;
  right: 1rem;
  border: 1px solid rgba(255, 255, 255, 0.1);
  background: url("data:image/svg+xml,%3csvg
xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' viewBox='0 0 30 30'%3e%3cpath
stroke='rgba%28255, 255, 255, 0.55%29' stroke-linecap='round' stroke-
miterlimit='10' stroke-width='2' d='M4 7h22M4 15h22M4 23h22'/%3e%3c/svg%3e")
no-repeat center/1.75rem rgba(255, 255, 255, 0.1);
}

.navbar-toggler:checked {
  background-color: rgba(255, 255, 255, 0.5);
}

.top-row {

```

```

    height: 3.5rem;
    background-color: rgba(0,0,0,0.4);
}

.navbar-brand {
    font-size: 1.1rem;
}

.bi {
    display: inline-block;
    position: relative;
    width: 1.6rem;
    height: 1.6rem;
    margin-right: 0.75rem;
    top: -0.75rem;
    background-size: cover;
}

.bi-house-door-fill-nav-menu {
    background-image: url("data:image/svg+xml,%3Csvg
xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' width='16' height='16' fill='white'
class='bi bi-house-door-fill' viewBox='0 0 16 16'%3E%3Cpath d='M6.5 14.5v-
3.505c0-.245.25-.495.5-.495h2c.25 0 .5.25.5.5v3.5a.5.5 0 0 0 .5.5h4a.5.5 0 0 0
.5-.5v-7a.5.5 0 0 0-.146-.354L13 5.793V2.5a.5.5 0 0 0-.5-.5h-1a.5.5 0 0 0-
.5.5v1.293L8.354 1.146a.5.5 0 0 0-.708 0l-6 6A.5.5 0 0 0 1.5 7.5v7a.5.5 0 0 0
.5.5h4a.5.5 0 0 0 .5-.5Z'/%3E%3C/svg%3E");
}

.bi-gear-fill-nav-menu {
    background-image: url("data:image/svg+xml,%3Csvg
xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' width='16' height='16' fill='white'
class='bi bi-gear-fill' viewBox='0 0 16 16'%3E%3Cpath d='M9.405 1.05c-.413-1.4-
2.397-1.4-2.81 0l-.134a1.464 1.464 0 0 1-2.105.872l-.31-.17c-1.283-.698-
2.686.705-1.987 1.987l.169.311c.446.82.023 1.841-.872 2.105l-.34.1c-1.4.413-
1.4 2.397 0 2.81l.34.1a1.464 1.464 0 0 1 .872 2.105l-.17.31c-.698 1.283.705

```

```

2.686 1.987 1.987l.311-.169a1.464 1.464 0 0 1 2.105.872l.1.34c.413 1.4 2.397
1.4 2.81 0l.1-.34a1.464 1.464 0 0 1 2.105-.872l.31.17c1.283.698 2.686-.705
1.987-1.987l-.169-.311a1.464 1.464 0 0 1 .872-2.105l.34-.1c1.4-.413 1.4-2.397
0-2.81l-.34-.1a1.464 1.464 0 0 1 -.872-2.105l.17-.31c.698-1.283-.705-2.686-
1.987-1.987l-.311.169a1.464 1.464 0 0 1-2.105-.872zM8 10.93a2.929 2.929 0 1 1
0-5.86 2.929 2.929 0 0 1 0 5.858z'/%3E%3C/svg%3E");
}

.bi-bar-chart-fill-nav-menu {
    background-image: url("data:image/svg+xml,%3Csvg
xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' width='16' height='16' fill='white'
class='bi bi-bar-chart-fill' viewBox='0 0 16 16'%3E%3Cpath d='M1 11a1 1 0 0 1
1-1h2a1 1 0 0 1 1 1v3a1 1 0 0 1-1 1H2a1 1 0 0 1-1-1zm5-4a1 1 0 0 1 1-1h2a1 1 0
0 1 1 1v7a1 1 0 0 1-1 1H7a1 1 0 0 1-1-1zm5-5a1 1 0 0 1 1-1h2a1 1 0 0 1 1 1v12a1
1 0 0 1-1 1h-2a1 1 0 0 1-1-1z'/%3E%3C/svg%3E");
}

.nav-item {
    font-size: 0.9rem;
    padding-bottom: 0.5rem;
}

.nav-item:first-of-type {
    padding-top: 1rem;
}

.nav-item:last-of-type {
    padding-bottom: 1rem;
}

.nav-item ::deep .nav-link {
    color: #ffffff;
    background: none;
    border: none;
}

```

```
border-radius: 4px;
height: 3rem;
display: flex;
align-items: center;
line-height: 3rem;
width: 100%;
}

.nav-item ::deep a.active {
background-color: rgba(255,255,255,0.37);
color: white;
}

.nav-item ::deep .nav-link:hover {
background-color: rgba(255,255,255,0.1);
color: white;
}

.nav-scrollable {
display: none;
}

.navbar-toggler:checked ~ .nav-scrollable {
display: block;
}

@media (min-width: 641px) {
.navbar-toggler {
display: none;
}
}
```

```

.nav-scrollable {
    /* Never collapse the sidebar for wide screens */
    display: block;

    /* Allow sidebar to scroll for tall menus */
    height: calc(100vh - 3.5rem);
    overflow-y: auto;
}
}

```

### 10.6.9 Código de extensión .razor de la página raíz.

```

@page "/"
<!--.razor de la pagina raiz (home) -->
<PageTitle>Home</PageTitle>
<div class="header">
    
</div>
<br />
<br />
<h1>Medidor de presión diferencial</h1>
<br />
<br />
<ul>
<li>Si desea descargar datos diríjase al apartado 'Obtener mediciones'.</li>
<br>
<li>Si desea configurar el dispositivo para una nueva medición, diríjase al
apartado 'Configurar dispositivo'.</li>
</ul>

```

### 10.6.10 Código de extensión .razor de la página de configuración del dispositivo.

```
<!--Archivo .razor que resuelve las solicitudes de /ConfigurarDispositivo-->
@page "/ConfigurarDispositivo"
@using System.Net;
@rendermode InteractiveServer

<!--Se solicita informacion para configurar el dispositivo y se almacena en
variables-->
<PageTitle>Configurar dispositivo</PageTitle>
<h1>Configurar dispositivo</h1>
<h3>Ip del dispositivo</h3>
<label for="ipDispositivo">Digite la dirección IP del dispositivo</label>
<br>
@if (mensaje != null)
{
    <div class="alert">
        <span class="closebtn"
onclick="this.parentElement.style.display='none';">&times;</span>
        @mensaje
    </div>
}
<input type="text" id="ipDispositivo" name="ipDispositivo"
@bind="@ipDispositivo">
<br>
<div class="form-row align-items-center">
    <div>
        <h3>Periodo de muestreo</h3>
        <label for="periodoMuestreo">Digite el periodo de muestreo
(segundos)</label><br>
        <input type="text" id="periodoMuestreo" name="periodoMuestreo"
@bind="@periodoMuestreo"><br>
        <h3>Seleccione las magnitudes que debe medir cada sensor</h3>
```

```

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirPresion1" @bind="debeMedirPresion1">
        <label class="form-check-label" for="debeMedirPresion1">Presión
sensor 1</label>
    </div> <br>

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirPresion2" @bind="debeMedirPresion2">
        <label class="form-check-label" for="debeMedirPresion2">Presión
sensor 2</label>
    </div> <br>

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirPresionD" @bind="debeMedirPresionD">
        <label class="form-check-label" for="debeMedirPresionD">Presión
diferencial</label>
    </div> <br>

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirTemperatura1" @bind="debeMedirTemperatura1">
        <label class="form-check-label"
for="debeMedirTemperatura1">Temperatura sensor 1</label>
    </div> <br>

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirTemperatura2" @bind="debeMedirTemperatura2">
        <label class="form-check-label"
for="debeMedirTemperatura2">Temperatura sensor 2</label>
    </div><br>

    <div class="form-check">
        <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirHumedad1" @bind="debeMedirHumedad1">
        <label class="form-check-label" for="debeMedirHumedad1">Humedad
sensor 1</label>

```

```

</div><br>
<div class="form-check">
    <input class="form-check-input" type="checkbox" value=""
id="debeMedirHumedad2" @bind="debeMedirHumedad2">
    <label class="form-check-label" for="debeMedirHumedad2">Humedad
sensor 2</label>
</div><br>
</div>
<div>
    <h3>Limites superior e inferior que debe monitorear el dispositivo para
cada magnitud</h3>
    <label for="limiteSuperiorPresion">Digite el limite superior de la
presión (Pa)</label><br>
        <input type="text" id="limiteSuperiorPresion"
name="limiteSuperiorPresion" @bind="@limiteSuperiorPresion"><br><br>
    <label for="limiteInferiorPresion">Digite el limite inferior de la
presión (Pa)</label><br>
        <input type="text" id="limiteInferiorPresion"
name="limiteInferiorPresion" @bind="@limiteInferiorPresion"><br><br>
    <label for="limiteSuperiorTemperatura">Digite el limite superior de la
temperatura (°C)</label><br>
        <input type="text" id="limiteSuperiorTemperatura"
name="limiteSuperiorTemperatura" @bind="@limiteSuperiorTemperatura"><br><br>
    <label for="limiteInferiorTemperatura">Digite el limite inferior de la
temperatura (°C)</label><br>
        <input type="text" id="limiteInferiorTemperatura"
name="limiteInferiorTemperatura" @bind="@limiteInferiorTemperatura"><br><br>
    <label for="limiteSuperiorHumedad">Digite el limite superior de la
humedad (%)</label><br>
        <input type="text" id="limiteSuperiorHumedad"
name="limiteSuperiorHumedad" @bind="@limiteSuperiorHumedad"><br><br>

```

```
        <label for="limiteInferiorHumedad">Digite el limite inferior de la
humedad (%)</label><br>
                <input type="text" id="limiteInferiorHumedad"
name="limiteInferiorHumedad" @bind="@limiteInferiorHumedad"><br><br>
        </div>
</div>
```

```
        <button class="btn btn-primary" @onclick="enviarConfiguracion">Guardar
configuración</button>
<br>
<br>
```

```
@code { // Declaracion de las variables que almacenan la configuracion ingresada
por el usuario
```

```
    private string mensaje;
    private string ipDispositivo;
    private string? periodoMuestreo;
    private bool debeMedirPresion1;
    private bool debeMedirPresion2;
    private bool debeMedirPresionD;
    private bool debeMedirTemperatura1;
    private bool debeMedirTemperatura2;
    private bool debeMedirHumedad1;
    private bool debeMedirHumedad2;
```

```
    private string? limiteSuperiorPresion;
    private string? limiteInferiorPresion;
    private string? limiteSuperiorTemperatura;
    private string? limiteInferiorTemperatura;
    private string? limiteSuperiorHumedad;
    private string? limiteInferiorHumedad;
```

```
    private void enviarConfiguracion() // Funcion encargada de enviar los datos
al dispositivo mediante una solicitud POST
```

```

{
    IPAddress ipAddress=null;

    //evalua dos condiciones, que el string ipDispositivo no este vacio o
    sea nulo e intente convertir ipDispositivo a una variable tipo IPAddress y de
    lograrlo que lo almacene en la varaible ipAddress.

        if      (!string.IsNullOrEmpty(ipDispositivo)      &&
IPAddress.TryParse(ipDispositivo, out ipAddress))

    {
        mensaje = null;
    }
else
    {
        mensaje = "Debe de indicar la dirección IP del dispositivo";
    }
if (ipAddress is not null)
{ // Se construye el URL de la solicitud HTTP
    using var client = new HttpClient();
    var url = $"http://{ipAddress.ToString()}/PostConfiguracion";
    client.BaseAddress = new Uri(url);

    var contenido = new FormUrlEncodedContent(new[]
    {
        new KeyValuePair<string, string>("PeriodoMuestreo",
${periodoMuestreo}"),
        new KeyValuePair<string, string>("DebeMedirPresion1",
${debeMedirPresion1}"),
        new KeyValuePair<string, string>("DebeMedirPresion2",
${debeMedirPresion2}"),
        new KeyValuePair<string, string>("DebeMedirPresionD",
${debeMedirPresionD}"),
        new KeyValuePair<string, string>("DebeMedirTemperatura1",
${debeMedirTemperatura1}"),
        new KeyValuePair<string, string>("DebeMedirTemperatura2",
${debeMedirTemperatura2}"),
    }
}
}

```



```

@page "/ObtenerMediciones"
@using System.Net.Http.Headers
@rendermode InteractiveServer

<!--Se le indica al usuario los datos que debe ingresar y se almacenan en
variables -->
<PageTitle>Obtener mediciones</PageTitle>
<h1>Obtener mediciones</h1>
<label for="sesionId">Digite el identificador de la sesión:</label>
<br>
<input type="text" id="sesionId" name="sesionId" @bind="@sesionId">
<br><br>
<label for="dispositivoId">Digite el identificador del dispositivo:</label>
<br>
<input type="text" id="dispositivoId" name="dispositivoId"
@bind="@dispositivoId">
<br><br>
<!--Botones que redireccionan a la funcion encargada de procesar la solicitud
-->
<button class="btn btn-primary"
@onclick="obtenerMediciones">Consultar</button>
<br><br>
<button class="btn btn-primary"
@onclick="descargarMediciones">Descargar</button>
<br><br>
@if (mensaje != null)
{
    <div class="mensaje">
        @mensaje
    </div>
}
<br><br>
@if (mediciones != null)

```

```

{ // Tabla para mostrar los datos consultados
  <table class="table">
    <thead>
      <tr>
        <th>Dispositivo ID</th>
        <th>Sesión ID</th>
        <th>Fecha de Captura</th>
        <th>Presión Absoluta 1 (Pa)</th>
        <th>Presión Absoluta 2 (Pa)</th>
        <th>Presión Diferencial (Pa)</th>
        <th>Temperatura 1 (°C)</th>
        <th>Temperatura 2 (°C)</th>
        <th>Humedad 1 (%)</th>
        <th>Humedad 2 (%)</th>
        <th>TimeStamp</th>
      </tr>
    </thead>
    <tbody>
      @foreach (var medicion in mediciones)
        { //Se asignan valores a la tabla en funcion de los datos obtenidos
          mediante la solicitud
          <tr>
            <td>@medicion.DispositivoId</td>
            <td>@medicion.SesionId</td>
            <td>@medicion.FechaCaptura</td>
            <td>@medicion.PresionAbsoluta1</td>
            <td>@medicion.PresionAbsoluta2</td>
            <td>@medicion.PresionDiferencial</td>
            <td>@medicion.Temperatura1</td>
            <td>@medicion.Temperatura2</td>
            <td>@medicion.Humedad1</td>
          </tr>
        }
      }
    </tbody>
  </table>
}

```

```

        <td>@medicion.Humedad2</td>
        <td>@medicion.TimeStamp</td>
    </tr>
    }
</tbody>
</table>
}

@code {
    private string? sesionId;
    private string? dispositivoId;
    private List<Medicion>? mediciones;
    private string? mensaje;

    //Funcion encargada de procesar la consulta de mediciones en la base de
    datos para mostrarlas en la tabla segun la sesion ID y el dispositivo ID
    ingresados

    private void obtenerMediciones()
    {
        mensaje = null;

        // Se construye el URL que sera enviado en la solicitud GET al API
        using var client = new HttpClient();

        var url =
        $"{Globals.MpdApi}/GetMediciones?SesionId={sesionId}&DispositivoId={dispositivoId}";

        client.BaseAddress = new Uri(url);

        // Se agrega el header de Content-Type: application/json
        client.DefaultRequestHeaders.Accept.Add(
            new MediaTypeWithQualityHeaderValue("application/json"));

        // Se realiza la solicitud GET y la respuesta es almacenada en la
        variable respuestaServer

        var respuestaServer = client.GetAsync(client.BaseAddress).Result;
    }
}

```

```

        if (respuestaServer.IsSuccessStatusCode)
        {
            //Se guarda el resultado en una lista tipo Medicion
            mediciones =
respuestaServer.Content.ReadFromJsonAsync<List<Medicion>>().Result;
        }
        if (mediciones?.Count == 0)
        {
            mediciones = null;
            mensaje = "Sin datos que mostrar...";
        }
    }

    // Funcion encargada de gestionar la obtencion y descarga de los datos segun
    // la sesion ID y el dispositivo ID ingresados
    private void descargarMediciones()
    {
        mensaje = null;
        // Se construye el URL que sera enviado en la solicitud GET al API
        using var client = new HttpClient();
        var url =
$"{{Globals.MpdApi}}/GetMediciones?SesionId={{sesionId}}&DispositivoId={{dispositivoId}}";
        client.BaseAddress = new Uri(url);

        // Se agrega el header de Content-Type: application/json
        client.DefaultRequestHeaders.Accept.Add(
            new MediaTypeWithQualityHeaderValue("application/json"));

        // Se realiza la solicitud GET y la respuesta es almacenada en la
        // variable respuestaServer
        var respuestaServer = client.GetAsync(client.BaseAddress).Result;
        if (respuestaServer.IsSuccessStatusCode)

```



```

public static class Globals
{
    //Clase que instancia la variable del comando utilizado para la conexion al
    //servidor SQL
    public static string TiraDeConexion { get; set; }
}

```

### 10.7.2 Código de Medicion.cs

```

namespace mpd.Api;
//Almacena los datos de cada medicion
public record Medicion(
    string DispositivoId,
    string SesionId,
    DateTime FechaCaptura,
    string PresionAbsoluta1,
    string PresionAbsoluta2,
    string PresionDiferencial,
    string Temperatura1,
    string Temperatura2,
    string Humedad1,
    string Humedad2
);
//Almacena la informacion obtenida de la base de datos. Los metodos get;set
simplifican la sintaxis de obtencion y asignacion de datos.
public class ObtenerMedicion
{
    public string DispositivoId { get; set; }
    public string SesionId { get; set; }
    public DateTime FechaCaptura { get; set; }
    public string PresionAbsoluta1 { get; set; }
    public string PresionAbsoluta2 { get; set; }
    public string PresionDiferencial { get; set; }
    public string Temperatura1 { get; set; }
    public string Temperatura2 { get; set; }
}

```

```

public string Humedad1 { get; set; }
public string Humedad2 { get; set; }
public DateTime TimeStamp { get; set; }

};

```

### 10.7.3 Código del appsettings.json

```

{
  "Logging": {
    "LogLevel": {
      "Default": "Debug",
      "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
    }
  },
  "AllowedHosts": "*",
  "Configuracion": {
    "mariaDbServer": "127.0.0.1",
    "mariaPort": "3306",
    "mariaDbName": "mpd",
    "mariaUserName": "root",
    "mariaPassword": "123"
  }
}

```

### 10.7.4 Código de MariaDb.cs

```

using MySql.Data.MySqlClient;
using System.Diagnostics;
namespace mpd.Api;

//Se encarga del envio y obtencion de datos del servidor de MariaDB

```

```

internal partial class MariaDb(ILogger<MariaDb> logger)
{
    //Inserta la medicion a la base de datos
    public void InsertMedicion(Medicion medicion)
    {
        //Comando SQL para insertar una medicion
        const string EjecutarMedicionInsert = $"CALL
`MedicionInsert` (@DispositivoId,@SesionId,@FechaCaptura,@PresionAbsoluta1,
@PresionAbsoluta2, @PresionDiferencial, @Temperatura1, @Temperatura2,
@Humedad1, @Humedad2)";

        MySqlConnection connection = new(Globals.TiraDeConexion);

        //Se construye el comando que sera enviado a la base de datos
        MySqlCommand agregarMedicion = new(EjecutarMedicionInsert, connection);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@DispositivoId",
medicion.DispositivoId);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@SesionId",
medicion.SesionId);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@FechaCaptura",
medicion.FechaCaptura);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@PresionAbsoluta1",
medicion.PresionAbsoluta1);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@PresionAbsoluta2",
medicion.PresionAbsoluta2);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@PresionDiferencial",
medicion.PresionDiferencial);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@Humedad1",
medicion.Humedad1);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@Humedad2",
medicion.Humedad2);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@Temperatura1",
medicion.Temperatura1);
        agregarMedicion.Parameters.AddWithValue("@Temperatura2",
medicion.Temperatura2);

        try
        {

```

```

        connection.Open();

        logger.LogDebug("Conectado a MariaDB!");

        int cantidadDeRegistrosAgregados =
agregarMedicion.ExecuteNonQuery(); //Almacena la cantidad de filas afectadas

        logger.LogDebug("Inserted {cantidadDeRegistrosAgregados} row(s)!",
[cantidadDeRegistrosAgregados]);

    }

    catch (Exception ex)//Ingresa en caso de un error
    {

        logger.LogDebug("Error: {message}", [ex.Message]);

    }

    finally

    {

        connection.Close();

    }

}

        public IEnumerale<ObtenerMedicion>
ObtenerMedicionesPorSesionDispositivo(string SesionId, string DispositivoId)

    { //Comando SQL para solicitar las mediciones

        const string obtenerMedicionesPorSesionDispositivo = $"SELECT
DispositivoId, SesionId, FechaCaptura, PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2,
PresionDiferencial, Temperatura1, Temperatura2, Humedad1, Humedad2, TimeStamp
FROM medicion WHERE medicion.SesionId = @SesionId AND medicion.DispositivoId =
@DispositivoId";

        //Lista tipo ObtenerMedicion para almacenar las mediciones
List<ObtenerMedicion> mediciones = [];

        MySqlConnection connection = new(Globals.TiraDeConexion);

        MySqlCommand obtenerMediciones =
new(obtenerMedicionesPorSesionDispositivo, connection);

        obtenerMediciones.Parameters.AddWithValue(parameterName: "@SesionId",
SesionId);//Se le asigna un valor a SesionId, que es recibido como argumento de
la funcion

        obtenerMediciones.Parameters.AddWithValue(parameterName:
"@DispositivoId", DispositivoId);

```

```

try
{
    connection.Open();
    logger.LogDebug("Conectado a MariaDB!");
    MySqlDataReader resultado = obtenerMediciones.ExecuteReader();
    while (resultado.Read())//.Read() lee unicamente un registro a la
vez
    {
        mediciones.Add(LeerRegistros(resultado));
    }
    resultado.Close();
}
catch (Exception ex)
{
    logger.LogDebug("Error: {message}", [ex.Message]);
}
finally
{
    connection.Close();
}

return mediciones;
}

//Extrae los datos de un unico registro recibido como argumento.
private ObtenerMedicion LeerRegistros(MySqlDataReader DatoLeido)
{
    ObtenerMedicion medicion = new();

    try
    {
        medicion.DispositivoId = DatoLeido.GetString(0);
        medicion.SesionId = DatoLeido.GetString(1);
        medicion.FechaCaptura = DatoLeido.GetDateTime(2);
    }
}

```

```

        medicion.PresionAbsoluta1 = DatoLeido.GetString(3) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(3) : "";

        medicion.PresionAbsoluta2 = DatoLeido.GetString(4) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(4) : "";

        medicion.PresionDiferencial = DatoLeido.GetString(5) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(5) : "";

        medicion.Temperatura1 = DatoLeido.GetString(6) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(6) : "";

        medicion.Temperatura2 = DatoLeido.GetString(7) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(7) : "";

        medicion.Humedad1 = DatoLeido.GetString(8) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(8) : "";

        medicion.Humedad2 = DatoLeido.GetString(9) != "NULL" ?
DatoLeido.GetString(9) : "";

        medicion.TimeStamp = DatoLeido.GetDateTime(10);

        logger.LogDebug("Medicion:{medicion} ", medicion.ToString());

    }
    catch (Exception e)
    {
        Debug.WriteLine(e.Message);
    }
    return medicion;
}
}

```

### 10.7.5 Código de Program.cs

```

using mpd.Api;

WebApplicationBuilder builder = WebApplication.CreateBuilder(args);
ConfigurationManager configuration = builder.Configuration;

//Comando para la conexion al servidor SQL, extrae los datos del
appsettings.json

```

```

Globals.TiraDeConexion =
$"server={configuration["Configuracion:mariaDbServer"]!};Port={configuration["
Configuracion:mariaPort"]!};database={configuration["Configuracion:mariaDbName
"]};user={configuration["Configuracion:mariaUserName"]};password={configuratio
n["Configuracion:mariaPassword"]};";

// Se agregan servicios(default).
builder.Services.AddEndpointsApiExplorer();
builder.Services.AddSwaggerGen();
builder.Services.AddLogging(builder => builder.AddConsole());
builder.Services.AddSingleton<MariaDb>(); // Se le da la propiedad de Singleton
a la clase MariaDB

IServiceProvider serviceProvider = builder.Services.BuildServiceProvider();

MariaDb mariaDbService = serviceProvider.GetRequiredService<MariaDb>();

WebApplication app = builder.Build();

//Cuando se esta en modo desarrollo se habilita Swagger
if (app.Environment.IsDevelopment())
{
    _ = app.UseSwagger();
    _ = app.UseSwaggerUI();
}

//Funcion cuando se recibe un /PostMedicion y se declaran los argumentos.
_ = app.MapGet("/PostMedicion", (string DispositivoId, string SesionId,
DateTime FechaCaptura, string PresionAbsoluta1, string PresionAbsoluta2, string
PresionDiferencial, string Humedad1, string Humedad2, string Temperatura1,
string Temperatura2) =>
{ //Se organizan los argumentos en un record tipo Medicion y se le pasan a la
funcion InsertMedicion

    Medicion medida = new(DispositivoId, SesionId, FechaCaptura,
PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Temperatura1,
Temperatura2, Humedad1, Humedad2);

```

```

        mariaDbService.InsertMedicion(medida);

        return medida;
    })
    .WithName("PostMedicion")
    .WithOpenApi();

//Funcion cuando se recibe un /GetMediciones y se declaran los argumentos.
_ = app.MapGet("/GetMediciones", (string SesionId, string DispositivoId) =>
{ // Se le pasan los datos a la funcion medicion y se almacenan en una variable
  mediciones, tipo ObtenerMedicion enumerable(iterable)

          IEnumerable<ObtenerMedicion> mediciones =
mariaDbService.ObtenerMedicionesPorSesionDispositivo(SesionId, DispositivoId);

        return mediciones;
    })
    .WithName("GetMediciones")
    .WithOpenApi();

app.Run();

```

## 10.8 Código de la base de datos

### 10.8.1 Código utilizado para crear la tabla medición

```

CREATE TABLE `medicion` (
  `Medicion` INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `DispositivoId` CHAR(30) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',
  `SesionId` CHAR(30) NULL DEFAULT NULL COLLATE 'utf8mb4_general_ci',
  `FechaCaptura` DATETIME NULL DEFAULT NULL,
  `PresionAbsoluta1` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',
  `PresionAbsoluta2` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',

```

```

        `PresionDiferencial` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',
        `Temperatura1` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',
        `Temperatura2` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE
'utf8mb4_general_ci',
        `Humedad1` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE 'utf8mb4_general_ci',
        `Humedad2` CHAR(50) NULL DEFAULT NULL COLLATE 'utf8mb4_general_ci',
        `TimeStamp` TIMESTAMP NULL DEFAULT current_timestamp(),
PRIMARY KEY (`Medicion`) USING BTREE,
INDEX `SesionId` (`SesionId`) USING BTREE,
INDEX `DispositivoId` (`DispositivoId`) USING BTREE
)
COLLATE='utf8mb4_general_ci'
ENGINE=InnoDB
AUTO_INCREMENT=101
;

```

### 10.8.2 Código utilizado para crear el método MedicionInsert

```

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `MedicionInsert`(
    IN `DispositivoId` CHAR(30),
    IN `sesionId` CHAR(30),
    IN `fechaCaptura` DATETIME,
    IN `presionAbsoluta1` CHAR(50),
    IN `presionAbsoluta2` CHAR(50),
    IN `presionDiferencial` CHAR(50),
    IN `humedad1` CHAR(50),
    IN `humedad2` CHAR(50),
    IN `temperatura1` CHAR(50),
    IN `temperatura2` CHAR(50)
)
LANGUAGE SQL
NOT DETERMINISTIC
CONTAINS SQL
SQL SECURITY INVOKER
COMMENT 'Agrega una medicion a la tabla de mediciones'
BEGIN
INSERT INTO medicion

```

```
(DispositivoId,SesionId,FechaCaptura,PresionAbsoluta1,PresionAbsoluta2,PresionDiferencial,Temperatural, Temperatura2, Humedad1, Humedad2)
```

```
VALUES (dispositivoId, sesionId, fechaCaptura,presionAbsoluta1,presionAbsoluta2,presionDiferencial,temperatural, temperatura2, humedad1, humedad2);
```

```
END
```

### 10.8.3 Código de ejecución del método MedicionInsert

```
BEGIN
```

```
INSERT INTO medicion
```

```
(DispositivoId,SesionId,FechaCaptura,PresionAbsoluta1,PresionAbsoluta2,PresionDiferencial,Temperatural, Temperatura2, Humedad1, Humedad2)
```

```
VALUES (dispositivoId, sesionId, fechaCaptura,presionAbsoluta1,presionAbsoluta2,presionDiferencial,temperatural, temperatura2, humedad1, humedad2);
```

```
END
```

### 10.8.4 Código utilizado para crear el método MedicionRequest

```
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `MedicionRequest` (
```

```
    IN `sesionId` CHAR(30),
```

```
    IN `dispositivoId` CHAR(30)
```

```
)
```

```
LANGUAGE SQL
```

```
NOT DETERMINISTIC
```

```
CONTAINS SQL
```

```
SQL SECURITY DEFINER
```

```
COMMENT 'Solicita una medicion a la tabla de mediciones'
```

```
BEGIN
```

```
SELECT DispositivoId, SesionId, FechaCaptura, PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Humedad1, Humedad2, Temperatural, Temperatura2, TimeStamp
```

```
FROM medicion
```

```
WHERE medicion.SesionId = sesionId
```

```
AND medicion.DispositivoId = dispositivoId;
```

```
END
```

### 10.8.5 Código de ejecución del método MedicionRequest

```
BEGIN
```

```
SELECT DispositivoId, SesionId, FechaCaptura, PresionAbsoluta1, PresionAbsoluta2, PresionDiferencial, Humedad1, Humedad2, Temperatural, Temperatura2, TimeStamp
```

```
FROM medicion
```

```
WHERE medicion.SesionId = sesionId
```

AND medicion.DispositivoId = dispositivoId;

END

## 10.9 Toma de datos continua

Prototipo;24051100;2024-5-12 7:57:50;86360.92;86435.57;74.65;25.10;24.85;70.21;42.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 7:58:20;86365.55;86437.80;72.25;25.12;24.85;70.23;42.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 7:58:50;86358.00;86438.42;80.42;25.12;24.86;70.25;42.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 7:59:20;86359.91;86434.69;74.78;25.10;24.86;70.27;42.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 7:59:50;86362.11;86434.23;72.12;25.13;24.87;70.28;42.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:0:20;86359.45;86435.09;75.65;25.13;24.88;70.29;42.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:0:50;86361.68;86434.09;72.41;25.14;24.89;70.33;42.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:1:20;86359.29;86434.52;75.23;25.15;24.90;70.36;42.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:1:50;86360.12;86433.70;73.59;25.15;24.90;70.35;42.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:2:20;86359.98;86434.13;74.14;25.16;24.91;70.37;42.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:2:50;86352.81;86433.29;80.48;25.17;24.92;70.37;42.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:3:20;86356.75;86436.66;79.91;25.17;24.93;70.39;42.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:3:50;86355.23;86431.91;76.68;25.17;24.93;70.40;42.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:4:20;86352.88;86430.77;77.89;25.19;24.94;70.39;42.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:4:50;86348.12;86428.67;80.55;25.17;24.93;70.40;42.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:5:20;86354.57;86429.86;75.29;25.22;24.95;70.42;42.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:5:50;86356.45;86432.69;76.24;25.22;24.96;70.44;42.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:6:20;86351.42;86430.38;78.96;25.22;24.97;70.45;42.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:6:50;86353.02;86433.49;80.48;25.23;24.98;70.48;42.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:7:20;86354.41;86429.55;75.14;25.24;24.98;70.51;42.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:7:50;86355.14;86433.87;78.73;25.25;24.99;70.51;41.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:8:20;86354.52;86434.66;80.14;25.25;25.00;70.53;41.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:8:50;86353.52;86431.81;78.30;25.25;25.00;70.51;41.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:9:20;86354.73;86428.20;73.47;25.26;25.00;70.50;41.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:9:50;86352.17;86431.44;79.27;25.25;25.00;70.48;41.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:10:20;86356.77;86431.36;74.59;25.26;25.01;70.46;41.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:10:50;86353.88;86433.77;79.90;25.28;25.02;70.45;41.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:11:20;86354.77;86434.25;79.48;25.28;25.03;70.45;41.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:11:50;86354.53;86434.28;79.75;25.29;25.04;70.45;41.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:12:20;86354.98;86432.05;77.06;25.29;25.04;70.44;41.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:12:50;86354.75;86433.56;78.81;25.30;25.05;70.45;41.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:13:20;86356.61;86436.13;79.52;25.36;25.07;70.49;41.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:13:50;86358.12;86434.05;75.94;25.64;25.10;70.55;41.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:14:20;86349.52;86428.05;78.53;25.95;25.07;70.08;41.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:14:50;86361.42;86434.22;72.80;26.40;25.14;69.31;41.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:15:20;86361.39;86439.17;77.78;26.70;25.16;68.28;41.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:15:50;86361.42;86438.64;77.22;26.95;25.18;67.16;42.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:16:20;86364.33;86440.37;76.04;27.20;25.21;66.11;42.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:16:50;86363.27;86439.31;76.05;27.44;25.22;65.13;42.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:17:20;86369.14;86438.75;69.61;27.71;25.23;64.14;43.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:17:50;86367.30;86443.31;76.02;28.04;25.26;63.16;43.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:18:20;86371.28;86443.51;72.23;28.29;25.28;62.18;44.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:18:50;86370.36;86444.69;74.33;28.49;25.30;61.57;44.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:19:20;86367.03;86442.88;75.85;28.67;25.30;60.99;45.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:19:50;86371.13;86443.70;72.58;28.94;25.34;60.29;45.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:20:20;86373.02;86448.67;75.65;29.15;25.36;59.42;45.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:20:50;86369.66;86443.55;73.89;29.27;25.36;58.61;46.42;

Prototipo;24051100;2024-5-12 8:21:20;86369.95;86447.75;77.80;29.47;25.40;57.93;46.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:21:50;86370.63;86447.92;77.30;29.64;25.42;57.21;47.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:22:20;86374.61;86448.45;73.84;29.81;25.43;56.55;47.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:22:50;86375.73;86442.91;67.18;29.90;25.45;56.03;47.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:23:20;86375.06;86445.02;69.95;29.93;25.47;55.46;48.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:23:50;86376.57;86440.67;64.10;29.95;25.48;55.20;48.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:24:20;86373.98;86445.03;71.05;29.95;25.50;55.04;49.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:24:50;86378.73;86441.27;62.54;29.97;25.52;54.88;49.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:25:20;86372.95;86444.70;71.75;30.00;25.54;54.72;49.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:25:50;86376.45;86445.99;69.55;30.04;25.55;54.60;50.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:26:20;86376.61;86445.46;68.85;30.09;25.58;54.36;50.23;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:26:50;86377.64;86446.66;69.02;30.14;25.59;54.14;50.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:27:20;86374.63;86442.53;67.91;30.15;25.60;54.02;50.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:27:50;86373.83;86446.89;73.06;30.21;25.62;53.83;50.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:28:20;86379.22;86446.57;67.35;30.31;25.66;53.70;50.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:28:50;86375.61;86444.06;68.45;30.35;25.67;53.53;50.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:29:20;86377.11;86449.09;71.98;30.46;25.72;53.24;50.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:29:50;86378.19;86450.23;72.04;30.49;25.74;53.02;50.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:30:20;86379.77;86448.45;68.69;30.47;25.78;52.90;50.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:30:50;86380.91;86448.02;67.11;30.41;25.79;52.94;51.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:31:20;86383.07;86452.47;69.40;30.35;25.81;53.05;51.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:31:50;86386.56;86453.65;67.09;30.28;25.84;53.18;51.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:32:20;86383.34;86456.27;72.93;30.23;25.87;53.31;51.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:32:50;86387.22;86456.81;69.59;30.17;25.89;53.43;51.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:33:20;86386.45;86456.45;69.99;30.09;25.91;53.55;51.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:33:50;86387.66;86456.50;68.84;29.98;25.93;53.72;51.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:34:20;86387.91;86457.94;70.03;29.87;25.94;53.83;51.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:34:50;86385.38;86456.80;71.41;29.79;25.98;54.19;51.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:35:20;86386.98;86458.15;71.16;29.70;26.01;54.41;51.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:35:50;86382.84;86457.78;74.94;29.61;26.04;54.58;51.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:36:20;86385.36;86458.23;72.87;29.56;26.06;54.74;52.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:36:50;86392.96;86461.28;68.32;29.53;26.10;54.91;52.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:37:20;86392.20;86458.05;65.84;29.50;26.13;54.61;52.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:37:50;86393.15;86463.43;70.28;29.48;26.21;54.80;52.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:38:20;86390.98;86464.75;73.77;29.46;26.25;54.84;52.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:38:50;86392.63;86463.25;70.62;29.45;26.29;54.83;52.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:39:20;86391.62;86464.59;72.98;29.43;26.31;54.83;52.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:39:50;86387.02;86458.34;71.32;29.40;26.33;54.82;52.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:40:20;86390.87;86461.36;70.49;29.37;26.35;54.85;53.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:40:50;86384.91;86461.67;76.77;29.32;26.35;54.90;53.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:41:20;86383.72;86458.98;75.27;29.27;26.35;54.95;53.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:41:50;86390.95;86460.91;69.96;29.23;26.35;54.99;53.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:42:20;86389.34;86458.75;69.41;29.17;26.36;55.06;53.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:42:50;86388.89;86459.64;70.75;29.10;26.35;55.25;53.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:43:20;86385.25;86460.34;75.09;29.02;26.35;55.37;53.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:43:50;86390.35;86459.97;69.62;28.94;26.35;55.54;53.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:44:20;86386.51;86456.91;70.40;28.86;26.34;55.71;53.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:44:50;86385.31;86459.55;74.23;28.76;26.35;55.91;53.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:45:20;86388.36;86457.95;69.59;28.69;26.34;56.13;53.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:45:50;86387.70;86459.19;71.48;28.59;26.33;56.37;53.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:46:20;86396.13;86466.94;70.81;28.51;26.33;56.60;53.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:46:50;86393.58;86463.47;69.89;28.42;26.32;56.81;53.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:47:20;86387.50;86463.96;76.46;28.30;26.29;57.06;54.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:47:50;86390.33;86468.25;77.92;28.27;26.32;57.33;54.06;

Prototipo;24051100;2024-5-12 8:48:20;86390.74;86466.77;76.02;28.21;26.32;57.53;54.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:48:50;86388.55;86466.23;77.68;28.17;26.32;57.68;54.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:49:20;86389.68;86463.03;73.35;28.13;26.33;57.91;54.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:49:50;86392.53;86463.80;71.27;28.08;26.32;58.03;54.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:50:20;86391.06;86466.12;75.05;28.04;26.34;58.09;54.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:50:50;86394.89;86465.69;70.80;27.99;26.34;58.15;54.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:51:20;86392.95;86467.83;74.87;27.96;26.34;58.26;54.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:51:50;86388.98;86466.95;77.98;27.90;26.35;58.38;54.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:52:20;86387.66;86467.34;79.69;27.86;26.34;58.48;54.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:52:50;86385.59;86462.77;77.18;27.80;26.34;58.59;54.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:53:20;86390.59;86464.51;73.91;27.77;26.33;58.72;55.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:53:50;86387.98;86464.58;76.59;27.74;26.32;58.87;55.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:54:20;86385.11;86465.09;79.98;27.70;26.33;59.01;55.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:54:50;86387.44;86463.05;75.62;27.67;26.34;59.18;55.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:55:20;86386.33;86466.61;80.28;27.63;26.34;59.27;55.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:55:50;86388.20;86463.34;75.13;27.63;26.34;59.35;54.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:56:20;86386.69;86462.20;75.52;27.63;26.36;59.30;54.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:56:50;86380.27;86457.91;77.64;27.61;26.37;59.36;54.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:57:20;86379.78;86455.67;75.89;27.62;26.39;59.35;54.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:57:50;86379.95;86454.63;74.68;27.59;26.38;59.43;54.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:58:20;86377.12;86456.78;79.66;27.55;26.38;59.51;55.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:58:50;86381.11;86453.22;72.11;27.57;26.41;59.65;55.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:59:20;86382.09;86454.33;72.23;27.56;26.42;59.75;55.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 8:59:50;86378.67;86454.69;76.02;27.53;26.42;59.86;55.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:0:20;86376.16;86447.36;71.20;27.52;26.43;59.94;55.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:0:50;86378.33;86452.77;74.44;27.51;26.45;60.00;55.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:1:20;86375.88;86449.03;73.16;27.50;26.45;60.06;55.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:1:50;86372.98;86449.34;76.36;27.47;26.45;60.11;55.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:2:20;86376.88;86448.21;71.34;27.45;26.45;60.18;55.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:2:50;86372.50;86447.27;74.77;27.43;26.45;60.25;55.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:3:20;86372.13;86447.55;75.42;27.41;26.45;60.39;55.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:3:50;86372.84;86442.82;69.98;27.39;26.45;60.51;55.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:4:20;86369.85;86441.53;71.68;27.39;26.46;60.62;55.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:4:50;86377.98;86451.00;73.02;27.39;26.49;60.70;55.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:5:20;86371.78;86444.64;72.86;27.40;26.51;60.75;55.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:5:50;86374.53;86449.22;74.69;27.43;26.55;60.75;55.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:6:20;86372.05;86446.41;74.35;27.44;26.56;60.78;55.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:6:50;86374.40;86452.04;77.64;27.46;26.61;60.75;55.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:7:20;86373.52;86448.81;75.30;27.48;26.63;60.72;55.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:7:50;86375.34;86450.89;75.55;27.50;26.66;60.73;55.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:8:20;86374.70;86450.61;75.91;27.50;26.69;60.75;55.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:8:50;86376.35;86455.02;78.66;27.52;26.72;60.75;55.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:9:20;86373.91;86451.06;77.16;27.53;26.75;60.77;55.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:9:50;86372.50;86451.68;79.18;27.55;26.78;60.56;55.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:10:20;86374.57;86451.75;77.18;27.60;26.82;60.66;55.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:10:50;86372.66;86449.88;77.23;27.62;26.87;60.63;56.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:11:20;86373.20;86446.75;73.55;27.62;26.89;60.54;56.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:11:50;86370.98;86447.83;76.84;27.64;26.93;60.46;56.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:12:20;86371.64;86448.63;76.99;27.66;26.96;60.46;56.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:12:50;86370.74;86445.95;75.20;27.70;26.99;60.38;56.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:13:20;86368.78;86447.30;78.52;27.73;27.03;60.25;56.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:13:50;86367.97;86443.93;75.96;27.76;27.07;60.39;56.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:14:20;86364.31;86441.45;77.14;27.77;27.10;60.24;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:14:50;86368.39;86444.25;75.86;27.79;27.13;60.12;56.67;

Prototipo;24051100;2024-5-12 9:15:20;86371.16;86441.75;70.59;27.83;27.16;59.79;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:15:50;86366.67;86440.30;73.63;27.86;27.20;59.24;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:16:20;86368.92;86441.77;72.84;27.89;27.24;58.80;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:16:50;86365.52;86440.27;74.75;27.91;27.27;58.30;57.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:17:20;86368.63;86440.19;71.55;27.94;27.31;58.49;57.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:17:50;86359.47;86437.69;78.22;27.94;27.32;58.46;57.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:18:20;86365.63;86440.98;75.35;27.95;27.34;58.38;57.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:18:50;86366.20;86439.17;72.98;27.96;27.35;58.05;57.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:19:20;86365.37;86444.11;78.73;27.98;27.38;58.14;57.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:19:50;86369.03;86442.67;73.64;28.00;27.40;57.93;58.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:20:20;86366.33;86441.47;75.14;28.00;27.42;57.98;58.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:20:50;86370.17;86443.35;73.18;28.02;27.44;57.87;58.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:21:20;86364.52;86438.83;74.30;28.01;27.44;57.11;58.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:21:50;86370.35;86447.34;76.99;28.04;27.48;57.46;58.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:22:20;86372.05;86444.16;72.11;28.04;27.50;57.31;58.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:22:50;86369.09;86443.14;74.05;28.05;27.51;57.21;58.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:23:20;86366.63;86441.86;75.23;28.06;27.54;57.38;58.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:23:50;86362.70;86442.36;79.66;28.04;27.54;57.50;58.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:24:20;86368.73;86442.66;73.92;28.10;27.58;57.66;58.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:24:50;86365.41;86436.61;71.20;28.11;27.58;57.67;59.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:25:20;86367.16;86441.82;74.66;28.12;27.60;57.74;59.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:25:50;86370.12;86439.34;69.22;28.13;27.61;57.70;59.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:26:20;86367.15;86439.29;72.14;28.14;27.63;57.77;59.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:26:50;86362.62;86436.73;74.11;28.14;27.64;57.92;59.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:27:20;86362.11;86439.67;77.56;28.14;27.66;57.95;59.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:27:50;86366.14;86441.18;75.04;28.16;27.68;57.97;59.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:28:20;86361.70;86432.28;70.58;28.16;27.69;57.98;59.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:28:50;86357.01;86433.44;76.43;28.17;27.69;58.04;59.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:29:20;86355.16;86428.88;73.72;28.17;27.72;58.08;59.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:29:50;86363.30;86431.09;67.79;28.22;27.76;58.16;59.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:30:20;86364.06;86435.84;71.78;28.23;27.77;58.10;59.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:30:50;86358.66;86429.84;71.19;28.23;27.80;58.18;60.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:31:20;86359.12;86431.15;72.03;28.27;27.83;58.19;60.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:31:50;86358.03;86428.92;70.89;28.26;27.84;58.15;60.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:32:20;86355.82;86427.10;71.28;28.28;27.86;58.17;60.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:32:50;86355.78;86429.30;73.52;28.33;27.89;58.16;60.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:33:20;86354.90;86429.48;74.59;28.34;27.90;58.25;60.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:33:50;86355.23;86431.34;76.11;28.37;27.93;58.46;60.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:34:20;86353.05;86431.89;78.84;28.37;27.96;58.42;60.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:34:50;86354.72;86431.06;76.34;28.41;27.98;58.43;60.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:35:20;86351.39;86430.84;79.45;28.42;28.02;58.33;60.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:35:50;86357.45;86428.13;70.68;28.49;28.04;58.52;60.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:36:20;86357.62;86429.40;71.78;28.51;28.07;58.25;60.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:36:50;86350.25;86421.67;71.42;28.52;28.08;58.13;60.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:37:20;86353.50;86420.28;66.78;28.55;28.10;58.15;60.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:37:50;86353.45;86420.52;67.06;28.57;28.13;58.19;60.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:38:20;86351.95;86419.97;68.02;28.58;28.14;58.04;60.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:38:50;86345.94;86417.33;71.39;28.62;28.16;57.97;60.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:39:20;86344.65;86420.24;75.59;28.63;28.19;57.93;60.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:39:50;86347.19;86416.15;68.96;28.65;28.20;57.86;60.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:40:20;86346.83;86420.59;73.76;28.64;28.21;57.80;60.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:40:50;86339.47;86412.63;73.16;28.64;28.21;57.80;60.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:41:20;86347.12;86414.59;67.48;28.69;28.24;57.91;60.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:41:50;86345.50;86412.78;67.28;28.70;28.24;57.84;60.60;

Prototipo;24051100;2024-5-12 9:42:20;86340.55;86412.39;71.84;28.69;28.25;57.79;60.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:42:50;86347.31;86413.56;66.25;28.72;28.26;57.75;60.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:43:20;86347.22;86415.50;68.28;28.73;28.26;57.70;60.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:43:50;86338.16;86412.97;74.81;28.72;28.27;57.67;60.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:44:20;86338.77;86410.30;71.52;28.76;28.29;57.99;61.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:44:50;86337.74;86405.14;67.40;28.78;28.30;57.88;60.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:45:20;86336.34;86404.48;68.14;28.80;28.33;57.70;60.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:45:50;86338.36;86407.56;69.20;28.79;28.35;57.60;60.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:46:20;86337.70;86406.23;68.52;28.82;28.37;57.60;60.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:46:50;86333.71;86400.02;66.30;28.84;28.37;57.54;60.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:47:20;86329.98;86399.51;69.53;28.84;28.39;57.50;60.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:47:50;86332.50;86401.62;69.12;28.88;28.41;57.46;60.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:48:20;86335.70;86403.95;68.26;28.90;28.42;57.36;60.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:48:50;86329.78;86402.98;73.20;28.91;28.45;57.33;60.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:49:20;86336.56;86405.05;68.49;28.93;28.47;57.18;60.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:49:50;86338.60;86402.75;64.15;28.95;28.49;57.12;60.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:50:20;86332.16;86396.52;64.36;28.95;28.49;57.07;60.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:50:50;86337.06;86403.54;66.48;28.98;28.50;57.00;60.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:51:20;86332.77;86401.58;68.81;28.99;28.53;56.93;60.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:51:50;86331.12;86399.59;68.46;29.00;28.55;56.86;60.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:52:20;86326.86;86394.33;67.47;29.00;28.56;56.85;60.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:52:50;86334.54;86398.89;64.35;29.03;28.57;56.86;60.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:53:20;86335.99;86400.59;64.60;29.04;28.59;56.89;60.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:53:50;86331.72;86398.98;67.26;29.06;28.61;56.90;60.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:54:20;86330.30;86398.97;68.67;29.08;28.63;56.89;60.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:54:50;86335.07;86402.36;67.29;29.08;28.65;56.80;60.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:55:20;86327.28;86396.70;69.42;29.11;28.65;56.74;60.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:55:50;86328.20;86392.38;64.17;29.12;28.67;56.71;60.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:56:20;86322.09;86395.52;73.42;29.12;28.69;56.59;60.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:56:50;86328.70;86398.23;69.52;29.15;28.70;56.50;60.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:57:20;86329.69;86398.43;68.74;29.16;28.72;56.47;60.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:57:50;86332.20;86401.05;68.84;29.16;28.72;56.41;60.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:58:20;86329.05;86397.76;68.70;29.17;28.73;56.36;60.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:58:50;86330.20;86394.98;64.78;29.19;28.75;56.27;60.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:59:20;86329.95;86394.89;64.94;29.20;28.76;56.17;60.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 9:59:50;86330.72;86395.20;64.48;29.22;28.77;56.06;59.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:0:20;86328.19;86398.84;70.66;29.22;28.79;55.98;59.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:0:50;86332.73;86395.80;63.06;29.24;28.79;55.89;59.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:1:20;86333.34;86402.44;69.10;29.25;28.82;55.82;59.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:1:50;86333.23;86400.02;66.79;29.26;28.84;55.81;59.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:2:20;86320.86;86393.13;72.27;29.27;28.84;55.78;59.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:2:50;86327.98;86399.39;71.41;29.26;28.85;55.71;59.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:3:20;86333.89;86399.86;65.97;29.29;28.86;55.70;59.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:3:50;86338.08;86404.25;66.17;29.30;28.86;55.69;59.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:4:20;86329.43;86397.58;68.15;29.30;28.87;55.68;59.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:4:50;86329.83;86397.80;67.97;29.31;28.88;55.64;59.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:5:20;86333.27;86402.10;68.84;29.32;28.88;55.54;59.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:5:50;86331.69;86398.57;66.88;29.31;28.89;55.45;59.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:6:20;86328.26;86398.22;69.96;29.33;28.92;55.41;59.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:6:50;86326.90;86397.50;70.60;29.36;28.93;55.36;59.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:7:20;86328.04;86398.64;70.60;29.38;28.96;55.35;59.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:7:50;86331.55;86394.94;63.39;29.39;28.97;55.32;59.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:8:20;86327.33;86396.34;69.02;29.40;28.99;55.29;59.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:8:50;86330.03;86395.50;65.47;29.42;29.00;55.27;59.43;

Prototipo;24051100;2024-5-12 10:9:20;86331.47;86400.42;68.95;29.43;29.00;55.30;59.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:9:50;86334.42;86402.50;68.08;29.44;29.00;55.30;59.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:10:20;86327.66;86391.58;63.92;29.45;29.00;55.30;59.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:10:50;86328.22;86392.16;63.94;29.45;29.01;55.28;59.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:11:20;86329.66;86400.75;71.09;29.44;29.02;55.28;59.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:11:50;86329.66;86395.31;65.66;29.46;29.03;55.26;59.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:12:20;86333.17;86396.53;63.36;29.48;29.04;55.23;59.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:12:50;86331.38;86393.95;62.57;29.50;29.05;55.20;59.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:13:20;86334.34;86397.02;62.68;29.50;29.05;55.18;59.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:13:50;86327.42;86391.73;64.31;29.51;29.06;55.17;59.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:14:20;86331.87;86394.77;62.90;29.52;29.06;55.09;59.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:14:50;86324.25;86387.80;63.55;29.50;29.05;55.00;59.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:15:20;86322.50;86387.29;64.79;29.54;29.09;54.97;59.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:15:50;86326.30;86385.92;59.63;29.55;29.11;54.94;59.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:16:20;86325.42;86388.50;63.08;29.54;29.11;54.90;59.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:16:50;86325.42;86385.88;60.46;29.56;29.13;54.89;59.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:17:20;86322.05;86384.39;62.34;29.57;29.13;54.84;59.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:17:50;86325.83;86389.13;63.30;29.58;29.15;54.82;59.23;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:18:20;86318.80;86384.50;65.70;29.59;29.16;54.91;59.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:18:50;86318.47;86384.25;65.78;29.59;29.16;54.76;59.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:19:20;86319.11;86384.59;65.48;29.61;29.17;54.66;59.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:19:50;86321.55;86381.48;59.94;29.63;29.18;54.61;59.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:20:20;86320.95;86385.32;64.37;29.64;29.20;54.58;59.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:20:50;86322.05;86383.00;60.95;29.65;29.20;54.47;58.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:21:20;86315.69;86379.47;63.78;29.66;29.22;54.35;58.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:21:50;86317.62;86380.84;63.23;29.67;29.24;54.27;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:22:20;86317.20;86382.83;65.62;29.69;29.26;54.16;58.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:22:50;86311.25;86378.92;67.67;29.69;29.27;54.09;58.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:23:20;86312.31;86379.90;67.59;29.69;29.28;54.05;58.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:23:50;86313.17;86378.26;65.09;29.72;29.29;54.05;58.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:24:20;86313.91;86377.40;63.49;29.73;29.30;53.98;58.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:24:50;86317.70;86379.66;61.95;29.74;29.31;53.95;58.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:25:20;86312.66;86377.81;65.15;29.75;29.31;53.94;58.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:25:50;86315.01;86378.56;63.55;29.77;29.32;53.91;58.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:26:20;86316.38;86382.08;65.70;29.77;29.32;53.80;58.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:26:50;86318.17;86381.70;63.53;29.78;29.34;53.73;58.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:27:20;86316.06;86380.61;64.55;29.80;29.35;53.68;58.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:27:50;86314.84;86378.03;63.19;29.82;29.37;53.67;58.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:28:20;86311.66;86380.05;68.40;29.83;29.38;53.64;58.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:28:50;86312.59;86381.06;68.48;29.84;29.39;53.71;58.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:29:20;86309.45;86377.81;68.37;29.85;29.40;53.67;58.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:29:50;86313.45;86382.98;69.53;29.87;29.41;53.54;58.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:30:20;86310.16;86378.05;67.90;29.89;29.44;53.48;58.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:30:50;86312.91;86379.64;66.73;29.89;29.44;53.43;58.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:31:20;86316.12;86385.34;69.22;29.91;29.46;53.48;58.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:31:50;86314.36;86381.64;67.28;29.93;29.47;53.43;58.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:32:20;86311.39;86381.72;70.33;29.92;29.49;52.92;57.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:32:50;86311.66;86379.56;67.90;29.93;29.49;52.78;57.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:33:20;86304.71;86377.88;73.16;29.94;29.50;52.79;57.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:33:50;86307.60;86375.52;67.91;29.94;29.49;52.76;57.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:34:20;86305.36;86375.53;70.17;29.93;29.50;52.77;57.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:34:50;86304.59;86370.39;65.80;29.95;29.50;52.73;57.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:35:20;86304.80;86370.17;65.37;29.95;29.51;52.73;57.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:35:50;86304.15;86375.06;70.91;29.96;29.52;52.79;57.40;

Prototipo;24051100;2024-5-12 10:36:20;86309.97;86376.36;66.39;29.96;29.52;52.83;57.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:36:50;86304.70;86374.95;70.25;29.96;29.53;52.85;57.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:37:20;86304.42;86369.07;64.65;29.96;29.52;52.88;57.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:37:50;86304.08;86371.15;67.07;29.97;29.53;52.86;57.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:38:20;86301.02;86366.95;65.94;29.97;29.54;52.47;57.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:38:50;86300.40;86364.84;64.45;29.98;29.54;52.24;56.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:39:20;86300.08;86365.87;65.80;29.98;29.54;52.01;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:39:50;86302.83;86364.93;62.10;29.99;29.54;51.96;56.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:40:20;86297.23;86363.20;65.98;29.99;29.55;51.83;56.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:40:50;86301.19;86365.19;64.00;30.00;29.55;51.72;56.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:41:20;86296.07;86358.27;62.20;29.99;29.55;51.56;56.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:41:50;86298.17;86363.34;65.16;30.01;29.56;51.41;56.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:42:20;86293.20;86359.75;66.55;30.00;29.56;51.24;55.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:42:50;86296.70;86358.77;62.07;30.01;29.57;51.29;55.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:43:20;86288.32;86357.12;68.80;30.01;29.57;51.21;55.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:43:50;86289.06;86357.00;67.94;29.99;29.57;51.23;55.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:44:20;86279.05;86348.14;69.09;29.91;29.51;51.27;55.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:44:50;86279.66;86353.50;73.84;29.93;29.54;51.34;56.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:45:20;86291.05;86360.31;69.27;30.01;29.57;51.45;56.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:45:50;86288.85;86357.37;68.52;29.98;29.58;51.46;56.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:46:20;86290.42;86358.84;68.42;30.01;29.59;51.50;56.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:46:50;86289.75;86353.83;64.08;30.02;29.58;51.51;56.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:47:20;86285.08;86353.76;68.68;30.01;29.59;51.49;56.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:47:50;86294.25;86354.81;60.56;30.03;29.60;51.45;56.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:48:20;86286.49;86352.78;66.29;30.01;29.60;51.40;56.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:48:50;86289.16;86355.55;66.38;30.03;29.62;51.32;55.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:49:20;86283.36;86348.64;65.28;30.00;29.62;51.26;55.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:49:50;86287.23;86352.95;65.72;30.05;29.63;51.21;55.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:50:20;86287.75;86353.21;65.46;30.05;29.63;51.14;55.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:50:50;86288.09;86351.41;63.31;30.05;29.64;51.13;55.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:51:20;86287.39;86348.68;61.29;30.05;29.64;51.21;55.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:51:50;86283.07;86351.06;67.99;30.04;29.63;51.29;55.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:52:20;86279.42;86346.12;66.70;30.05;29.65;51.48;56.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:52:50;86284.47;86348.11;63.64;30.04;29.65;51.51;56.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:53:20;86280.63;86345.26;64.63;30.05;29.65;51.53;56.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:53:50;86278.26;86345.20;66.95;30.06;29.66;51.59;56.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:54:20;86277.97;86344.48;66.51;30.06;29.68;51.70;56.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:54:50;86283.78;86350.03;66.25;30.07;29.68;51.74;56.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:55:20;86278.17;86342.66;64.48;30.04;29.68;51.81;56.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:55:50;86276.33;86343.31;66.98;30.07;29.70;51.89;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:56:20;86274.90;86338.67;63.77;30.06;29.70;52.00;56.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:56:50;86272.97;86347.95;74.98;30.00;29.70;52.03;56.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:57:20;86278.27;86346.34;68.08;30.08;29.72;52.08;56.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:57:50;86284.27;86350.73;66.46;30.09;29.72;52.14;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:58:20;86280.95;86345.36;64.41;30.10;29.73;52.16;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:58:50;86278.16;86343.37;65.21;30.12;29.75;52.26;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:59:20;86273.86;86343.58;69.72;30.11;29.75;52.29;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 10:59:50;86281.27;86348.41;67.14;30.12;29.76;52.46;57.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:0:20;86282.40;86348.88;66.48;30.14;29.78;52.49;57.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:0:50;86279.89;86347.80;67.91;30.15;29.79;52.69;57.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:1:20;86284.17;86345.44;61.27;30.15;29.78;52.51;57.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:1:50;86279.95;86344.39;64.44;30.16;29.79;52.52;57.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:2:20;86279.06;86346.03;66.97;30.15;29.81;52.64;57.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:2:50;86279.11;86344.35;65.24;30.19;29.82;52.54;57.16;

Prototipo;24051100;2024-5-12 11:3:20;86280.03;86343.54;63.51;30.20;29.83;52.46;57.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:3:50;86278.16;86338.69;60.53;30.22;29.85;52.43;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:4:20;86281.73;86345.04;63.30;30.22;29.86;52.42;56.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:4:50;86278.47;86345.02;66.55;30.25;29.87;52.42;56.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:5:20;86274.58;86341.11;66.53;30.25;29.89;52.41;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:5:50;86276.81;86342.17;65.36;30.26;29.90;52.40;56.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:6:20;86275.59;86342.27;66.68;30.28;29.91;52.38;56.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:6:50;86275.55;86343.50;67.95;30.30;29.93;52.33;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:7:20;86267.78;86339.65;71.87;30.31;29.94;52.33;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:7:50;86270.60;86335.30;64.70;30.32;29.95;52.32;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:8:20;86274.06;86341.73;67.67;30.33;29.96;52.33;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:8:50;86268.70;86337.55;68.84;30.34;29.98;52.34;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:9:20;86275.16;86340.25;65.09;30.37;29.99;52.32;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:9:50;86274.16;86340.41;66.24;30.37;30.00;52.33;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:10:20;86270.06;86337.23;67.17;30.37;30.02;52.33;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:10:50;86265.70;86333.69;67.98;30.38;30.02;52.29;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:11:20;86267.34;86335.59;68.25;30.40;30.05;52.35;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:11:50;86265.65;86334.09;68.44;30.43;30.07;52.30;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:12:20;86271.84;86336.10;64.26;30.44;30.08;52.25;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:12:50;86263.94;86332.34;68.41;30.45;30.09;52.20;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:13:20;86262.17;86332.25;70.08;30.47;30.11;52.16;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:13:50;86263.59;86325.41;61.81;30.48;30.13;52.14;56.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:14:20;86261.31;86329.16;67.84;30.50;30.14;52.29;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:14:50;86262.72;86325.78;63.06;30.50;30.15;52.19;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:15:20;86257.02;86324.42;67.41;30.52;30.16;52.12;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:15:50;86268.81;86334.66;65.85;30.53;30.16;52.10;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:16:20;86268.18;86331.27;63.09;30.53;30.17;52.18;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:16:50;86268.39;86330.88;62.48;30.54;30.18;52.12;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:17:20;86267.47;86327.25;59.78;30.56;30.19;52.07;56.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:17:50;86265.71;86332.45;66.74;30.57;30.20;52.05;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:18:20;86270.89;86337.62;66.73;30.59;30.22;52.05;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:18:50;86261.74;86329.69;67.95;30.59;30.23;52.17;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:19:20;86266.94;86329.40;62.46;30.61;30.23;52.12;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:19:50;86266.08;86331.28;65.20;30.61;30.25;52.42;57.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:20:20;86270.48;86335.20;64.72;30.63;30.26;52.22;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:20:50;86266.73;86331.02;64.28;30.63;30.26;52.11;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:21:20;86271.91;86333.76;61.85;30.64;30.27;52.25;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:21:50;86262.22;86329.16;66.94;30.65;30.27;52.12;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:22:20;86261.94;86327.38;65.45;30.66;30.27;52.07;56.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:22:50;86260.77;86326.98;66.22;30.66;30.28;52.03;56.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:23:20;86261.88;86320.61;58.73;30.67;30.29;52.03;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:23:50;86263.09;86324.36;61.27;30.67;30.30;51.92;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:24:20;86260.09;86326.95;66.85;30.69;30.31;51.85;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:24:50;86255.16;86321.11;65.95;30.69;30.32;51.78;56.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:25:20;86261.05;86326.92;65.87;30.70;30.33;51.73;56.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:25:50;86259.41;86327.36;67.95;30.71;30.33;51.70;56.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:26:20;86266.66;86330.97;64.31;30.72;30.34;51.70;56.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:26:50;86264.34;86328.05;63.70;30.74;30.35;51.67;56.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:27:20;86261.68;86327.84;66.16;30.75;30.36;51.63;56.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:27:50;86261.23;86327.46;66.23;30.76;30.38;51.63;56.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:28:20;86260.94;86327.63;66.69;30.77;30.38;51.61;56.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:28:50;86267.18;86329.02;61.84;30.78;30.39;51.52;56.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:29:20;86261.33;86328.17;66.84;30.80;30.41;51.59;56.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:29:50;86265.97;86331.00;65.03;30.81;30.41;51.49;56.15;

Prototipo;24051100;2024-5-12 11:30:20;86263.50;86331.31;67.81;30.82;30.43;51.43;56.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:30:50;86264.56;86330.75;66.19;30.83;30.44;51.41;56.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:31:20;86266.64;86332.12;65.48;30.83;30.45;51.37;55.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:31:50;86266.52;86335.47;68.95;30.84;30.46;51.36;55.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:32:20;86264.28;86333.70;69.42;30.84;30.46;51.31;55.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:32:50;86269.02;86331.37;62.34;30.86;30.47;51.29;55.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:33:20;86267.31;86332.95;65.63;30.86;30.47;51.43;56.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:33:50;86267.16;86332.04;64.87;30.87;30.48;51.26;55.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:34:20;86264.38;86330.45;66.08;30.88;30.49;51.29;56.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:34:50;86261.05;86330.50;69.45;30.90;30.50;51.21;56.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:35:20;86262.50;86333.69;71.19;30.91;30.52;51.01;55.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:35:50;86265.41;86332.37;66.95;30.92;30.53;50.98;55.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:36:20;86260.10;86329.24;69.14;30.94;30.54;50.92;55.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:36:50;86257.42;86328.17;70.75;30.94;30.54;50.78;55.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:37:20;86264.10;86333.89;69.79;30.95;30.57;50.61;55.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:37:50;86264.45;86332.36;67.91;30.95;30.58;50.48;55.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:38:20;86256.97;86325.59;68.62;30.98;30.60;50.42;55.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:38:50;86256.53;86325.63;69.09;30.99;30.61;50.39;55.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:39:20;86258.45;86324.63;66.19;31.00;30.62;50.31;54.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:39:50;86258.67;86323.38;64.70;31.01;30.64;50.21;54.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:40:20;86253.31;86323.06;69.75;31.03;30.66;50.17;54.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:40:50;86246.45;86318.23;71.78;31.05;30.67;50.21;54.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:41:20;86252.20;86321.27;69.07;31.07;30.68;50.12;54.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:41:50;86248.67;86318.19;69.52;31.07;30.69;50.13;54.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:42:20;86246.86;86316.20;69.34;31.09;30.71;50.16;54.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:42:50;86249.00;86317.08;68.08;31.10;30.71;50.14;54.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:43:20;86246.01;86316.48;70.48;31.12;30.72;50.20;54.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:43:50;86248.91;86317.11;68.20;31.12;30.73;50.24;54.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:44:20;86246.34;86315.84;69.51;31.11;30.71;50.23;54.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:44:50;86248.63;86320.36;71.73;31.12;30.74;50.21;54.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:45:20;86251.07;86322.07;71.00;31.13;30.74;50.21;54.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:45:50;86241.72;86316.08;74.36;31.14;30.73;50.15;54.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:46:20;86244.30;86312.50;68.20;31.14;30.72;50.12;54.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:46:50;86245.67;86313.44;67.77;31.14;30.74;50.13;54.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:47:20;86248.88;86318.57;69.69;31.14;30.74;50.10;54.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:47:50;86246.54;86315.77;69.23;31.15;30.74;50.09;54.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:48:20;86245.50;86313.63;68.12;31.14;30.75;50.07;54.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:48:50;86246.97;86310.89;63.92;31.16;30.76;50.08;54.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:49:20;86245.55;86308.77;63.22;31.15;30.75;50.04;54.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:49:50;86243.64;86310.26;66.62;31.15;30.75;50.03;54.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:50:20;86243.84;86308.72;64.87;31.15;30.75;50.01;54.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:50:50;86239.53;86304.91;65.37;31.14;30.75;50.02;54.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:51:20;86243.42;86315.67;72.25;31.17;30.77;50.04;54.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:51:50;86239.97;86313.98;74.02;31.16;30.77;50.05;54.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:52:20;86243.20;86308.69;65.49;31.19;30.78;50.03;54.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:52:50;86242.05;86308.11;66.06;31.19;30.79;50.02;54.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:53:20;86239.20;86300.66;61.45;31.20;30.79;50.02;54.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:53:50;86237.52;86303.12;65.60;31.21;30.81;50.05;54.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:54:20;86235.78;86302.56;66.78;31.20;30.82;50.05;54.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:54:50;86234.66;86300.62;65.96;31.21;30.83;50.07;54.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:55:20;86235.98;86295.88;59.90;31.23;30.82;50.12;54.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:55:50;86236.17;86296.68;60.51;31.24;30.83;50.08;54.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:56:20;86235.57;86298.34;62.77;31.25;30.84;50.13;54.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:56:50;86236.91;86300.56;63.65;31.25;30.85;50.39;55.15;

Prototipo;24051100;2024-5-12 11:57:20;86240.77;86303.66;62.89;31.26;30.84;50.22;54.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:57:50;86238.23;86304.89;66.66;31.24;30.83;50.07;54.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:58:20;86234.17;86299.98;65.81;31.22;30.82;49.99;54.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:58:50;86238.39;86306.42;68.03;31.21;30.80;49.81;54.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:59:20;86235.05;86300.42;65.37;31.19;30.77;49.66;54.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 11:59:50;86231.83;86299.09;67.27;31.17;30.75;49.62;54.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:0:20;86232.92;86300.16;67.23;31.12;30.71;49.50;54.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:0:50;86231.00;86300.33;69.33;31.11;30.68;49.43;54.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:1:20;86233.08;86302.49;69.41;31.09;30.66;49.43;54.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:1:50;86232.20;86300.79;68.59;31.06;30.62;49.38;53.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:2:20;86230.59;86300.22;69.63;31.01;30.61;49.29;53.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:2:50;86234.19;86303.59;69.40;31.02;30.58;49.21;53.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:3:20;86228.27;86304.65;76.37;31.00;30.57;49.22;53.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:3:50;86234.56;86301.41;66.84;30.99;30.56;49.31;53.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:4:20;86228.58;86302.71;74.13;30.96;30.55;49.42;54.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:4:50;86230.08;86300.73;70.66;30.96;30.53;49.47;54.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:5:20;86231.83;86304.53;72.70;30.94;30.52;49.49;54.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:5:50;86231.11;86299.98;68.87;30.93;30.50;49.54;54.18;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:6:20;86226.52;86294.98;68.46;30.90;30.48;49.54;54.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:6:50;86225.47;86294.84;69.37;30.90;30.47;49.61;54.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:7:20;86236.09;86304.72;68.62;30.88;30.45;49.60;54.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:7:50;86233.73;86302.57;68.84;30.86;30.43;49.67;54.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:8:20;86227.09;86299.81;72.72;30.83;30.41;49.80;54.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:8:50;86229.69;86302.28;72.59;30.83;30.40;49.85;54.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:9:20;86232.95;86299.73;66.78;30.81;30.39;49.92;54.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:9:50;86228.86;86299.00;70.14;30.81;30.37;49.95;54.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:10:20;86228.48;86295.44;66.95;30.81;30.37;49.93;54.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:10:50;86229.55;86296.52;66.98;30.78;30.35;49.97;54.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:11:20;86228.35;86296.98;68.63;30.75;30.34;50.03;54.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:11:50;86225.61;86294.84;69.23;30.75;30.32;50.01;54.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:12:20;86228.58;86292.34;63.76;30.73;30.31;50.01;54.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:12:50;86226.53;86293.35;66.82;30.71;30.30;49.88;54.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:13:20;86230.67;86299.50;68.83;30.72;30.30;49.87;54.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:13:50;86233.02;86297.78;64.76;30.71;30.30;49.76;54.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:14:20;86230.59;86296.07;65.48;30.70;30.29;49.64;54.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:14:50;86230.19;86296.23;66.05;30.70;30.29;49.44;54.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:15:20;86227.00;86292.88;65.88;30.67;30.26;49.54;54.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:15:50;86227.22;86296.03;68.81;30.66;30.26;49.60;54.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:16:20;86225.97;86294.38;68.41;30.65;30.24;49.67;54.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:16:50;86223.11;86292.27;69.16;30.62;30.25;49.74;54.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:17:20;86222.82;86291.72;68.90;30.60;30.23;49.82;54.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:17:50;86218.75;86289.81;71.06;30.61;30.23;49.94;54.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:18:20;86219.90;86288.81;68.91;30.60;30.23;50.00;54.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:18:50;86223.67;86289.40;65.73;30.60;30.23;50.06;54.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:19:20;86219.43;86287.53;68.10;30.61;30.23;50.11;54.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:19:50;86217.87;86288.42;70.55;30.60;30.22;50.16;54.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:20:20;86220.56;86295.05;74.49;30.60;30.22;50.19;54.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:20:50;86224.78;86291.43;66.65;30.59;30.21;50.22;54.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:21:20;86225.80;86292.42;66.62;30.59;30.21;50.22;54.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:21:50;86221.72;86292.88;71.16;30.56;30.20;50.27;54.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:22:20;86221.95;86289.83;67.87;30.57;30.19;50.23;54.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:22:50;86224.61;86290.03;65.42;30.56;30.19;50.28;54.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:23:20;86221.69;86287.34;65.65;30.58;30.19;50.29;54.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:23:50;86218.59;86285.34;66.75;30.58;30.19;50.30;54.89;

Prototipo;24051100;2024-5-12 12:24:20;86218.77;86287.92;69.16;30.58;30.19;50.33;54.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:24:50;86218.58;86287.09;68.52;30.58;30.19;50.49;55.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:25:20;86217.52;86283.39;65.87;30.57;30.18;50.57;55.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:25:50;86215.34;86281.47;66.12;30.55;30.17;50.46;55.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:26:20;86210.81;86280.71;69.90;30.53;30.17;50.39;54.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:26:50;86213.55;86280.00;66.45;30.53;30.17;50.26;54.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:27:20;86209.14;86280.14;71.00;30.54;30.17;50.21;54.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:27:50;86211.11;86280.13;69.02;30.55;30.16;50.19;54.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:28:20;86211.94;86282.53;70.59;30.55;30.17;50.24;54.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:28:50;86210.58;86280.71;70.13;30.55;30.17;50.25;54.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:29:20;86209.22;86276.41;67.19;30.55;30.17;50.32;54.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:29:50;86206.68;86275.83;69.15;30.55;30.17;50.52;55.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:30:20;86205.60;86269.21;63.61;30.54;30.18;50.64;55.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:30:50;86199.39;86270.42;71.03;30.53;30.18;50.76;55.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:31:20;86205.69;86271.80;66.12;30.53;30.17;50.83;55.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:31:50;86205.86;86274.45;68.59;30.53;30.17;50.94;55.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:32:20;86204.50;86270.63;66.13;30.53;30.16;51.04;55.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:32:50;86204.61;86269.96;65.35;30.52;30.15;51.11;55.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:33:20;86198.05;86270.34;72.29;30.50;30.15;51.17;55.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:33:50;86197.09;86265.50;68.41;30.49;30.14;51.16;55.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:34:20;86187.55;86256.30;68.74;30.48;30.14;51.30;55.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:34:50;86194.12;86259.50;65.37;30.47;30.12;51.39;55.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:35:20;86194.17;86258.45;64.28;30.48;30.12;51.60;56.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:35:50;86191.71;86259.41;67.70;30.47;30.11;51.69;56.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:36:20;86194.03;86263.47;69.44;30.46;30.11;51.71;56.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:36:50;86191.63;86258.78;67.16;30.46;30.11;51.82;56.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:37:20;86187.98;86254.48;66.50;30.44;30.10;51.86;56.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:37:50;86184.55;86253.78;69.23;30.44;30.09;51.97;56.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:38:20;86180.71;86249.97;69.26;30.42;30.06;52.03;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:38:50;86182.22;86251.62;69.40;30.42;30.08;52.14;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:39:20;86180.98;86252.07;71.09;30.41;30.08;52.23;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:39:50;86181.25;86247.59;66.34;30.43;30.08;52.33;56.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:40:20;86175.61;86244.78;69.17;30.42;30.08;52.38;56.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:40:50;86176.44;86243.03;66.59;30.42;30.07;52.42;56.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:41:20;86175.91;86244.47;68.55;30.42;30.07;52.46;57.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:41:50;86181.19;86246.30;65.11;30.42;30.07;52.50;57.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:42:20;86175.42;86244.33;68.91;30.39;30.06;52.54;57.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:42:50;86174.58;86241.72;67.14;30.39;30.06;52.58;57.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:43:20;86176.43;86245.38;68.95;30.39;30.06;52.64;57.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:43:50;86173.50;86243.00;69.50;30.38;30.05;52.65;57.18;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:44:20;86168.94;86239.14;70.20;30.39;30.05;52.64;57.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:44:50;86165.53;86234.27;68.74;30.39;30.04;52.67;57.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:45:20;86163.84;86235.83;71.98;30.39;30.05;52.77;57.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:45:50;86162.30;86229.38;67.08;30.39;30.04;52.75;57.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:46:20;86160.75;86231.39;70.64;30.39;30.05;52.79;57.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:46:50;86159.20;86233.76;74.55;30.38;30.05;52.78;57.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:47:20;86157.33;86229.63;72.30;30.38;30.04;52.75;57.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:47:50;86163.98;86234.95;70.97;30.39;30.05;52.80;57.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:48:20;86155.13;86227.48;72.34;30.39;30.04;52.86;57.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:48:50;86156.70;86230.24;73.54;30.39;30.06;52.87;57.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:49:20;86160.22;86229.44;69.22;30.41;30.07;52.90;57.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:49:50;86158.32;86231.62;73.30;30.43;30.10;52.88;57.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:50:20;86157.56;86233.22;75.66;30.45;30.11;52.85;57.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:50:50;86156.71;86226.09;69.37;30.48;30.13;52.83;57.37;

Prototipo;24051100;2024-5-12 12:51:20;86150.99;86224.09;73.09;30.49;30.15;52.79;57.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:51:50;86151.52;86221.23;69.72;30.49;30.16;52.76;57.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:52:20;86151.30;86225.78;74.48;30.54;30.21;52.73;57.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:52:50;86152.06;86223.05;70.98;30.56;30.23;52.68;57.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:53:20;86156.49;86222.84;66.35;30.61;30.27;52.64;57.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:53:50;86154.86;86221.37;66.52;30.65;30.31;52.54;57.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:54:20;86152.91;86218.43;65.52;30.70;30.34;52.49;57.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:54:50;86152.47;86221.72;69.25;30.73;30.39;52.42;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:55:20;86156.05;86223.07;67.02;30.77;30.44;52.37;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:55:50;86152.02;86224.91;72.89;30.80;30.48;52.39;56.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:56:20;86155.86;86223.94;68.08;30.82;30.50;52.22;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:56:50;86151.68;86221.49;69.81;30.83;30.50;51.95;56.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:57:20;86152.43;86223.80;71.37;30.84;30.52;51.69;56.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:57:50;86151.89;86223.77;71.87;30.87;30.53;51.50;55.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:58:20;86154.88;86226.86;71.98;30.88;30.54;51.35;55.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:58:50;86155.56;86221.72;66.16;30.88;30.54;51.23;55.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:59:20;86155.56;86225.48;69.92;30.88;30.53;51.09;55.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 12:59:50;86154.45;86225.04;70.59;30.90;30.55;50.94;55.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:0:20;86153.48;86221.81;68.34;30.91;30.55;50.76;55.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:0:50;86153.19;86226.05;72.86;30.92;30.56;50.60;55.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:1:20;86147.30;86220.59;73.29;30.92;30.56;50.58;55.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:1:50;86143.87;86220.63;76.75;30.92;30.56;50.47;55.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:2:20;86151.83;86221.92;70.09;30.92;30.57;50.12;54.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:2:50;86150.84;86224.33;73.48;30.95;30.57;49.97;54.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:3:20;86152.92;86222.17;69.25;30.96;30.57;49.98;54.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:3:50;86150.41;86217.73;67.33;30.96;30.58;49.86;54.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:4:20;86146.45;86216.70;70.25;30.96;30.58;49.61;54.18;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:4:50;86142.37;86215.77;73.41;30.96;30.59;49.33;53.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:5:20;86143.23;86218.80;75.57;30.96;30.59;49.18;53.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:5:50;86142.41;86215.55;73.14;30.96;30.58;48.90;53.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:6:20;86145.76;86218.55;72.79;30.95;30.59;48.82;53.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:6:50;86145.58;86215.50;69.92;30.95;30.58;48.76;53.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:7:20;86144.72;86213.97;69.25;30.95;30.58;48.74;53.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:7:50;86140.77;86214.80;74.03;30.94;30.58;48.80;53.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:8:20;86140.81;86216.21;75.40;30.95;30.58;48.89;53.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:8:50;86142.86;86214.51;71.65;30.95;30.58;49.00;53.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:9:20;86139.60;86208.88;69.27;30.95;30.58;49.07;53.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:9:50;86138.10;86211.89;73.79;30.92;30.57;49.23;53.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:10:20;86139.30;86210.41;71.11;30.96;30.58;49.34;53.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:10:50;86143.40;86211.06;67.66;30.96;30.58;49.47;54.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:11:20;86140.01;86211.83;71.82;30.96;30.59;49.55;54.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:11:50;86137.66;86206.91;69.24;30.97;30.59;49.73;54.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:12:20;86135.27;86205.66;70.39;30.97;30.60;49.84;54.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:12:50;86138.17;86207.94;69.77;30.97;30.60;49.96;54.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:13:20;86137.82;86206.23;68.41;30.97;30.59;50.05;54.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:13:50;86134.56;86208.94;74.37;30.96;30.60;50.20;54.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:14:20;86137.11;86206.82;69.71;30.96;30.60;50.34;54.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:14:50;86134.81;86209.31;74.50;30.97;30.61;50.46;55.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:15:20;86142.53;86211.91;69.37;30.98;30.62;50.56;55.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:15:50;86137.09;86209.70;72.61;30.98;30.61;50.73;55.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:16:20;86135.73;86205.56;69.84;30.98;30.62;50.79;55.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:16:50;86137.87;86205.91;68.04;31.00;30.62;50.84;55.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:17:20;86135.66;86203.75;68.09;31.00;30.63;50.85;55.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:17:50;86137.89;86210.29;72.40;31.01;30.65;50.86;55.45;

Prototipo;24051100;2024-5-12 13:18:20;86134.68;86203.73;69.05;31.01;30.64;50.79;55.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:18:50;86135.52;86208.21;72.70;31.01;30.64;50.76;55.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:19:20;86135.22;86210.16;74.95;31.02;30.65;50.75;55.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:19:50;86136.14;86209.14;73.00;31.03;30.66;50.74;55.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:20:20;86136.03;86206.81;70.78;31.04;30.66;50.79;55.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:20:50;86134.16;86204.47;70.31;31.04;30.67;50.84;55.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:21:20;86133.61;86206.63;73.02;31.03;30.67;50.92;55.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:21:50;86132.98;86202.14;69.16;31.04;30.67;51.04;55.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:22:20;86128.55;86196.64;68.09;31.04;30.68;51.26;55.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:22:50;86128.07;86195.31;67.24;31.05;30.68;51.40;55.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:23:20;86133.66;86199.66;66.00;31.04;30.68;51.48;56.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:23:50;86132.62;86199.16;66.54;31.04;30.67;51.60;56.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:24:20;86126.30;86197.30;71.00;31.03;30.68;51.73;56.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:24:50;86126.36;86198.34;71.98;31.04;30.68;51.75;56.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:25:20;86126.03;86198.75;72.72;31.05;30.67;51.79;56.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:25:50;86127.41;86196.27;68.85;31.05;30.67;51.80;56.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:26:20;86126.38;86198.45;72.08;31.05;30.68;51.83;56.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:26:50;86126.70;86191.45;64.75;31.05;30.67;51.81;56.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:27:20;86125.00;86193.96;68.96;31.05;30.69;51.81;56.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:27:50;86121.28;86188.55;67.27;31.05;30.68;51.84;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:28:20;86122.73;86187.80;65.07;31.07;30.68;51.84;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:28:50;86117.42;86186.16;68.73;31.06;30.69;51.84;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:29:20;86125.92;86191.53;65.61;31.06;30.68;51.84;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:29:50;86120.77;86189.55;68.77;31.05;30.68;51.85;56.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:30:20;86121.05;86188.72;67.67;31.04;30.68;51.88;56.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:30:50;86119.50;86189.20;69.70;31.04;30.67;51.90;56.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:31:20;86118.24;86189.12;70.87;31.02;30.66;51.92;56.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:31:50;86115.30;86183.63;68.33;31.01;30.65;51.99;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:32:20;86114.67;86184.03;69.36;31.00;30.65;52.04;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:32:50;86114.67;86183.53;68.86;31.00;30.64;52.11;56.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:33:20;86119.18;86187.11;67.93;30.98;30.62;52.14;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:33:50;86117.62;86183.83;66.20;30.97;30.61;52.13;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:34:20;86114.62;86181.77;67.16;30.96;30.60;52.18;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:34:50;86114.44;86180.90;66.46;30.96;30.60;52.29;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:35:20;86115.26;86184.25;68.99;30.95;30.59;52.32;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:35:50;86114.83;86181.61;66.78;30.93;30.57;52.19;56.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:36:20;86111.21;86181.33;70.12;30.93;30.57;52.23;56.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:36:50;86116.05;86184.67;68.62;30.91;30.56;52.21;56.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:37:20;86111.77;86181.50;69.73;30.91;30.55;52.28;56.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:37:50;86109.02;86181.38;72.36;30.90;30.54;52.36;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:38:20;86109.14;86180.79;71.65;30.89;30.54;52.41;57.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:38:50;86111.64;86180.31;68.67;30.88;30.53;52.40;57.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:39:20;86110.75;86179.44;68.69;30.87;30.52;52.33;56.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:39:50;86107.92;86177.64;69.72;30.86;30.51;52.26;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:40:20;86111.79;86181.31;69.52;30.85;30.50;52.33;56.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:40:50;86120.91;86188.86;67.95;30.84;30.49;52.40;56.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:41:20;86121.80;86189.67;67.87;30.84;30.48;52.51;57.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:41:50;86121.63;86191.85;70.22;30.82;30.47;52.55;57.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:42:20;86121.27;86190.94;69.67;30.81;30.47;52.63;57.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:42:50;86122.55;86195.16;72.61;30.80;30.46;52.70;57.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:43:20;86123.80;86194.59;70.80;30.78;30.45;52.74;57.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:43:50;86121.80;86196.63;74.84;30.79;30.45;52.81;57.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:44:20;86121.73;86194.13;72.40;30.77;30.44;52.87;57.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:44:50;86125.05;86195.00;69.95;30.76;30.43;52.92;57.46;

Prototipo;24051100;2024-5-12 13:45:20;86123.18;86193.81;70.63;30.76;30.42;52.97;57.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:45:50;86118.84;86191.41;72.56;30.75;30.42;53.04;57.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:46:20;86119.89;86192.33;72.44;30.72;30.39;53.17;57.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:46:50;86114.69;86182.94;68.25;30.71;30.35;53.17;57.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:47:20;86123.91;86195.19;71.27;30.71;30.39;53.19;57.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:47:50;86126.09;86196.92;70.83;30.71;30.39;53.20;57.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:48:20;86127.77;86198.77;71.00;30.70;30.38;53.19;57.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:48:50;86125.47;86195.11;69.64;30.69;30.37;53.22;57.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:49:20;86124.02;86196.48;72.46;30.67;30.36;53.24;57.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:49:50;86126.71;86197.53;70.82;30.67;30.35;53.39;57.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:50:20;86128.37;86198.87;70.49;30.67;30.34;53.47;57.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:50:50;86132.41;86203.25;70.84;30.66;30.34;53.52;58.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:51:20;86130.56;86199.27;68.71;30.66;30.34;53.55;58.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:51:50;86130.06;86201.80;71.74;30.66;30.34;53.60;58.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:52:20;86134.94;86202.96;68.02;30.68;30.35;53.65;58.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:52:50;86137.11;86206.67;69.56;30.70;30.36;53.63;58.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:53:20;86133.89;86203.02;69.12;30.73;30.38;53.59;58.14;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:53:50;86135.64;86204.96;69.32;30.77;30.41;53.59;58.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:54:20;86129.33;86197.04;67.71;30.79;30.45;53.56;58.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:54:50;86126.53;86198.69;72.16;30.84;30.47;53.45;58.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:55:20;86134.41;86203.88;69.46;30.87;30.50;53.29;57.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:55:50;86127.03;86198.33;71.30;30.92;30.54;53.18;57.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:56:20;86127.94;86197.28;69.34;30.97;30.56;53.18;57.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:56:50;86123.42;86197.48;74.06;31.01;30.60;52.96;57.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:57:20;86125.55;86194.62;69.08;31.05;30.62;52.80;57.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:57:50;86128.08;86189.06;60.98;31.11;30.66;52.64;57.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:58:20;86128.80;86192.39;63.59;31.14;30.69;52.50;57.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:58:50;86124.00;86189.03;65.03;31.17;30.73;52.37;57.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:59:20;86122.34;86193.50;71.16;31.21;30.76;52.35;57.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 13:59:50;86129.47;86193.36;63.89;31.23;30.78;52.22;57.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:0:20;86131.61;86201.90;70.29;31.25;30.81;52.15;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:0:50;86131.42;86195.08;63.66;31.27;30.83;52.08;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:1:20;86127.44;86195.61;68.17;31.29;30.85;52.00;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:1:50;86134.18;86200.84;66.66;31.31;30.87;51.89;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:2:20;86130.91;86198.01;67.10;31.33;30.89;51.89;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:2:50;86129.48;86197.56;68.09;31.35;30.91;51.94;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:3:20;86131.58;86201.23;69.66;31.36;30.92;51.95;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:3:50;86139.48;86203.07;63.59;31.37;30.93;51.86;56.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:4:20;86136.34;86203.84;67.50;31.38;30.95;51.76;56.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:4:50;86131.50;86203.52;72.02;31.40;30.96;51.75;56.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:5:20;86141.30;86208.48;67.19;31.42;30.98;51.73;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:5:50;86137.14;86201.99;64.85;31.44;31.00;51.70;56.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:6:20;86133.64;86198.77;65.12;31.45;31.02;51.68;56.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:6:50;86127.25;86199.33;72.08;31.43;31.04;51.63;56.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:7:20;86134.66;86200.14;65.48;31.48;31.05;51.68;56.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:7:50;86137.17;86199.36;62.19;31.50;31.06;51.64;56.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:8:20;86128.05;86195.23;67.19;31.52;31.09;51.78;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:8:50;86130.02;86195.70;65.68;31.53;31.09;51.59;56.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:9:20;86132.66;86195.42;62.77;31.55;31.10;51.57;56.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:9:50;86133.02;86194.61;61.59;31.55;31.12;51.49;56.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:10:20;86131.22;86198.41;67.19;31.57;31.13;51.47;56.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:10:50;86126.61;86194.47;67.86;31.57;31.14;51.54;56.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:11:20;86128.72;86189.41;60.69;31.58;31.15;51.58;56.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:11:50;86126.73;86191.42;64.69;31.59;31.16;51.63;56.50;

Prototipo;24051100;2024-5-12 14:12:20;86128.30;86194.45;66.16;31.59;31.16;51.61;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:12:50;86129.22;86189.18;59.96;31.60;31.16;51.73;56.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:13:20;86123.34;86190.87;67.53;31.56;31.12;51.66;56.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:13:50;86129.89;86191.17;61.28;31.60;31.17;51.74;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:14:20;86120.44;86185.20;64.77;31.56;31.13;51.70;56.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:14:50;86117.84;86177.73;59.88;31.52;31.09;51.76;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:15:20;86125.98;86189.10;63.13;31.60;31.17;51.69;56.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:15:50;86126.45;86176.19;49.73;31.57;31.09;51.68;56.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:16:20;86123.70;86185.98;62.27;31.56;31.15;51.71;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:16:50;86130.28;86189.35;59.07;31.61;31.17;51.67;56.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:17:20;86127.41;86186.16;58.75;31.62;31.17;51.70;56.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:17:50;86128.95;86191.19;62.23;31.62;31.18;51.78;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:18:20;86117.34;86181.73;64.39;31.55;31.11;51.75;56.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:18:50;86123.91;86186.86;62.95;31.60;31.16;51.73;56.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:19:20;86124.56;86190.45;65.89;31.59;31.19;51.85;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:19:50;86129.45;86192.45;63.00;31.64;31.19;51.70;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:20:20;86130.64;86192.16;61.52;31.64;31.19;51.78;56.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:20:50;86133.91;86197.47;63.56;31.65;31.19;51.79;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:21:20;86130.29;86191.87;61.58;31.64;31.20;51.81;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:21:50;86125.00;86190.42;65.42;31.61;31.16;51.81;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:22:20;86134.12;86194.73;60.62;31.66;31.20;51.84;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:22:50;86131.67;86190.91;59.24;31.65;31.20;51.83;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:23:20;86131.40;86189.87;58.48;31.66;31.20;51.84;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:23:50;86133.27;86192.09;58.83;31.66;31.20;51.92;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:24:20;86131.77;86193.72;61.95;31.67;31.21;51.80;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:24:50;86129.34;86191.00;61.66;31.69;31.23;51.73;56.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:25:20;86127.54;86195.45;67.91;31.70;31.24;51.96;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:25:50;86129.45;86193.75;64.30;31.71;31.25;52.03;57.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:26:20;86130.16;86194.64;64.48;31.71;31.26;52.02;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:26:50;86136.98;86199.58;62.59;31.71;31.25;51.90;56.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:27:20;86133.44;86196.03;62.59;31.69;31.24;51.93;56.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:27:50;86129.70;86191.29;61.59;31.69;31.23;51.84;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:28:20;86135.36;86191.31;55.95;31.67;31.21;51.83;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:28:50;86126.72;86189.14;62.42;31.64;31.20;51.78;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:29:20;86128.57;86186.72;58.15;31.64;31.20;51.94;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:29:50;86132.34;86190.78;58.44;31.64;31.19;52.00;56.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:30:20;86128.41;86189.29;60.88;31.64;31.19;51.97;56.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:30:50;86129.83;86193.98;64.16;31.65;31.19;52.00;57.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:31:20;86129.20;86191.42;62.23;31.66;31.20;52.01;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:31:50;86127.76;86188.75;60.99;31.65;31.20;51.89;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:32:20;86129.86;86190.63;60.77;31.66;31.19;51.84;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:32:50;86133.95;86192.72;58.77;31.66;31.21;52.01;57.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:33:20;86122.53;86186.24;63.71;31.66;31.21;51.97;56.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:33:50;86130.94;86192.72;61.78;31.67;31.22;52.03;56.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:34:20;86132.14;86187.08;54.94;31.67;31.21;52.02;56.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:34:50;86123.63;86188.20;64.58;31.67;31.22;52.04;57.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:35:20;86128.42;86188.19;59.77;31.68;31.21;51.94;56.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:35:50;86131.23;86188.81;57.59;31.69;31.21;51.98;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:36:20;86126.26;86185.88;59.62;31.68;31.22;51.92;56.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:36:50;86121.14;86185.25;64.11;31.68;31.22;51.85;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:37:20;86119.67;86183.84;64.17;31.70;31.22;51.83;56.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:37:50;86118.44;86182.75;64.31;31.69;31.21;51.81;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:38:20;86120.31;86184.63;64.31;31.69;31.21;51.73;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:38:50;86123.74;86187.41;63.66;31.66;31.21;51.67;56.57;

Prototipo;24051100;2024-5-12 14:39:20;86129.55;86188.61;59.06;31.67;31.20;51.73;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:39:50;86125.23;86187.30;62.07;31.65;31.19;51.71;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:40:20;86125.15;86192.08;66.93;31.64;31.20;51.87;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:40:50;86126.95;86190.16;63.21;31.66;31.19;51.92;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:41:20;86122.31;86193.23;70.92;31.65;31.19;51.94;56.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:41:50;86123.09;86182.31;59.23;31.67;31.18;51.88;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:42:20;86122.44;86186.43;63.99;31.68;31.20;51.93;56.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:42:50;86116.50;86185.33;68.83;31.68;31.20;51.86;56.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:43:20;86120.98;86184.67;63.69;31.69;31.21;51.74;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:43:50;86122.28;86184.69;62.41;31.71;31.23;51.67;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:44:20;86123.41;86186.39;62.98;31.73;31.24;51.75;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:44:50;86123.06;86181.53;58.47;31.73;31.24;51.58;56.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:45:20;86121.49;86184.36;62.87;31.72;31.24;51.59;56.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:45:50;86118.54;86181.78;63.24;31.71;31.23;51.64;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:46:20;86120.59;86180.91;60.31;31.71;31.23;51.58;56.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:46:50;86117.00;86177.03;60.03;31.71;31.22;51.73;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:47:20;86114.22;86177.02;62.80;31.70;31.23;51.61;56.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:47:50;86114.92;86176.76;61.84;31.70;31.23;51.65;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:48:20;86115.25;86177.66;62.41;31.70;31.22;51.82;56.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:48:50;86113.50;86173.21;59.71;31.69;31.21;51.66;56.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:49:20;86112.91;86172.66;59.76;31.68;31.20;51.62;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:49:50;86114.41;86174.97;60.56;31.67;31.20;51.96;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:50:20;86111.89;86179.28;67.39;31.65;31.19;52.01;57.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:50:50;86113.22;86174.75;61.53;31.64;31.18;52.04;57.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:51:20;86111.85;86174.34;62.49;31.64;31.18;52.11;57.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:51:50;86113.23;86173.30;60.08;31.64;31.18;51.87;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:52:20;86110.00;86173.72;63.72;31.64;31.18;51.90;56.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:52:50;86115.13;86176.75;61.63;31.64;31.19;51.82;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:53:20;86106.83;86170.91;64.08;31.65;31.19;51.80;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:53:50;86107.66;86169.61;61.95;31.65;31.19;51.72;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:54:20;86109.47;86167.79;58.32;31.64;31.19;51.61;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:54:50;86109.11;86167.45;58.34;31.63;31.18;51.56;56.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:55:20;86105.36;86167.22;61.86;31.61;31.16;51.53;56.38;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:55:50;86100.02;86167.11;67.09;31.57;31.14;51.53;56.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:56:20;86103.67;86166.38;62.70;31.55;31.11;51.53;56.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:56:50;86103.67;86164.61;60.94;31.52;31.08;51.73;56.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:57:20;86100.17;86163.03;62.86;31.50;31.08;51.73;56.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:57:50;86100.20;86162.32;62.13;31.50;31.07;51.79;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:58:20;86102.38;86164.88;62.49;31.50;31.07;51.76;56.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:58:50;86103.36;86163.42;60.06;31.49;31.06;51.80;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:59:20;86099.96;86164.67;64.71;31.49;31.06;51.90;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 14:59:50;86104.25;86163.59;59.34;31.50;31.06;51.83;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:0:20;86102.16;86161.63;59.46;31.49;31.05;51.81;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:0:50;86102.24;86164.52;62.27;31.48;31.04;51.87;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:1:20;86102.41;86161.98;59.57;31.48;31.03;51.84;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:1:50;86107.50;86160.94;53.44;31.47;31.03;51.87;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:2:20;86104.78;86165.52;60.74;31.44;31.01;51.94;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:2:50;86100.75;86162.33;61.58;31.42;31.00;51.91;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:3:20;86100.80;86162.59;61.79;31.43;31.00;51.89;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:3:50;86097.48;86159.94;62.46;31.42;31.00;51.96;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:4:20;86098.78;86163.05;64.27;31.40;30.99;51.99;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:4:50;86100.44;86159.45;59.01;31.39;31.00;52.07;56.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:5:20;86099.59;86165.21;65.62;31.39;30.99;52.01;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:5:50;86100.06;86162.18;62.12;31.39;30.99;51.98;56.75;

Prototipo;24051100;2024-5-12 15:6:20;86102.77;86161.84;59.07;31.38;30.99;52.05;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:6:50;86097.11;86160.94;63.83;31.38;31.00;52.10;57.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:7:20;86099.17;86158.70;59.52;31.38;30.99;51.99;56.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:7:50;86102.06;86162.80;60.73;31.38;30.99;51.96;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:8:20;86098.38;86163.01;64.62;31.36;30.99;52.01;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:8:50;86097.08;86160.97;63.89;31.34;30.98;52.10;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:9:20;86097.51;86163.27;65.76;31.33;30.95;52.39;57.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:9:50;86096.97;86164.39;67.42;31.29;30.92;52.77;57.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:10:20;86100.99;86162.38;61.38;31.26;30.89;52.91;57.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:10:50;86098.69;86159.15;60.46;31.24;30.86;52.69;57.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:11:20;86099.05;86162.22;63.17;31.21;30.83;52.76;57.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:11:50;86102.11;86167.95;65.84;31.18;30.79;53.19;57.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:12:20;86099.47;86166.11;66.64;31.14;30.74;52.81;57.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:12:50;86096.85;86164.61;67.76;31.10;30.71;53.45;58.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:13:20;86100.19;86166.48;66.29;31.06;30.67;53.30;58.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:13:50;86100.80;86166.61;65.80;31.01;30.64;53.45;58.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:14:20;86100.11;86168.59;68.48;30.98;30.60;53.74;58.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:14:50;86097.81;86163.56;65.75;30.97;30.59;53.99;58.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:15:20;86098.56;86164.58;66.02;30.95;30.57;53.82;58.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:15:50;86096.30;86169.02;72.72;30.91;30.54;53.70;58.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:16:20;86095.75;86165.17;69.42;30.91;30.52;53.63;58.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:16:50;86098.80;86163.61;64.81;30.93;30.50;54.13;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:17:20;86100.50;86166.28;65.78;30.90;30.48;53.73;58.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:17:50;86098.52;86166.36;67.84;30.85;30.45;53.71;58.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:18:20;86105.13;86175.02;69.90;30.79;30.41;53.89;58.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:18:50;86113.63;86184.40;70.77;30.76;30.38;54.36;59.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:19:20;86111.91;86181.11;69.20;30.75;30.37;54.39;59.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:19:50;86114.47;86180.30;65.83;30.76;30.35;54.18;58.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:20:20;86116.73;86180.84;64.12;30.77;30.36;54.06;58.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:20:50;86118.94;86185.27;66.33;30.77;30.35;53.96;58.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:21:20;86119.73;86186.30;66.57;30.75;30.35;54.15;58.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:21:50;86117.33;86190.90;73.57;30.75;30.33;54.11;58.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:22:20;86119.16;86189.09;69.93;30.74;30.31;54.19;58.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:22:50;86117.42;86189.22;71.80;30.71;30.29;54.64;59.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:23:20;86115.17;86192.19;77.02;30.68;30.28;54.57;59.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:23:50;86123.53;86192.82;69.29;30.65;30.26;54.37;59.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:24:20;86123.23;86193.33;70.09;30.63;30.24;54.39;59.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:24:50;86118.23;86190.03;71.80;30.59;30.22;54.14;58.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:25:20;86119.55;86191.80;72.26;30.58;30.19;54.13;58.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:25:50;86123.28;86189.66;66.37;30.55;30.16;54.24;59.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:26:20;86123.70;86193.64;69.94;30.54;30.14;54.80;59.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:26:50;86123.76;86188.83;65.07;30.55;30.13;54.52;59.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:27:20;86120.20;86190.86;70.66;30.55;30.13;54.72;59.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:27:50;86120.87;86187.12;66.25;30.55;30.12;54.53;59.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:28:20;86121.72;86187.06;65.34;30.55;30.12;54.35;59.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:28:50;86119.42;86189.13;69.71;30.53;30.11;54.58;59.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:29:20;86121.80;86187.84;66.05;30.53;30.11;54.36;59.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:29:50;86123.73;86187.09;63.36;30.54;30.10;54.38;59.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:30:20;86125.44;86191.01;65.57;30.54;30.10;54.68;59.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:30:50;86119.64;86187.03;67.39;30.54;30.10;55.07;59.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:31:20;86120.75;86188.59;67.84;30.53;30.08;55.10;59.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:31:50;86122.81;86190.77;67.95;30.50;30.07;55.18;59.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:32:20;86121.83;86187.80;65.98;30.48;30.05;55.13;59.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:32:50;86116.04;86185.50;69.46;30.48;30.06;55.40;60.12;

Prototipo;24051100;2024-5-12 15:33:20;86115.38;86186.64;71.27;30.45;30.05;55.16;60.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:33:50;86113.28;86181.48;68.20;30.44;30.04;55.09;59.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:34:20;86113.33;86180.77;67.44;30.42;30.03;55.02;59.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:34:50;86108.25;86178.03;69.78;30.40;30.02;55.10;59.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:35:20;86110.02;86177.02;66.99;30.41;30.02;55.43;60.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:35:50;86106.17;86176.19;70.02;30.42;30.02;55.37;60.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:36:20;86110.23;86179.67;69.44;30.42;30.02;55.43;60.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:36:50;86111.97;86179.58;67.61;30.40;30.01;55.11;59.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:37:20;86109.75;86177.50;67.75;30.39;30.01;54.97;59.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:37:50;86108.59;86175.11;66.52;30.40;30.01;54.93;59.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:38:20;86109.30;86177.54;68.24;30.43;30.03;55.19;59.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:38:50;86106.53;86176.77;70.23;30.45;30.04;55.01;60.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:39:20;86109.41;86180.31;70.91;30.48;30.06;54.99;59.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:39:50;86118.38;86182.39;64.02;30.50;30.06;54.78;59.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:40:20;86103.70;86172.73;69.03;30.49;30.06;54.80;59.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:40:50;86111.41;86173.43;62.02;30.53;30.08;54.78;59.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:41:20;86106.56;86175.82;69.26;30.55;30.10;54.65;59.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:41:50;86107.62;86171.09;63.48;30.55;30.11;54.78;59.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:42:20;86100.53;86170.42;69.89;30.56;30.13;54.82;59.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:42:50;86100.44;86170.42;69.98;30.57;30.13;54.47;59.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:43:20;86101.98;86169.77;67.78;30.57;30.14;54.49;59.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:43:50;86101.48;86170.48;68.99;30.58;30.14;54.68;59.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:44:20;86095.88;86165.01;69.13;30.58;30.14;54.90;60.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:44:50;86100.05;86169.61;69.56;30.59;30.15;54.97;60.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:45:20;86099.87;86166.95;67.09;30.62;30.17;55.17;60.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:45:50;86097.94;86161.91;63.97;30.64;30.17;54.89;60.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:46:20;86098.29;86167.27;68.98;30.64;30.19;54.54;59.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:46:50;86098.91;86168.85;69.95;30.66;30.19;54.32;59.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:47:20;86096.03;86169.92;73.89;30.67;30.22;54.31;59.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:47:50;86100.92;86170.75;69.83;30.68;30.22;54.16;59.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:48:20;86102.57;86171.61;69.04;30.70;30.24;54.81;60.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:48:50;86099.12;86169.67;70.55;30.72;30.24;55.09;60.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:49:20;86100.18;86170.52;70.34;30.73;30.25;55.27;60.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:49:50;86100.32;86169.55;69.23;30.72;30.24;54.72;60.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:50:20;86098.15;86170.20;72.05;30.73;30.24;54.50;59.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:50:50;86096.79;86166.39;69.60;30.73;30.24;54.37;59.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:51:20;86095.58;86163.03;67.45;30.73;30.24;54.21;59.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:51:50;86098.30;86163.66;65.37;30.72;30.25;54.25;59.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:52:20;86093.23;86161.42;68.20;30.73;30.24;54.55;59.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:52:50;86094.38;86162.91;68.54;30.72;30.24;54.29;59.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:53:20;86091.84;86162.28;70.45;30.73;30.24;54.05;59.23;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:53:50;86094.27;86164.91;70.63;30.74;30.24;54.11;59.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:54:20;86090.09;86159.22;69.13;30.75;30.24;54.40;59.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:54:50;86091.33;86160.52;69.19;30.76;30.25;54.50;59.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:55:20;86090.09;86157.10;67.01;30.75;30.23;54.17;59.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:55:50;86096.07;86158.43;62.36;30.75;30.23;53.99;59.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:56:20;86095.34;86160.73;65.38;30.75;30.22;54.02;59.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:56:50;86091.21;86161.16;69.95;30.74;30.23;54.75;59.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:57:20;86093.38;86159.19;65.80;30.73;30.21;54.83;60.34;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:57:50;86094.72;86163.54;68.82;30.72;30.21;54.69;60.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:58:20;86093.76;86162.52;68.76;30.71;30.20;54.50;59.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:58:50;86094.81;86161.67;66.86;30.71;30.21;54.51;59.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:59:20;86089.77;86158.40;68.63;30.72;30.21;54.34;59.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 15:59:50;86091.22;86160.42;69.20;30.74;30.23;55.51;61.01;

Prototipo;24051100;2024-5-12 16:0:20;86090.52;86158.28;67.77;30.73;30.22;54.65;60.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:0:50;86091.55;86158.98;67.43;30.74;30.25;54.25;59.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:1:20;86087.90;86157.48;69.59;30.75;30.25;54.05;59.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:1:50;86089.61;86153.99;64.38;30.76;30.27;53.88;58.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:2:20;86085.94;86150.73;64.80;30.74;30.25;53.81;58.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:2:50;86088.84;86156.83;67.98;30.71;30.25;53.78;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:3:20;86086.45;86151.28;64.84;30.68;30.22;53.77;58.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:3:50;86083.47;86154.70;71.23;30.67;30.21;53.80;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:4:20;86085.46;86153.89;68.43;30.66;30.19;53.80;58.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:4:50;86084.36;86155.50;71.14;30.65;30.18;53.79;58.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:5:20;86091.55;86153.65;62.10;30.62;30.16;53.80;58.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:5:50;86085.79;86150.34;64.55;30.60;30.14;53.85;58.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:6:20;86088.27;86152.33;64.06;30.59;30.13;53.86;58.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:6:50;86086.14;86154.95;68.81;30.57;30.12;53.87;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:7:20;86083.46;86149.75;66.29;30.55;30.10;53.88;58.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:7:50;86086.43;86157.03;70.60;30.54;30.10;53.91;58.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:8:20;86084.48;86154.14;69.66;30.52;30.07;53.96;58.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:8:50;86082.26;86150.66;68.40;30.49;30.04;54.00;58.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:9:20;86083.54;86153.33;69.79;30.48;30.02;54.03;58.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:9:50;86084.37;86154.16;69.79;30.47;30.02;54.06;58.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:10:20;86086.43;86155.67;69.24;30.48;30.01;54.04;58.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:10:50;86084.12;86152.23;68.12;30.49;30.01;54.08;59.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:11:20;86080.66;86155.55;74.89;30.51;30.04;54.03;59.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:11:50;86080.15;86149.93;69.78;30.54;30.08;53.98;59.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:12:20;86083.94;86153.36;69.42;30.57;30.11;53.88;58.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:12:50;86081.14;86149.66;68.52;30.59;30.12;53.94;59.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:13:20;86083.80;86148.63;64.84;30.61;30.13;53.88;59.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:13:50;86085.76;86150.16;64.40;30.62;30.15;53.91;59.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:14:20;86083.16;86150.70;67.55;30.65;30.17;53.89;59.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:14:50;86082.40;86150.70;68.30;30.66;30.19;53.70;58.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:15:20;86085.38;86152.47;67.09;30.67;30.18;53.79;59.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:15:50;86085.24;86153.90;68.66;30.68;30.20;53.52;58.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:16:20;86080.38;86148.70;68.33;30.69;30.22;53.57;58.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:16:50;86085.64;86149.00;63.36;30.69;30.22;53.35;58.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:17:20;86081.98;86148.44;66.45;30.70;30.23;53.34;58.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:17:50;86082.38;86152.37;69.99;30.71;30.26;53.31;58.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:18:20;86081.94;86148.19;66.25;30.72;30.26;53.26;58.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:18:50;86083.25;86145.83;62.58;30.74;30.26;53.23;58.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:19:20;86078.66;86146.45;67.80;30.74;30.27;53.30;58.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:19:50;86081.19;86152.98;71.79;30.74;30.28;53.25;58.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:20:20;86079.38;86149.25;69.87;30.75;30.28;53.14;58.26;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:20:50;86085.73;86150.63;64.90;30.76;30.28;53.36;58.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:21:20;86081.23;86147.61;66.37;30.75;30.27;53.12;58.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:21:50;86086.38;86154.36;67.98;30.76;30.29;53.07;58.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:22:20;86088.88;86155.44;66.56;30.77;30.29;53.00;58.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:22:50;86090.94;86155.95;65.02;30.78;30.31;52.95;58.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:23:20;86090.74;86151.57;60.83;30.77;30.31;53.03;58.10;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:23:50;86087.62;86157.66;70.03;30.77;30.31;53.04;58.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:24:20;86090.94;86158.51;67.57;30.75;30.30;52.95;57.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:24:50;86094.85;86162.26;67.41;30.75;30.31;53.00;58.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:25:20;86093.46;86163.23;69.77;30.74;30.29;52.96;57.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:25:50;86101.88;86163.86;61.98;30.76;30.30;52.97;57.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:26:20;86099.36;86167.25;67.89;30.73;30.30;52.98;57.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:26:50;86099.30;86165.80;66.50;30.72;30.29;53.00;57.93;

Prototipo;24051100;2024-5-12 16:27:20;86103.13;86170.22;67.09;30.71;30.28;53.02;57.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:27:50;86101.44;86169.73;68.30;30.71;30.29;53.03;57.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:28:20;86101.91;86170.03;68.12;30.70;30.29;53.07;57.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:28:50;86098.64;86167.16;68.52;30.70;30.28;53.10;57.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:29:20;86098.39;86167.29;68.90;30.69;30.29;53.17;58.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:29:50;86098.69;86169.83;71.14;30.68;30.27;53.17;58.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:30:20;86100.55;86165.73;65.19;30.68;30.27;53.23;58.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:30:50;86104.94;86170.20;65.27;30.67;30.26;53.60;58.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:31:20;86097.61;86166.59;68.98;30.64;30.24;53.36;58.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:31:50;86096.73;86168.50;71.77;30.64;30.23;53.34;58.28;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:32:20;86101.78;86171.30;69.52;30.63;30.22;53.32;58.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:32:50;86101.92;86169.34;67.42;30.62;30.21;53.32;58.18;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:33:20;86104.63;86174.64;70.01;30.62;30.21;53.35;58.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:33:50;86101.62;86172.95;71.33;30.60;30.18;53.37;58.21;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:34:20;86107.69;86172.41;64.72;30.59;30.18;53.40;58.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:34:50;86106.27;86173.09;66.81;30.58;30.17;53.47;58.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:35:20;86106.09;86175.36;69.27;30.58;30.16;53.50;58.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:35:50;86108.62;86174.23;65.62;30.57;30.16;53.48;58.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:36:20;86106.87;86176.64;69.77;30.57;30.16;53.50;58.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:36:50;86109.52;86176.76;67.24;30.56;30.15;53.52;58.36;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:37:20;86109.30;86176.52;67.21;30.55;30.15;53.56;58.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:37:50;86109.84;86177.63;67.78;30.55;30.15;53.55;58.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:38:20;86108.42;86178.25;69.83;30.54;30.15;53.61;58.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:38:50;86106.58;86176.68;70.10;30.55;30.15;53.60;58.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:39:20;86108.84;86176.84;68.01;30.56;30.15;53.64;58.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:39:50;86114.82;86180.97;66.15;30.56;30.14;53.63;58.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:40:20;86114.66;86179.62;64.97;30.56;30.13;53.60;58.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:40:50;86109.94;86180.18;70.24;30.57;30.14;53.56;58.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:41:20;86108.42;86179.14;70.72;30.57;30.14;53.55;58.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:41:50;86112.55;86185.05;72.51;30.58;30.16;53.53;58.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:42:20;86113.20;86182.05;68.84;30.57;30.15;53.53;58.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:42:50;86116.11;86183.36;67.25;30.57;30.16;53.53;58.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:43:20;86118.00;86185.22;67.22;30.58;30.16;53.53;58.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:43:50;86115.00;86183.53;68.53;30.59;30.17;53.48;58.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:44:20;86114.66;86181.20;66.55;30.59;30.17;53.44;58.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:44:50;86115.52;86184.48;68.97;30.59;30.16;53.48;58.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:45:20;86114.80;86181.99;67.20;30.58;30.16;53.53;58.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:45:50;86117.33;86183.16;65.83;30.58;30.16;53.46;58.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:46:20;86116.09;86182.87;66.78;30.57;30.15;53.46;58.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:46:50;86117.36;86183.61;66.25;30.56;30.13;53.58;58.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:47:20;86113.81;86182.87;69.06;30.50;30.08;53.61;58.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:47:50;86121.30;86182.39;61.09;30.47;30.06;53.67;58.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:48:20;86118.47;86181.48;63.02;30.46;30.04;53.71;58.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:48:50;86113.80;86180.28;66.48;30.45;30.04;53.74;58.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:49:20;86118.16;86184.38;66.22;30.43;30.03;53.75;58.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:49:50;86116.91;86184.05;67.14;30.42;30.01;53.79;58.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:50:20;86118.52;86186.91;68.40;30.41;30.02;53.82;58.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:50:50;86118.63;86184.00;65.37;30.40;30.00;53.85;58.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:51:20;86121.98;86189.50;67.52;30.39;29.99;53.95;58.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:51:50;86120.17;86191.46;71.29;30.37;29.97;53.96;58.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:52:20;86120.42;86185.98;65.56;30.36;29.97;54.00;58.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:52:50;86120.53;86189.44;68.91;30.35;29.95;54.05;58.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:53:20;86117.38;86191.22;73.84;30.33;29.95;54.07;58.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:53:50;86120.00;86190.42;70.42;30.31;29.92;54.10;58.87;

Prototipo;24051100;2024-5-12 16:54:20;86124.52;86194.02;69.50;30.30;29.91;54.18;59.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:54:50;86123.30;86190.86;67.56;30.30;29.90;54.21;58.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:55:20;86124.28;86191.77;67.48;30.29;29.90;54.25;59.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:55:50;86128.17;86197.02;68.84;30.29;29.90;54.26;59.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:56:20;86120.13;86193.02;72.89;30.28;29.88;54.28;59.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:56:50;86124.13;86197.37;73.24;30.26;29.89;54.30;59.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:57:20;86127.78;86197.63;69.84;30.25;29.86;54.31;59.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:57:50;86128.77;86197.13;68.36;30.24;29.86;54.36;59.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:58:20;86131.78;86201.59;69.80;30.24;29.85;54.39;59.22;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:58:50;86129.19;86200.67;71.48;30.23;29.85;54.39;59.16;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:59:20;86130.69;86206.03;75.34;30.22;29.84;54.41;59.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 16:59:50;86133.56;86205.73;72.17;30.22;29.83;54.42;59.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:0:20;86131.81;86203.87;72.05;30.21;29.83;54.48;59.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:0:50;86131.75;86199.56;67.81;30.21;29.83;54.49;59.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:1:20;86137.54;86200.11;62.57;30.21;29.81;54.54;59.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:1:50;86134.97;86204.58;69.61;30.20;29.81;54.58;59.40;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:2:20;86131.08;86202.83;71.75;30.18;29.80;54.61;59.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:2:50;86138.76;86201.77;63.01;30.18;29.77;54.65;59.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:3:20;86141.92;86206.83;64.91;30.14;29.76;54.71;59.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:3:50;86138.95;86205.45;66.50;30.11;29.71;54.75;59.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:4:20;86139.95;86201.20;61.24;30.07;29.68;54.83;59.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:4:50;86138.38;86202.27;63.90;30.04;29.65;54.91;59.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:5:20;86137.12;86205.12;68.00;30.00;29.61;54.97;59.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:5:50;86139.31;86204.51;65.20;29.97;29.58;55.08;59.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:6:20;86141.34;86203.42;62.09;29.94;29.54;55.18;59.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:6:50;86137.64;86203.64;66.00;29.92;29.52;55.25;60.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:7:20;86135.64;86202.94;67.30;29.90;29.50;55.33;60.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:7:50;86138.77;86206.27;67.50;29.88;29.48;55.41;60.19;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:8:20;86134.55;86199.36;64.81;29.86;29.46;55.46;60.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:8:50;86137.02;86202.06;65.04;29.85;29.45;55.52;60.30;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:9:20;86137.08;86205.52;68.45;29.83;29.44;55.60;60.37;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:9:50;86135.30;86201.97;66.67;29.81;29.42;55.65;60.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:10:20;86135.59;86203.88;68.28;29.81;29.42;55.71;60.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:10:50;86137.50;86203.31;65.81;29.79;29.40;55.73;60.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:11:20;86133.22;86200.27;67.05;29.78;29.39;55.79;60.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:11:50;86131.21;86198.43;67.22;29.76;29.38;55.80;60.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:12:20;86130.78;86199.09;68.31;29.75;29.38;55.84;60.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:12:50;86134.48;86202.42;67.94;29.74;29.37;55.87;60.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:13:20;86138.31;86206.01;67.70;29.73;29.36;55.90;60.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:13:50;86135.38;86204.37;68.99;29.72;29.35;55.93;60.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:14:20;86137.27;86202.28;65.02;29.70;29.33;55.97;60.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:14:50;86137.50;86208.21;70.71;29.68;29.32;56.00;60.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:15:20;86135.61;86208.59;72.98;29.67;29.32;56.06;60.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:15:50;86142.20;86208.08;65.87;29.67;29.31;56.09;60.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:16:20;86140.69;86206.29;65.60;29.67;29.30;56.10;60.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:16:50;86142.66;86210.31;67.66;29.66;29.29;56.12;60.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:17:20;86139.85;86211.88;72.02;29.65;29.28;56.17;60.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:17:50;86138.88;86206.16;67.28;29.63;29.28;56.20;60.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:18:20;86138.13;86206.70;68.57;29.62;29.26;56.27;60.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:18:50;86142.02;86206.72;64.70;29.61;29.25;56.30;60.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:19:20;86145.37;86208.91;63.54;29.60;29.24;56.33;60.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:19:50;86141.19;86210.31;69.12;29.59;29.25;56.34;60.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:20:20;86139.25;86211.52;72.27;29.58;29.25;56.37;61.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:20:50;86140.44;86213.45;73.01;29.58;29.24;56.39;61.02;

Prototipo;24051100;2024-5-12 17:21:20;86142.08;86212.81;70.73;29.57;29.23;56.40;61.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:21:50;86142.84;86209.84;67.00;29.55;29.21;56.43;61.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:22:20;86144.60;86212.22;67.62;29.54;29.19;56.46;61.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:22:50;86142.44;86208.48;66.05;29.52;29.19;56.50;61.11;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:23:20;86145.52;86211.68;66.16;29.53;29.19;56.53;61.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:23:50;86143.24;86210.88;67.63;29.51;29.17;56.55;61.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:24:20;86145.45;86217.01;71.55;29.49;29.16;56.58;61.18;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:24:50;86145.06;86212.81;67.75;29.48;29.15;56.61;61.20;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:25:20;86147.02;86214.39;67.37;29.46;29.13;56.63;61.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:25:50;86147.50;86215.80;68.30;29.46;29.13;56.67;61.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:26:20;86148.58;86214.35;65.77;29.45;29.11;56.70;61.29;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:26:50;86145.41;86215.13;69.73;29.43;29.11;56.74;61.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:27:20;86145.14;86213.81;68.67;29.41;29.09;57.46;62.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:27:50;86147.30;86216.08;68.78;29.40;29.09;57.41;62.27;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:28:20;86147.78;86213.86;66.08;29.43;29.09;57.27;62.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:28:50;86143.23;86212.94;69.71;29.40;29.09;57.26;62.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:29:20;86143.37;86213.61;70.24;29.45;29.12;57.36;62.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:29:50;86148.16;86219.84;71.69;29.46;29.12;57.26;62.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:30:20;86145.06;86216.16;71.09;29.45;29.12;57.17;61.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:30:50;86146.22;86216.83;70.61;29.45;29.11;57.09;61.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:31:20;86152.81;86219.97;67.16;29.44;29.10;57.06;61.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:31:50;86154.84;86223.50;68.66;29.44;29.09;57.04;61.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:32:20;86154.66;86228.33;73.67;29.44;29.09;57.00;61.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:32:50;86155.89;86225.92;70.03;29.42;29.08;56.99;61.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:33:20;86159.61;86228.95;69.34;29.42;29.06;56.99;61.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:33:50;86161.59;86228.80;67.20;29.41;29.05;56.97;61.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:34:20;86162.53;86229.48;66.95;29.40;29.04;56.97;61.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:34:50;86165.68;86229.30;63.62;29.38;29.03;56.98;61.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:35:20;86166.58;86235.06;68.48;29.36;29.01;56.99;61.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:35:50;86168.38;86235.00;66.62;29.35;29.00;57.04;61.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:36:20;86173.23;86241.30;68.07;29.34;28.99;57.06;61.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:36:50;86172.70;86238.88;66.17;29.31;28.98;57.10;61.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:37:20;86172.50;86241.62;69.12;29.33;28.98;57.12;61.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:37:50;86174.70;86242.19;67.49;29.33;28.98;57.13;61.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:38:20;86176.70;86244.30;67.59;29.33;28.97;57.15;61.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:38:50;86181.22;86248.84;67.62;29.32;28.97;57.20;61.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:39:20;86181.20;86255.34;74.14;29.29;28.96;57.20;61.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:39:50;86187.11;86253.84;66.73;29.31;28.95;57.26;61.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:40:20;86184.69;86256.52;71.84;29.30;28.94;57.30;61.88;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:40:50;86187.86;86256.41;68.55;29.29;28.94;57.33;61.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:41:20;86186.98;86257.24;70.26;29.29;28.94;57.36;61.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:41:50;86188.47;86254.88;66.41;29.28;28.93;57.36;61.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:42:20;86188.11;86256.90;68.79;29.28;28.93;57.40;61.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:42:50;86184.34;86255.53;71.19;29.27;28.92;57.41;62.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:43:20;86187.91;86256.80;68.90;29.27;28.92;57.42;62.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:43:50;86189.48;86256.59;67.11;29.28;28.92;57.42;61.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:44:20;86192.28;86258.97;66.69;29.27;28.91;57.43;62.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:44:50;86191.08;86255.81;64.73;29.26;28.90;57.49;62.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:45:20;86189.50;86258.30;68.80;29.26;28.90;57.50;62.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:45:50;86186.14;86256.88;70.74;29.24;28.90;57.59;62.25;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:46:20;86188.85;86257.69;68.84;29.26;28.91;57.92;62.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:46:50;86187.86;86258.52;70.66;29.29;28.93;58.00;62.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:47:20;86191.20;86255.11;63.91;29.34;28.97;57.96;62.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:47:50;86190.08;86255.92;65.84;29.37;29.00;57.83;62.74;

Prototipo;24051100;2024-5-12 17:48:20;86187.55;86253.53;65.98;29.40;29.02;57.76;62.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:48:50;86184.52;86257.11;72.59;29.43;29.06;57.66;62.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:49:20;86185.97;86256.80;70.83;29.47;29.09;57.56;62.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:49:50;86187.59;86254.98;67.39;29.51;29.12;57.46;62.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:50:20;86185.21;86252.66;67.45;29.51;29.13;57.27;62.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:50:50;86184.18;86254.14;69.96;29.54;29.15;57.94;62.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:51:20;86183.88;86249.86;65.98;29.52;29.14;57.83;62.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:51:50;86180.02;86249.23;69.22;29.47;29.12;57.67;62.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:52:20;86181.86;86252.48;70.62;29.44;29.10;57.72;62.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:52:50;86181.45;86246.69;65.23;29.43;29.08;57.97;62.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:53:20;86182.23;86249.62;67.38;29.40;29.05;58.04;62.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:53:50;86179.50;86250.23;70.73;29.37;29.03;58.13;62.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:54:20;86179.11;86248.12;69.02;29.33;29.01;58.80;63.45;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:54:50;86179.72;86250.40;70.68;29.30;28.99;58.57;63.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:55:20;86181.73;86252.48;70.74;29.29;28.97;58.54;63.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:55:50;86180.17;86254.34;74.17;29.26;28.95;58.60;62.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:56:20;86183.16;86248.53;65.37;29.22;28.92;58.54;62.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:56:50;86175.06;86244.97;69.91;29.18;28.90;58.51;62.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:57:20;86175.94;86241.45;65.52;29.15;28.87;58.65;63.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:57:50;86173.78;86243.45;69.67;29.14;28.86;58.80;63.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:58:20;86170.75;86239.54;68.79;29.12;28.83;58.90;63.33;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:58:50;86173.72;86237.44;63.72;29.10;28.81;59.33;63.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:59:20;86170.33;86235.41;65.08;29.08;28.81;59.33;63.62;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 17:59:50;86168.49;86234.56;66.07;29.05;28.80;58.96;63.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:0:20;86169.14;86238.20;69.06;29.05;28.78;58.91;63.32;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:0:50;86168.33;86235.38;67.05;29.03;28.76;59.19;63.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:1:20;86169.24;86235.67;66.43;29.01;28.75;59.23;63.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:1:50;86168.53;86237.52;68.98;29.01;28.75;59.21;63.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:2:20;86167.03;86238.80;71.77;29.01;28.74;59.20;63.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:2:50;86166.84;86233.76;66.91;29.01;28.73;59.24;63.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:3:20;86169.60;86240.66;71.05;28.99;28.73;59.33;63.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:3:50;86170.58;86240.28;69.70;28.99;28.72;59.54;63.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:4:20;86171.87;86239.16;67.29;29.00;28.72;59.37;63.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:4:50;86171.08;86238.06;66.98;28.99;28.71;59.37;63.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:5:20;86173.06;86242.58;69.52;28.98;28.69;59.21;63.42;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:5:50;86174.23;86241.39;67.16;28.94;28.68;59.22;63.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:6:20;86176.66;86240.64;63.98;28.95;28.68;59.33;63.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:6:50;86176.89;86243.70;66.80;28.94;28.67;59.39;63.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:7:20;86179.52;86248.56;69.05;28.93;28.67;59.58;63.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:7:50;86171.86;86247.94;76.08;28.85;28.63;59.73;63.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:8:20;86178.86;86245.13;66.27;28.93;28.66;59.79;63.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:8:50;86183.72;86253.77;70.05;28.92;28.66;59.51;63.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:9:20;86184.18;86252.88;68.70;28.91;28.66;59.71;63.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:9:50;86187.27;86259.33;72.06;28.92;28.66;59.61;63.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:10:20;86186.84;86255.96;69.12;28.93;28.66;59.70;63.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:10:50;86187.66;86253.52;65.87;28.95;28.66;59.70;63.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:11:20;86187.60;86260.92;73.32;28.94;28.66;59.65;63.77;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:11:50;86194.03;86256.55;62.52;28.96;28.67;59.52;63.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:12:20;86191.61;86257.52;65.91;28.95;28.66;59.41;63.61;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:12:50;86184.27;86257.52;73.26;28.95;28.66;59.32;63.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:13:20;86188.31;86257.45;69.13;28.97;28.66;59.46;63.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:13:50;86188.16;86257.06;68.90;29.00;28.68;59.59;64.03;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:14:20;86189.25;86255.16;65.91;29.01;28.68;59.63;63.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:14:50;86188.26;86257.00;68.74;29.02;28.69;59.63;63.91;

Prototipo;24051100;2024-5-12 18:15:20;86192.02;86255.66;63.63;29.02;28.68;59.28;63.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:15:50;86194.51;86259.63;65.12;29.01;28.68;59.15;63.44;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:16:20;86191.08;86259.20;68.12;29.00;28.68;59.15;63.43;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:16:50;86190.55;86260.74;70.20;29.00;28.68;59.34;63.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:17:20;86192.07;86260.47;68.40;29.00;28.69;59.36;63.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:17:50;86193.84;86263.62;69.77;29.01;28.69;59.53;63.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:18:20;86194.47;86262.34;67.87;29.00;28.69;59.42;63.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:18:50;86198.43;86264.98;66.55;29.01;28.69;59.37;63.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:19:20;86195.61;86263.88;68.27;29.02;28.69;59.49;63.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:19:50;86198.49;86266.69;68.20;29.02;28.69;59.47;63.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:20:20;86202.66;86262.28;59.63;29.04;28.68;59.51;63.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:20:50;86200.59;86267.58;66.98;29.03;28.69;59.35;63.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:21:20;86200.59;86268.89;68.30;29.03;28.68;59.15;63.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:21:50;86201.10;86270.89;69.79;29.03;28.69;59.57;63.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:22:20;86202.27;86269.08;66.80;29.03;28.69;59.43;63.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:22:50;86196.89;86269.13;72.23;29.04;28.69;59.47;63.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:23:20;86203.67;86269.88;66.21;29.04;28.68;59.32;63.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:23:50;86205.47;86270.71;65.24;29.02;28.68;59.15;63.47;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:24:20;86209.52;86271.36;61.84;29.02;28.67;59.05;63.35;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:24:50;86211.42;86272.98;61.56;29.03;28.68;59.31;63.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:25:20;86210.83;86272.16;61.33;29.04;28.68;59.31;63.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:25:50;86212.52;86278.00;65.48;29.04;28.69;59.42;63.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:26:20;86218.92;86281.73;62.81;29.05;28.69;59.56;63.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:26:50;86218.11;86280.80;62.69;29.06;28.68;59.38;63.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:27:20;86211.42;86278.33;66.91;29.05;28.69;59.55;63.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:27:50;86211.66;86275.67;64.02;29.06;28.68;59.53;63.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:28:20;86209.92;86276.73;66.81;29.05;28.68;59.46;63.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:28:50;86218.78;86283.47;64.69;29.06;28.68;59.72;64.01;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:29:20;86212.77;86279.77;67.00;29.05;28.68;59.71;64.06;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:29:50;86217.03;86281.16;64.12;29.05;28.68;59.70;64.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:30:20;86220.76;86280.00;59.24;29.05;28.68;59.54;64.00;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:30:50;86218.42;86283.27;64.84;29.03;28.67;59.24;63.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:31:20;86215.30;86283.00;67.70;29.02;28.67;59.07;63.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:31:50;86216.30;86281.73;65.43;29.02;28.67;59.03;63.41;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:32:20;86221.01;86285.40;64.39;29.01;28.66;58.94;63.31;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:32:50;86217.88;86282.37;64.50;29.00;28.66;59.03;63.39;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:33:20;86217.41;86283.63;66.22;29.01;28.66;58.92;63.24;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:33:50;86218.45;86280.61;62.16;29.01;28.65;58.81;63.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:34:20;86217.77;86282.44;64.67;29.01;28.65;58.75;63.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:34:50;86210.81;86280.49;69.68;29.01;28.66;58.84;63.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:35:20;86217.05;86280.77;63.72;29.03;28.64;58.76;63.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:35:50;86219.52;86283.38;63.86;29.04;28.65;58.65;63.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:36:20;86217.78;86284.45;66.67;29.06;28.67;58.68;63.12;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:36:50;86219.20;86284.12;64.91;29.07;28.67;58.61;63.15;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:37:20;86220.57;86282.31;61.74;29.10;28.68;58.55;63.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:37:50;86218.38;86284.39;66.02;29.10;28.68;58.31;62.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:38:20;86221.44;86284.89;63.45;29.10;28.68;58.20;62.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:38:50;86221.45;86283.80;62.35;29.10;28.68;58.14;62.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:39:20;86215.84;86282.21;66.37;29.08;28.66;58.08;62.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:39:50;86219.70;86286.95;67.25;29.07;28.66;58.13;62.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:40:20;86215.56;86283.22;67.66;29.06;28.65;58.14;62.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:40:50;86217.44;86282.80;65.36;29.06;28.65;58.12;62.68;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:41:20;86207.49;86279.94;72.45;28.97;28.62;58.07;62.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-12 18:41:50;86214.28;86279.63;65.34;29.02;28.62;58.07;62.63;

Prototipo;24051100;2024-5-12 18:42:20;86216.98;86284.40;67.41;29.02;28.62;58.09;62.63;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:42:50;86213.17;86281.27;68.09;29.01;28.61;58.09;62.63;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:43:20;86213.72;86285.22;71.50;29.01;28.62;58.38;63.03;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:43:50;86214.39;86282.28;67.89;29.04;28.64;58.71;63.67;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:44:20;86214.30;86280.89;66.59;29.07;28.66;58.85;63.79;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:44:50;86210.89;86278.94;68.05;29.10;28.68;59.13;64.02;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:45:20;86214.80;86280.17;65.37;29.13;28.70;58.79;63.63;  
 Prototipo;24051100;2024-5-12 18:45:50;86214.55;86281.33;66.78;29.14;28.72;58.79;63.73;

## 10.10 Gráficas de la incertidumbre de los sensores

### 10.10.1 Punto de calibración a 850.3 hPa

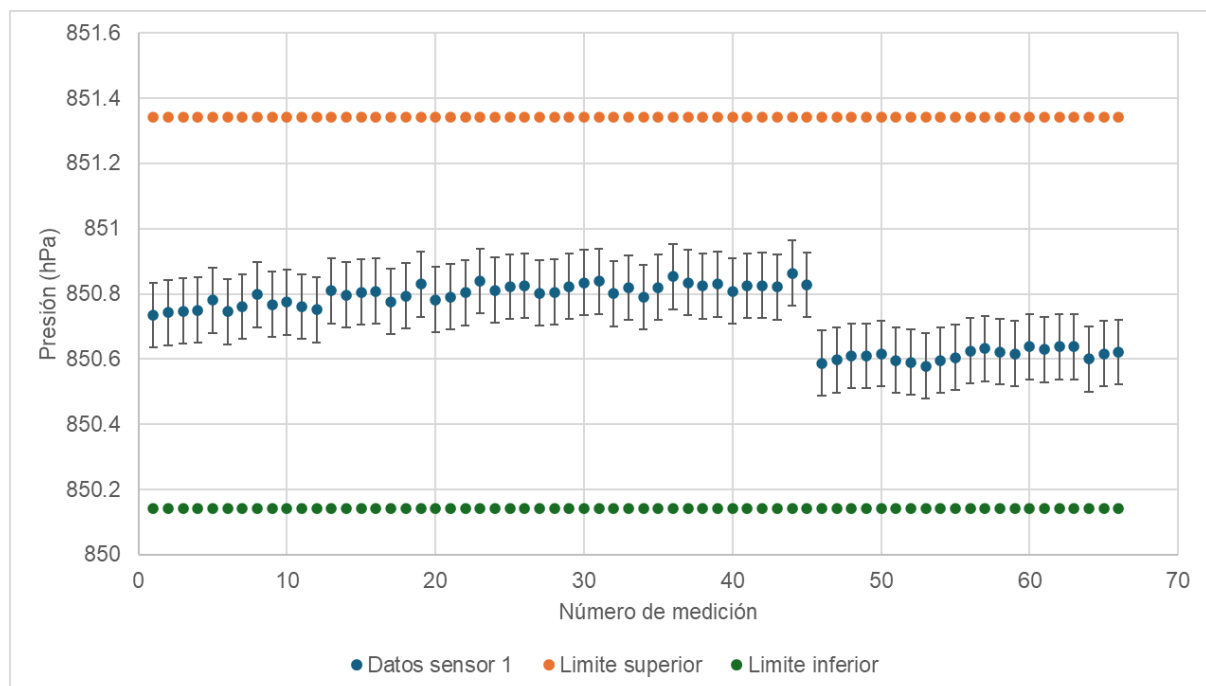


Figura. A. 11. Gráfica de los datos del sensor 1 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres.

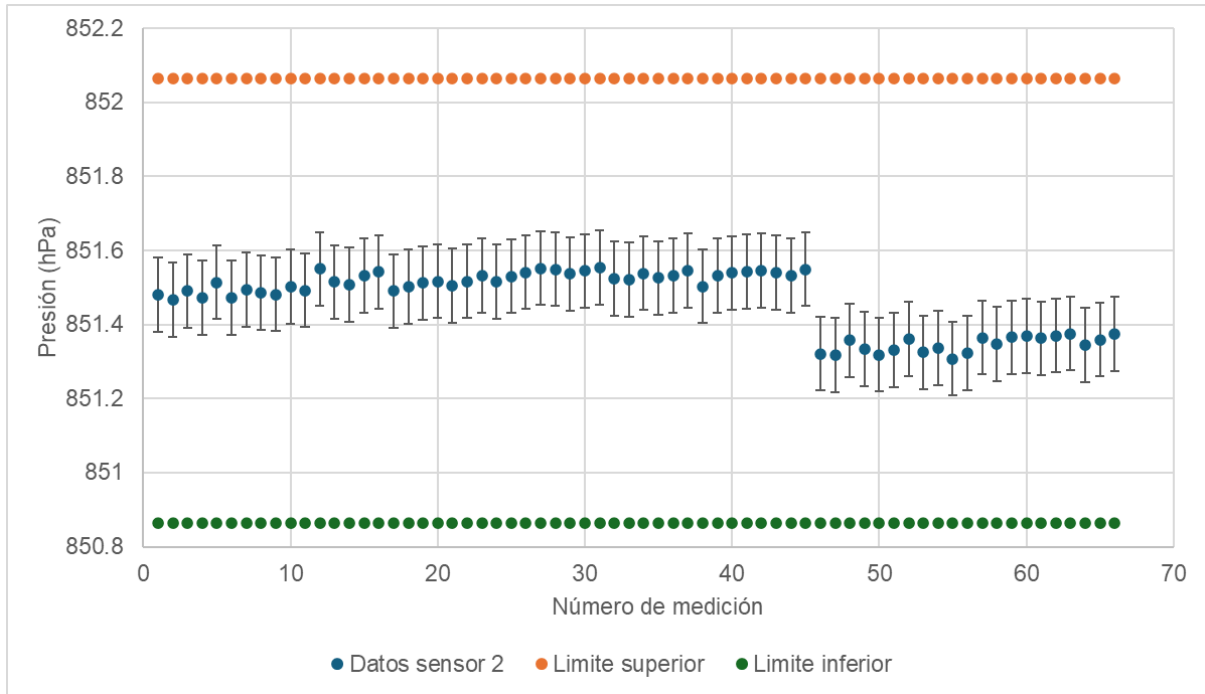


Figura. A. 12. Gráfica de los datos del sensor 2 a 850.3 hPa con sus respectivas incertidumbres.

### 10.10.2 Punto de calibración a 880.3 hPa

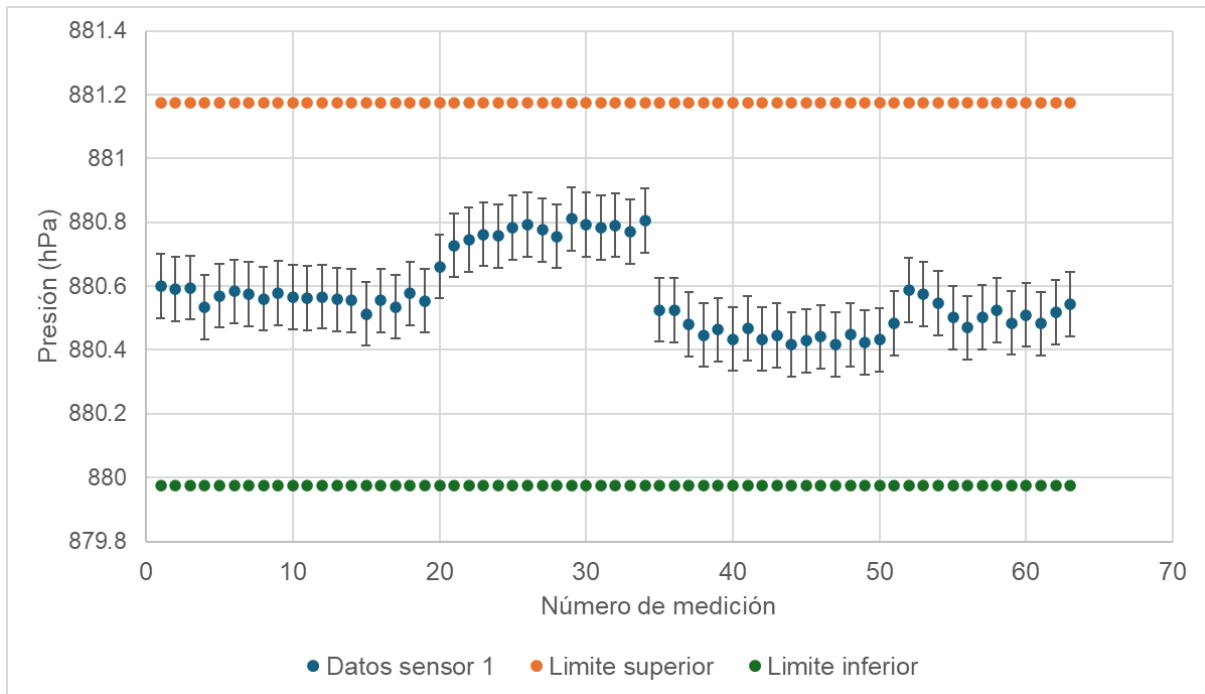


Figura. A. 13. Gráfica de los datos del sensor 1 a 880.3 hPa con sus respectivas incertidumbres.

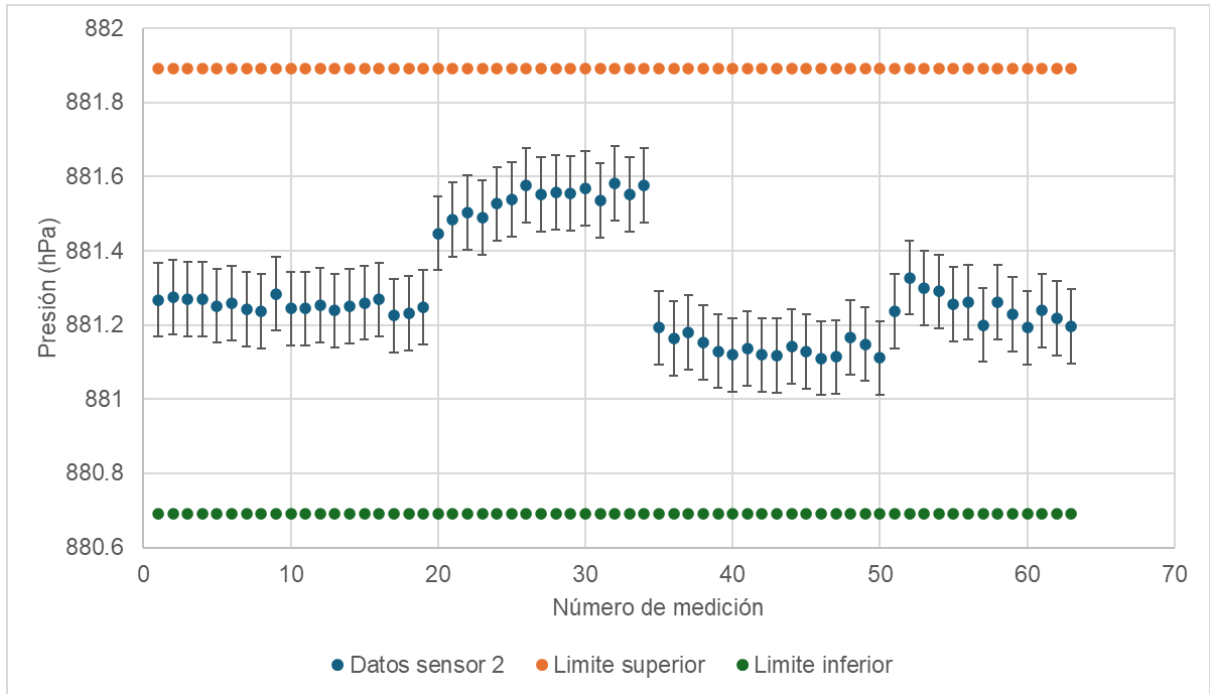


Figura. A. 14. Gráfica de los datos del sensor 2 a 880.3 hPa con sus respectivas incertidumbres.

### 10.10.3 Punto de calibración a 909.9 hPa

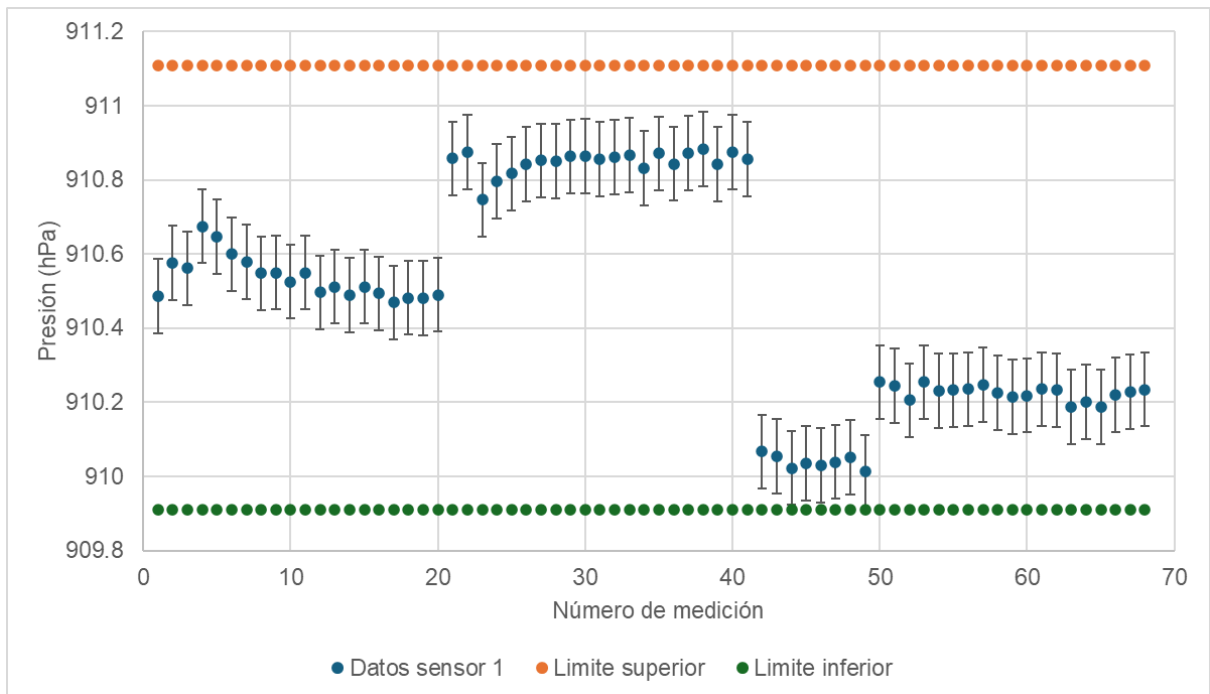


Figura. A. 15. Gráfica de los datos del sensor 1 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres.

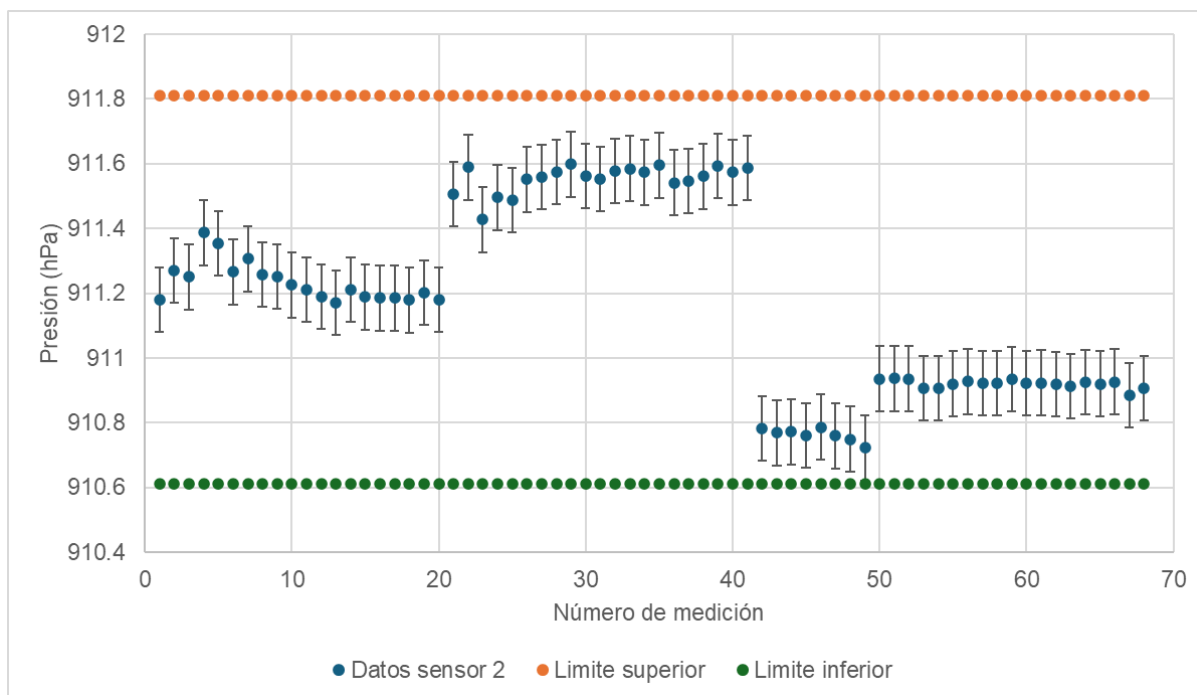


Figura. A. 16. Gráfica de los datos del sensor 2 a 909.9 hPa con sus respectivas incertidumbres.

## 10.11 Sets de mediciones capturados para validar la correcta configuración del dispositivo

### 10.11.1 Set de mediciones de la configuración del sensor 1 con periodo de 30 segundos

Prototipo;24051406;2024-5-14 15:39:38;86160.56;NULL;0.00;27.64;NULL;60.12;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:40:8;86163.20;NULL;0.00;27.63;NULL;59.99;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:40:38;86162.45;NULL;0.00;27.62;NULL;59.88;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:41:8;86159.81;NULL;0.00;27.61;NULL;59.82;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:41:38;86163.83;NULL;0.00;27.60;NULL;59.79;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:42:8;86165.39;NULL;0.00;27.58;NULL;59.80;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:42:38;86162.73;NULL;0.00;27.57;NULL;59.80;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:43:8;86166.11;NULL;0.00;27.56;NULL;59.80;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:43:38;86168.24;NULL;0.00;27.55;NULL;59.81;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:44:8;86168.06;NULL;0.00;27.55;NULL;59.82;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:44:38;86170.86;NULL;0.00;27.54;NULL;59.85;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:45:8;86169.08;NULL;0.00;27.52;NULL;59.89;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:45:38;86171.02;NULL;0.00;27.51;NULL;59.96;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:46:8;86170.10;NULL;0.00;27.50;NULL;60.01;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:46:38;86170.17;NULL;0.00;27.49;NULL;60.09;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:47:8;86170.11;NULL;0.00;27.46;NULL;60.21;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:47:38;86170.73;NULL;0.00;27.45;NULL;60.26;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:48:8;86167.29;NULL;0.00;27.44;NULL;60.32;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:48:38;86170.29;NULL;0.00;27.43;NULL;60.38;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:49:8;86169.07;NULL;0.00;27.43;NULL;60.40;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:49:38;86168.90;NULL;0.00;27.43;NULL;60.40;NULL;  
 Prototipo;24051406;2024-5-14 15:50:8;86170.39;NULL;0.00;27.42;NULL;60.41;NULL;

Prototipo;24051406;2024-5-14 15:50:38;86170.97;NULL;0.00;27.41;NULL;60.42;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:51:8;86174.36;NULL;0.00;27.39;NULL;60.46;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:51:38;86177.52;NULL;0.00;27.38;NULL;60.48;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:52:8;86172.14;NULL;0.00;27.36;NULL;60.52;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:52:38;86171.80;NULL;0.00;27.36;NULL;60.52;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:53:8;86173.77;NULL;0.00;27.35;NULL;60.55;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:53:38;86172.49;NULL;0.00;27.34;NULL;60.56;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:54:8;86171.45;NULL;0.00;27.33;NULL;60.55;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:54:38;86171.72;NULL;0.00;27.32;NULL;60.55;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:55:8;86171.47;NULL;0.00;27.32;NULL;60.56;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:55:38;86170.88;NULL;0.00;27.30;NULL;60.55;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:56:8;86168.05;NULL;0.00;27.28;NULL;60.61;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:56:38;86166.80;NULL;0.00;27.27;NULL;60.64;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:57:8;86168.33;NULL;0.00;27.27;NULL;60.68;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:57:38;86169.43;NULL;0.00;27.27;NULL;60.71;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:58:8;86168.25;NULL;0.00;27.27;NULL;60.71;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:58:38;86168.92;NULL;0.00;27.27;NULL;60.72;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:59:8;86166.48;NULL;0.00;27.26;NULL;60.73;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:59:38;86165.03;NULL;0.00;27.24;NULL;60.74;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:0:8;86165.30;NULL;0.00;27.23;NULL;60.76;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:0:38;86164.56;NULL;0.00;27.22;NULL;60.76;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:1:8;86165.30;NULL;0.00;27.21;NULL;60.73;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:1:38;86165.41;NULL;0.00;27.20;NULL;60.71;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:2:8;86167.75;NULL;0.00;27.20;NULL;60.69;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:2:38;86164.30;NULL;0.00;27.19;NULL;60.67;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:3:8;86166.19;NULL;0.00;27.19;NULL;60.66;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:3:38;86167.14;NULL;0.00;27.18;NULL;60.66;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:4:8;86162.53;NULL;0.00;27.18;NULL;60.68;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:4:38;86166.67;NULL;0.00;27.16;NULL;60.69;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:5:8;86161.59;NULL;0.00;27.16;NULL;60.72;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:5:38;86159.46;NULL;0.00;27.15;NULL;60.73;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:6:8;86159.63;NULL;0.00;27.15;NULL;60.76;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:6:38;86161.44;NULL;0.00;27.14;NULL;60.78;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:7:8;86164.95;NULL;0.00;27.13;NULL;60.83;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:7:38;86163.50;NULL;0.00;27.12;NULL;60.86;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:8:8;86162.19;NULL;0.00;27.11;NULL;60.90;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:8:38;86163.16;NULL;0.00;27.10;NULL;60.92;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:9:8;86160.21;NULL;0.00;27.09;NULL;60.99;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:9:38;86163.16;NULL;0.00;27.07;NULL;61.01;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:10:8;86162.25;NULL;0.00;27.07;NULL;61.01;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:10:38;86160.69;NULL;0.00;27.07;NULL;61.02;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:11:8;86160.05;NULL;0.00;27.05;NULL;61.01;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:11:38;86162.73;NULL;0.00;27.04;NULL;61.01;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:12:8;86161.84;NULL;0.00;27.04;NULL;60.99;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:12:38;86163.59;NULL;0.00;27.02;NULL;61.00;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:13:8;86162.45;NULL;0.00;27.00;NULL;61.03;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:13:38;86166.13;NULL;0.00;27.00;NULL;61.08;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:14:8;86162.97;NULL;0.00;26.98;NULL;61.11;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:14:38;86172.06;NULL;0.00;26.97;NULL;61.12;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:15:8;86172.40;NULL;0.00;26.97;NULL;61.13;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:15:38;86177.80;NULL;0.00;26.97;NULL;61.15;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:16:8;86176.72;NULL;0.00;26.97;NULL;61.18;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:16:38;86179.02;NULL;0.00;26.98;NULL;61.20;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:17:8;86180.83;NULL;0.00;26.97;NULL;61.23;NULL;

Prototipo;24051406;2024-5-14 16:17:38;86184.96;NULL;0.00;26.96;NULL;61.26;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:18:8;86180.97;NULL;0.00;26.94;NULL;61.31;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:18:38;86187.40;NULL;0.00;26.94;NULL;61.33;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:19:8;86184.73;NULL;0.00;26.93;NULL;61.35;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:19:38;86188.30;NULL;0.00;26.93;NULL;61.36;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:20:8;86191.87;NULL;0.00;26.91;NULL;61.37;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:20:38;86188.34;NULL;0.00;26.89;NULL;61.45;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:21:8;86194.12;NULL;0.00;26.87;NULL;61.50;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:21:38;86194.88;NULL;0.00;26.86;NULL;61.58;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:22:8;86195.98;NULL;0.00;26.84;NULL;61.62;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:22:38;86199.46;NULL;0.00;26.83;NULL;61.68;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:23:8;86198.60;NULL;0.00;26.83;NULL;61.70;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:23:38;86199.55;NULL;0.00;26.82;NULL;61.81;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:24:8;86197.87;NULL;0.00;26.80;NULL;61.87;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:24:38;86202.00;NULL;0.00;26.79;NULL;61.88;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:25:8;86200.91;NULL;0.00;26.78;NULL;61.91;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:25:38;86201.20;NULL;0.00;26.77;NULL;61.96;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:26:8;86199.48;NULL;0.00;26.76;NULL;62.01;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:26:38;86199.70;NULL;0.00;26.75;NULL;62.03;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:27:8;86200.19;NULL;0.00;26.75;NULL;62.06;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:27:38;86200.52;NULL;0.00;26.75;NULL;62.11;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:28:8;86203.93;NULL;0.00;26.75;NULL;62.14;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:28:38;86200.07;NULL;0.00;26.76;NULL;62.18;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:29:8;86201.36;NULL;0.00;26.77;NULL;62.19;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:29:38;86204.20;NULL;0.00;26.79;NULL;62.21;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:30:8;86207.34;NULL;0.00;26.80;NULL;62.24;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:30:38;86206.57;NULL;0.00;26.81;NULL;62.31;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:31:8;86204.83;NULL;0.00;26.83;NULL;62.33;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:31:38;86206.55;NULL;0.00;26.83;NULL;62.33;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:32:8;86207.88;NULL;0.00;26.83;NULL;62.34;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:32:38;86206.70;NULL;0.00;26.83;NULL;62.36;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:33:8;86208.89;NULL;0.00;26.83;NULL;62.34;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:33:38;86207.98;NULL;0.00;26.82;NULL;62.33;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:34:8;86211.41;NULL;0.00;26.82;NULL;62.31;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:34:38;86212.73;NULL;0.00;26.82;NULL;62.30;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:35:8;86211.80;NULL;0.00;26.81;NULL;62.27;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:35:38;86215.45;NULL;0.00;26.82;NULL;62.25;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:36:8;86212.61;NULL;0.00;26.81;NULL;62.23;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:36:38;86211.81;NULL;0.00;26.81;NULL;62.21;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:37:8;86212.37;NULL;0.00;26.82;NULL;62.23;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:37:38;86215.51;NULL;0.00;26.81;NULL;62.23;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:38:8;86218.08;NULL;0.00;26.81;NULL;62.22;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:38:38;86218.65;NULL;0.00;26.82;NULL;62.20;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:39:8;86217.05;NULL;0.00;26.81;NULL;62.15;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:39:38;86216.50;NULL;0.00;26.81;NULL;62.17;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:40:8;86219.41;NULL;0.00;26.81;NULL;62.17;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:40:38;86220.36;NULL;0.00;26.80;NULL;62.18;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:41:8;86219.48;NULL;0.00;26.80;NULL;62.20;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:41:38;86219.28;NULL;0.00;26.79;NULL;62.23;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:42:8;86218.33;NULL;0.00;26.77;NULL;62.25;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:42:38;86220.37;NULL;0.00;26.78;NULL;62.27;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:43:8;86223.06;NULL;0.00;26.77;NULL;62.30;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:43:38;86221.03;NULL;0.00;26.75;NULL;62.31;NULL;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 16:44:8;86222.13;NULL;0.00;26.74;NULL;62.31;NULL;

### 10.11.2 Set de mediciones de la configuración del sensor 1 con periodo de 5 minutos

Prototipo;24051410;2024-5-14 18:28:55;86328.75;NULL;0.00;27.79;NULL;59.61;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:33:55;86339.86;NULL;0.00;27.19;NULL;60.86;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:38:55;86339.61;NULL;0.00;26.86;NULL;62.31;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:43:55;86335.37;NULL;0.00;26.73;NULL;63.01;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:48:55;86337.28;NULL;0.00;26.69;NULL;63.48;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:53:55;86348.81;NULL;0.00;26.78;NULL;63.73;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 18:58:55;86358.20;NULL;0.00;26.77;NULL;63.53;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:3:55;86364.27;NULL;0.00;26.72;NULL;63.46;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:8:55;86366.95;NULL;0.00;26.67;NULL;63.46;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:13:55;86372.14;NULL;0.00;26.67;NULL;63.72;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:18:55;86377.15;NULL;0.00;26.72;NULL;63.81;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:23:55;86376.64;NULL;0.00;26.77;NULL;63.88;NULL;  
Prototipo;24051410;2024-5-14 19:28:55;86376.85;NULL;0.00;26.80;NULL;63.95;NULL;

### 10.11.3 Set de mediciones de la configuración del sensor 2 con periodo de 30 segundos

Prototipo;24051512;2024-5-15 8:14:41;NULL;86551.62;0.00;NULL;24.79;NULL;47.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:15:11;NULL;86550.30;0.00;NULL;24.92;NULL;45.20;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:15:41;NULL;86550.13;0.00;NULL;25.02;NULL;45.54;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:16:11;NULL;86549.89;0.00;NULL;25.08;NULL;46.61;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:16:41;NULL;86549.02;0.00;NULL;25.13;NULL;47.58;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:17:11;NULL;86551.34;0.00;NULL;25.16;NULL;48.44;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:17:41;NULL;86550.27;0.00;NULL;25.19;NULL;49.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:18:11;NULL;86548.98;0.00;NULL;25.21;NULL;49.90;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:18:41;NULL;86548.08;0.00;NULL;25.23;NULL;50.67;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:19:11;NULL;86552.20;0.00;NULL;25.26;NULL;51.22;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:19:41;NULL;86552.03;0.00;NULL;25.28;NULL;51.99;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:20:11;NULL;86549.20;0.00;NULL;25.29;NULL;52.18;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:20:41;NULL;86554.05;0.00;NULL;25.32;NULL;52.31;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:21:11;NULL;86551.92;0.00;NULL;25.33;NULL;52.41;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:21:41;NULL;86553.93;0.00;NULL;25.35;NULL;52.50;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:22:11;NULL;86554.11;0.00;NULL;25.36;NULL;52.55;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:22:41;NULL;86558.16;0.00;NULL;25.38;NULL;52.60;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:23:11;NULL;86553.36;0.00;NULL;25.39;NULL;52.65;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:23:41;NULL;86558.18;0.00;NULL;25.41;NULL;52.69;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:24:11;NULL;86556.19;0.00;NULL;25.42;NULL;52.74;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:24:41;NULL;86555.84;0.00;NULL;25.43;NULL;52.79;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:25:11;NULL;86557.73;0.00;NULL;25.44;NULL;52.80;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:25:41;NULL;86556.80;0.00;NULL;25.45;NULL;52.85;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:26:11;NULL;86557.47;0.00;NULL;25.46;NULL;52.88;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:26:41;NULL;86553.91;0.00;NULL;25.48;NULL;52.89;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:27:11;NULL;86551.68;0.00;NULL;25.49;NULL;52.92;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:27:41;NULL;86553.22;0.00;NULL;25.50;NULL;52.93;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:28:11;NULL;86554.67;0.00;NULL;25.51;NULL;52.98;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:28:41;NULL;86554.27;0.00;NULL;25.52;NULL;52.99;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:29:11;NULL;86550.30;0.00;NULL;25.54;NULL;53.01;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:29:41;NULL;86553.53;0.00;NULL;25.56;NULL;53.04;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:30:11;NULL;86549.49;0.00;NULL;25.57;NULL;53.04;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:30:41;NULL;86547.78;0.00;NULL;25.58;NULL;53.10;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:31:11;NULL;86551.33;0.00;NULL;25.61;NULL;53.12;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:31:41;NULL;86548.58;0.00;NULL;25.61;NULL;53.14;

Prototipo;24051512;2024-5-15 8:32:11;NULL;86546.84;0.00;NULL;25.63;NULL;53.16;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:32:41;NULL;86550.00;0.00;NULL;25.64;NULL;53.16;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:33:11;NULL;86546.37;0.00;NULL;25.66;NULL;53.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:33:41;NULL;86544.26;0.00;NULL;25.67;NULL;53.19;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:34:11;NULL;86542.05;0.00;NULL;25.68;NULL;53.21;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:34:41;NULL;86544.00;0.00;NULL;25.70;NULL;53.21;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:35:11;NULL;86547.27;0.00;NULL;25.72;NULL;53.23;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:35:41;NULL;86545.06;0.00;NULL;25.73;NULL;53.23;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:36:11;NULL;86540.16;0.00;NULL;25.75;NULL;53.23;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:36:41;NULL;86545.02;0.00;NULL;25.76;NULL;53.25;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:37:11;NULL;86541.26;0.00;NULL;25.77;NULL;53.26;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:37:41;NULL;86539.55;0.00;NULL;25.79;NULL;53.28;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:38:11;NULL;86538.42;0.00;NULL;25.81;NULL;53.28;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:38:41;NULL;86537.73;0.00;NULL;25.83;NULL;53.30;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:39:11;NULL;86537.01;0.00;NULL;25.84;NULL;53.31;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:39:41;NULL;86538.73;0.00;NULL;25.85;NULL;53.32;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:40:11;NULL;86535.61;0.00;NULL;25.86;NULL;53.35;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:40:41;NULL;86536.02;0.00;NULL;25.88;NULL;53.37;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:41:11;NULL;86540.98;0.00;NULL;25.90;NULL;53.38;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:41:41;NULL;86540.26;0.00;NULL;25.91;NULL;53.40;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:42:11;NULL;86538.41;0.00;NULL;25.94;NULL;53.40;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:42:41;NULL;86533.06;0.00;NULL;25.95;NULL;53.43;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:43:11;NULL;86532.92;0.00;NULL;25.97;NULL;53.44;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:43:41;NULL;86532.34;0.00;NULL;25.98;NULL;53.45;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:44:11;NULL;86534.91;0.00;NULL;26.00;NULL;53.48;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:44:41;NULL;86528.80;0.00;NULL;26.00;NULL;53.50;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:45:11;NULL;86533.44;0.00;NULL;26.02;NULL;53.50;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:45:41;NULL;86529.56;0.00;NULL;26.04;NULL;53.53;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:46:11;NULL;86531.14;0.00;NULL;26.05;NULL;53.55;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:46:41;NULL;86531.79;0.00;NULL;26.06;NULL;53.50;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:47:11;NULL;86528.67;0.00;NULL;26.05;NULL;53.53;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:47:41;NULL;86528.89;0.00;NULL;26.05;NULL;52.29;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:48:11;NULL;86528.53;0.00;NULL;26.04;NULL;52.96;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:48:41;NULL;86526.52;0.00;NULL;26.02;NULL;53.92;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:49:11;NULL;86525.02;0.00;NULL;26.00;NULL;54.34;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:49:41;NULL;86528.34;0.00;NULL;25.99;NULL;54.24;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:50:11;NULL;86527.23;0.00;NULL;25.96;NULL;54.37;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:50:41;NULL;86529.29;0.00;NULL;25.94;NULL;54.50;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:51:11;NULL;86528.93;0.00;NULL;25.92;NULL;54.52;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:51:41;NULL;86532.57;0.00;NULL;25.90;NULL;54.62;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:52:11;NULL;86530.47;0.00;NULL;25.89;NULL;54.69;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:52:41;NULL;86533.37;0.00;NULL;25.89;NULL;54.82;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:53:11;NULL;86536.72;0.00;NULL;25.88;NULL;54.78;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:53:41;NULL;86530.95;0.00;NULL;25.88;NULL;54.97;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:54:11;NULL;86532.27;0.00;NULL;25.89;NULL;55.00;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:54:41;NULL;86531.22;0.00;NULL;25.89;NULL;54.99;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:55:11;NULL;86529.34;0.00;NULL;25.90;NULL;54.97;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:55:41;NULL;86534.59;0.00;NULL;25.91;NULL;54.96;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:56:11;NULL;86532.50;0.00;NULL;25.91;NULL;54.96;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:56:41;NULL;86527.73;0.00;NULL;25.92;NULL;54.94;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:57:11;NULL;86525.80;0.00;NULL;25.92;NULL;54.95;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:57:41;NULL;86528.70;0.00;NULL;25.93;NULL;54.95;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:58:11;NULL;86530.23;0.00;NULL;25.93;NULL;54.88;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:58:41;NULL;86531.38;0.00;NULL;25.93;NULL;54.92;

Prototipo;24051512;2024-5-15 8:59:11;NULL;86529.19;0.00;NULL;25.93;NULL;54.85;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 8:59:41;NULL;86526.23;0.00;NULL;25.94;NULL;55.07;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:0:11;NULL;86524.30;0.00;NULL;25.94;NULL;55.10;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:0:41;NULL;86526.05;0.00;NULL;25.94;NULL;55.09;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:1:11;NULL;86525.31;0.00;NULL;25.95;NULL;55.10;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:1:41;NULL;86521.02;0.00;NULL;25.96;NULL;55.09;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:2:11;NULL;86524.08;0.00;NULL;25.96;NULL;55.11;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:2:41;NULL;86527.97;0.00;NULL;25.98;NULL;55.11;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:3:11;NULL;86522.31;0.00;NULL;25.97;NULL;55.09;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:3:41;NULL;86520.72;0.00;NULL;25.98;NULL;55.07;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:4:11;NULL;86520.04;0.00;NULL;25.98;NULL;55.06;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:4:41;NULL;86519.88;0.00;NULL;25.98;NULL;55.02;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:5:11;NULL;86517.19;0.00;NULL;25.99;NULL;55.07;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:5:41;NULL;86514.34;0.00;NULL;25.99;NULL;55.10;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:6:11;NULL;86519.55;0.00;NULL;25.99;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:6:41;NULL;86522.55;0.00;NULL;26.00;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:7:11;NULL;86520.35;0.00;NULL;26.00;NULL;55.19;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:7:41;NULL;86520.71;0.00;NULL;26.02;NULL;55.19;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:8:11;NULL;86524.66;0.00;NULL;26.02;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:8:41;NULL;86521.80;0.00;NULL;26.03;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:9:11;NULL;86520.51;0.00;NULL;26.04;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:9:41;NULL;86520.08;0.00;NULL;26.04;NULL;55.15;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:10:11;NULL;86518.81;0.00;NULL;26.04;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:10:41;NULL;86524.28;0.00;NULL;26.05;NULL;55.16;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:11:11;NULL;86527.24;0.00;NULL;26.05;NULL;55.20;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:11:41;NULL;86525.41;0.00;NULL;26.06;NULL;55.20;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:12:11;NULL;86523.95;0.00;NULL;26.06;NULL;55.21;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:12:41;NULL;86522.75;0.00;NULL;26.08;NULL;55.17;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:13:11;NULL;86528.36;0.00;NULL;26.08;NULL;55.23;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:13:41;NULL;86524.67;0.00;NULL;26.08;NULL;55.29;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:14:11;NULL;86522.73;0.00;NULL;26.09;NULL;55.32;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:14:41;NULL;86518.67;0.00;NULL;26.09;NULL;55.35;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:15:11;NULL;86524.62;0.00;NULL;26.09;NULL;55.35;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:15:41;NULL;86527.66;0.00;NULL;26.10;NULL;55.36;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:16:11;NULL;86521.64;0.00;NULL;26.10;NULL;55.35;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:16:41;NULL;86523.98;0.00;NULL;26.10;NULL;55.35;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:17:11;NULL;86523.47;0.00;NULL;26.11;NULL;55.36;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:17:41;NULL;86523.69;0.00;NULL;26.11;NULL;55.36;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:18:11;NULL;86523.34;0.00;NULL;26.12;NULL;55.37;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:18:41;NULL;86521.36;0.00;NULL;26.12;NULL;55.40;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:19:11;NULL;86522.75;0.00;NULL;26.11;NULL;55.36;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:19:41;NULL;86524.89;0.00;NULL;26.11;NULL;55.27;  
Prototipo;24051512;2024-5-15 9:20:11;NULL;86519.57;0.00;NULL;26.11;NULL;55.33;

#### **10.11.4 Set de mediciones de la configuración del sensor 2 con periodo de 5 minutos**

Prototipo;24051501;2024-5-15 9:28:45;NULL;86498.44;0.00;NULL;26.85;NULL;55.31;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:33:45;NULL;86498.25;0.00;NULL;26.84;NULL;55.52;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:38:45;NULL;86496.44;0.00;NULL;26.60;NULL;55.76;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:43:45;NULL;86493.84;0.00;NULL;26.55;NULL;55.97;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:48:45;NULL;86497.96;0.00;NULL;26.59;NULL;55.89;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:53:45;NULL;86481.37;0.00;NULL;26.68;NULL;56.08;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 9:58:45;NULL;86467.52;0.00;NULL;26.74;NULL;56.19;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:3:45;NULL;86469.45;0.00;NULL;26.67;NULL;56.38;

Prototipo;24051501;2024-5-15 10:8:45;NULL;86466.77;0.00;NULL;26.60;NULL;56.41;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:13:45;NULL;86461.22;0.00;NULL;26.58;NULL;56.42;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:18:45;NULL;86453.05;0.00;NULL;26.54;NULL;56.52;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:23:45;NULL;86447.63;0.00;NULL;26.56;NULL;56.66;  
Prototipo;24051501;2024-5-15 10:28:45;NULL;86440.17;0.00;NULL;26.55;NULL;56.74;

### **10.11.5 Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 10 segundos**

Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:30;86318.06;86390.55;72.48;25.05;24.74;70.84;36.56;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:40;86315.17;86387.64;72.47;25.04;24.74;70.84;36.58;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:16:50;86317.02;86389.45;72.43;25.04;24.74;70.84;36.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:0;86317.73;86390.48;72.75;25.05;24.74;70.84;36.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:10;86317.22;86387.75;70.53;25.05;24.73;70.83;36.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:20;86316.86;86386.11;69.25;25.04;24.73;70.83;36.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:30;86315.01;86388.02;73.01;25.04;24.74;70.83;36.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:40;86318.57;86390.58;72.01;25.05;24.74;70.83;36.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:17:50;86316.38;86388.51;72.13;25.05;24.74;70.83;36.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:0;86315.23;86387.78;72.55;25.05;24.74;70.83;36.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:10;86317.75;86391.40;73.65;25.05;24.74;70.83;36.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:20;86315.93;86389.85;73.92;25.05;24.75;70.83;36.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:30;86314.22;86389.63;75.41;25.05;24.75;70.84;36.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:40;86313.23;86388.66;75.42;25.05;24.75;70.83;36.64;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:18:50;86314.59;86388.20;73.60;25.06;24.77;70.87;36.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:0;86318.49;86388.49;70.00;25.08;24.78;70.89;36.56;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:10;86316.55;86387.77;71.22;25.09;24.79;70.86;36.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:20;86315.28;86386.69;71.41;25.09;24.78;70.84;36.58;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:30;86310.80;86387.54;76.73;25.09;24.77;70.82;36.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:40;86313.90;86387.52;73.62;25.07;24.74;70.81;36.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:19:50;86317.07;86391.61;74.54;25.05;24.71;70.82;36.68;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:0;86313.55;86387.41;73.85;25.03;24.71;70.85;36.62;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:10;86314.77;86385.66;70.89;25.02;24.69;70.88;36.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:20;86313.30;86386.94;73.64;25.00;24.67;70.90;36.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:30;86313.41;86385.69;72.27;24.99;24.67;70.97;36.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:40;86314.32;86383.30;68.98;24.98;24.66;71.02;36.46;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:20:50;86312.13;86384.09;71.97;24.98;24.67;71.06;36.36;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:0;86312.77;86383.28;70.52;24.98;24.67;71.09;36.28;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:10;86310.20;86386.33;76.13;24.97;24.67;71.11;36.22;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:20;86310.02;86381.22;71.20;24.97;24.66;71.13;36.15;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:30;86312.05;86384.44;72.39;24.97;24.66;71.16;36.07;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:40;86313.53;86383.29;69.76;24.97;24.65;71.17;36.04;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:21:50;86313.84;86383.48;69.63;24.96;24.65;71.17;35.96;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:0;86312.57;86385.28;72.71;24.95;24.64;71.15;35.95;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:10;86313.34;86383.66;70.33;24.94;24.62;71.14;35.93;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:20;86311.56;86383.72;72.16;24.93;24.62;71.17;35.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:30;86315.78;86384.59;68.80;24.93;24.62;71.18;35.87;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:40;86318.44;86383.23;64.80;24.93;24.61;71.16;35.82;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:22:50;86312.50;86385.28;72.78;24.92;24.61;71.18;35.81;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:0;86312.27;86384.03;71.77;24.92;24.60;71.18;35.80;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:10;86314.05;86381.69;67.64;24.90;24.58;71.18;35.78;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:20;86314.81;86385.78;70.97;24.90;24.59;71.20;35.77;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:30;86316.78;86381.64;64.86;24.89;24.58;71.21;35.71;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:40;86313.70;86382.35;68.66;24.89;24.58;71.23;35.68;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:23:50;86313.09;86382.80;69.70;24.89;24.58;71.24;35.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:0;86311.91;86380.16;68.25;24.89;24.57;71.23;35.63;

Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:10;86314.69;86380.24;65.55;24.88;24.56;71.21;35.62;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:20;86310.63;86382.20;71.58;24.88;24.56;71.22;35.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:30;86310.56;86381.27;70.70;24.87;24.57;71.23;35.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:40;86312.80;86382.05;69.25;24.88;24.56;71.23;35.64;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:24:50;86310.41;86378.81;68.40;24.88;24.56;71.23;35.62;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:00;86306.97;86382.86;75.89;24.87;24.56;71.24;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:10;86308.77;86381.42;72.66;24.88;24.57;71.25;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:20;86308.75;86381.48;72.73;24.88;24.57;71.25;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:30;86309.53;86380.37;70.84;24.89;24.57;71.25;35.58;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:40;86305.16;86379.94;74.78;24.89;24.58;71.24;35.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:25:50;86308.05;86377.53;69.48;24.89;24.58;71.25;35.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:00;86307.36;86378.36;71.00;24.89;24.57;71.21;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:10;86306.45;86375.43;68.98;24.89;24.55;71.19;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:20;86305.50;86376.09;70.59;24.87;24.55;71.20;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:30;86307.04;86373.91;66.87;24.88;24.55;71.21;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:40;86306.20;86377.02;70.82;24.88;24.55;71.21;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:26:50;86305.83;86371.72;65.89;24.87;24.55;71.21;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:00;86301.84;86373.13;71.28;24.86;24.54;71.20;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:10;86302.46;86372.65;70.19;24.85;24.53;71.19;35.62;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:20;86301.12;86370.12;68.99;24.85;24.54;71.21;35.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:30;86299.59;86370.61;71.02;24.85;24.54;71.24;35.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:40;86303.14;86372.19;69.05;24.85;24.55;71.24;35.62;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:27:50;86302.44;86368.15;65.71;24.85;24.54;71.25;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:00;86304.03;86369.95;65.92;24.86;24.54;71.25;35.58;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:10;86301.00;86372.26;71.26;24.86;24.55;71.25;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:20;86301.91;86370.62;68.71;24.87;24.55;71.25;35.56;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:30;86301.62;86368.91;67.28;24.87;24.56;71.26;35.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:40;86300.69;86371.84;71.16;24.88;24.56;71.26;35.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:28:50;86298.69;86371.89;73.20;24.89;24.57;71.26;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:00;86296.77;86369.81;73.05;24.88;24.57;71.25;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:10;86296.64;86367.52;70.87;24.88;24.58;71.26;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:20;86297.63;86367.52;69.88;24.88;24.58;71.25;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:30;86298.69;86368.73;70.04;24.89;24.57;71.24;35.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:40;86297.23;86367.02;69.78;24.89;24.58;71.24;35.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:29:50;86293.03;86366.25;73.22;24.89;24.58;71.24;35.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:00;86293.20;86368.58;75.37;24.89;24.59;71.23;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:10;86293.56;86366.61;73.05;24.90;24.59;71.23;35.56;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:20;86293.05;86367.20;74.15;24.90;24.60;71.22;35.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:30;86293.24;86366.06;72.82;24.90;24.59;71.20;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:40;86291.39;86364.90;73.51;24.90;24.60;71.20;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:30:50;86295.70;86363.06;67.36;24.91;24.59;71.19;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:00;86292.31;86364.47;72.16;24.91;24.60;71.20;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:10;86293.45;86363.82;70.37;24.93;24.64;71.23;35.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:20;86290.75;86362.88;72.12;24.94;24.64;71.22;35.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:30;86293.72;86363.80;70.08;24.96;24.65;71.16;35.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:40;86291.14;86363.02;71.87;24.95;24.63;71.12;35.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:31:50;86291.70;86361.35;69.65;24.96;24.64;71.11;35.67;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:00;86290.83;86361.14;70.31;24.95;24.63;71.05;35.75;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:10;86289.92;86360.66;70.74;24.95;24.63;71.04;35.80;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:20;86288.70;86361.04;72.34;24.94;24.63;71.03;35.83;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:30;86289.95;86359.63;69.68;24.95;24.62;71.03;35.85;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:40;86287.92;86361.62;73.70;24.95;24.63;71.03;35.87;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:32:50;86288.90;86358.18;69.28;24.93;24.59;70.95;35.93;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:00;86289.84;86358.63;68.79;24.92;24.59;70.97;36.01;

Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:10;86284.16;86356.72;72.56;24.90;24.58;70.97;36.02;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:20;86286.92;86354.56;67.64;24.89;24.55;70.91;36.05;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:30;86284.91;86355.17;70.27;24.87;24.54;70.90;36.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:40;86284.08;86352.27;68.20;24.85;24.54;70.97;36.14;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:33:50;86280.69;86352.55;71.87;24.85;24.53;70.99;36.12;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:00;86281.50;86352.27;70.77;24.84;24.54;71.02;36.10;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:10;86281.48;86354.53;73.05;24.84;24.53;71.04;36.09;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:20;86282.52;86353.48;70.96;24.84;24.54;71.08;36.06;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:30;86283.70;86351.17;67.47;24.84;24.54;71.10;36.02;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:40;86280.36;86353.79;73.43;24.85;24.55;71.11;36.02;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:34:50;86278.40;86352.20;73.80;24.86;24.56;71.11;36.00;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:00;86280.78;86350.44;69.66;24.86;24.56;71.11;35.97;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:10;86278.44;86350.67;72.23;24.86;24.56;71.13;35.95;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:20;86276.99;86348.28;71.29;24.87;24.57;71.14;35.93;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:30;86276.70;86349.67;72.98;24.88;24.57;71.13;35.93;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:40;86279.80;86349.72;69.92;24.89;24.58;71.13;35.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:35:50;86274.44;86348.75;74.31;24.89;24.59;71.14;35.91;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:00;86278.06;86350.44;72.37;24.90;24.60;71.13;35.91;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:10;86273.92;86348.47;74.55;24.91;24.61;71.14;35.89;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:20;86272.97;86346.97;74.00;24.92;24.62;71.12;35.88;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:30;86275.59;86347.00;71.41;24.93;24.63;71.11;35.89;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:40;86276.54;86346.07;69.53;24.94;24.64;71.10;35.90;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:36:50;86277.08;86345.58;68.50;24.94;24.64;71.08;35.91;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:00;86277.16;86348.69;71.53;24.95;24.65;71.06;35.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:10;86276.66;86347.48;70.83;24.95;24.65;71.06;35.97;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:20;86274.70;86347.98;73.27;24.96;24.65;71.05;35.98;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:30;86275.78;86347.84;72.06;24.97;24.66;71.04;35.99;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:40;86277.69;86347.83;70.14;24.98;24.67;71.02;35.99;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:37:50;86277.05;86347.27;70.21;24.98;24.68;71.01;36.02;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:00;86274.95;86343.51;68.56;24.99;24.68;71.00;36.05;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:10;86275.98;86344.00;68.02;25.00;24.68;70.97;36.06;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:20;86272.92;86347.72;74.80;24.99;24.68;70.93;36.12;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:30;86273.68;86344.33;70.65;24.98;24.67;70.89;36.19;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:40;86272.46;86344.30;71.84;24.98;24.66;70.87;36.27;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:38:50;86276.24;86341.72;65.48;24.97;24.65;70.89;36.30;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:00;86271.56;86345.61;74.05;24.97;24.66;70.90;36.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:10;86272.78;86341.87;69.09;24.98;24.65;70.90;36.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:20;86270.16;86343.42;73.27;24.96;24.66;70.92;36.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:30;86271.86;86340.96;69.10;24.97;24.66;70.92;36.32;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:40;86269.98;86342.28;72.30;24.96;24.66;70.93;36.30;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:39:50;86272.22;86342.59;70.37;24.97;24.66;70.94;36.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:00;86270.51;86341.57;71.06;24.97;24.65;70.95;36.30;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:10;86271.07;86341.05;69.98;24.97;24.65;70.95;36.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:20;86268.35;86340.63;72.28;24.97;24.66;70.98;36.30;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:30;86268.02;86339.86;71.84;24.97;24.65;70.98;36.28;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:40;86269.83;86339.65;69.82;24.97;24.66;70.99;36.27;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:40:50;86267.09;86340.04;72.95;24.96;24.64;70.99;36.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:00;86264.11;86338.20;74.09;24.95;24.63;70.99;36.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:10;86264.77;86333.71;68.95;24.94;24.62;71.00;36.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:20;86265.91;86333.56;67.66;24.94;24.61;71.01;36.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:30;86261.41;86334.56;73.16;24.93;24.61;71.04;36.21;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:40;86262.67;86334.34;71.66;24.92;24.60;71.07;36.17;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:41:50;86263.50;86334.75;71.25;24.92;24.58;71.09;36.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:00;86265.59;86334.05;68.46;24.90;24.56;71.12;36.07;

Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:10;86262.14;86331.42;69.28;24.89;24.56;71.14;36.02;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:20;86260.19;86328.92;68.73;24.88;24.54;71.19;35.96;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:30;86260.05;86330.19;70.14;24.86;24.54;71.21;35.90;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:40;86260.73;86330.27;69.54;24.86;24.54;71.26;35.84;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:42:50;86256.52;86332.91;76.38;24.84;24.53;71.29;35.77;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:0;86258.02;86331.16;73.15;24.84;24.52;71.32;35.69;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:10;86260.13;86328.20;68.08;24.83;24.51;71.36;35.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:20;86259.30;86333.67;74.37;24.83;24.52;71.40;35.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:30;86258.55;86330.42;71.87;24.82;24.50;71.43;35.45;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:40;86259.48;86330.27;70.78;24.81;24.50;71.47;35.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:43:50;86258.48;86331.41;72.93;24.81;24.50;71.50;35.25;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:0;86257.95;86329.48;71.53;24.81;24.49;71.53;35.14;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:10;86257.55;86328.89;71.34;24.80;24.49;71.57;35.06;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:20;86255.53;86330.05;74.52;24.80;24.49;71.61;34.98;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:30;86254.48;86326.66;72.17;24.80;24.48;71.63;34.85;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:40;86256.47;86330.55;74.09;24.79;24.48;71.67;34.76;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:44:50;86255.77;86324.97;69.20;24.79;24.47;71.70;34.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:0;86256.70;86328.81;72.11;24.78;24.48;71.71;34.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:10;86256.17;86327.12;70.95;24.78;24.46;71.73;34.48;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:20;86254.22;86327.80;73.58;24.77;24.46;71.74;34.40;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:30;86253.72;86324.85;71.13;24.77;24.45;71.78;34.32;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:40;86252.33;86328.35;76.02;24.76;24.45;71.81;34.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:45:50;86255.34;86324.64;69.30;24.76;24.45;71.83;34.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:0;86255.01;86327.41;72.40;24.76;24.44;71.85;34.03;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:10;86253.80;86325.57;71.77;24.76;24.43;71.88;33.91;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:20;86253.45;86323.63;70.18;24.76;24.44;71.90;33.81;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:30;86251.73;86324.14;72.41;24.75;24.44;71.92;33.73;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:40;86252.56;86325.51;72.95;24.75;24.44;71.94;33.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:46:50;86251.02;86325.83;74.81;24.75;24.44;71.95;33.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:0;86250.20;86325.39;75.19;24.75;24.44;71.96;33.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:10;86252.40;86326.59;74.20;24.75;24.44;71.98;33.47;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:20;86251.23;86324.57;73.34;24.75;24.44;71.99;33.42;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:30;86252.38;86320.10;67.72;24.75;24.43;72.02;33.34;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:40;86251.69;86323.93;72.24;24.75;24.44;72.03;33.29;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:47:50;86249.64;86324.80;75.16;24.74;24.44;72.04;33.24;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:0;86252.06;86323.26;71.20;24.75;24.44;72.05;33.17;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:10;86249.20;86324.95;75.75;24.75;24.44;72.06;33.10;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:20;86250.19;86324.57;74.38;24.75;24.44;72.08;33.04;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:30;86248.52;86323.14;74.62;24.75;24.44;72.10;32.98;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:40;86250.04;86320.41;70.37;24.75;24.44;72.11;32.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:48:50;86251.69;86317.24;65.55;24.75;24.44;72.12;32.87;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:0;86249.53;86323.91;74.38;24.75;24.44;72.13;32.82;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:10;86249.38;86322.66;73.28;24.75;24.44;72.14;32.77;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:20;86248.54;86321.66;73.12;24.75;24.44;72.15;32.68;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:30;86248.14;86320.86;72.72;24.75;24.45;72.16;32.65;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:40;86249.52;86320.67;71.16;24.75;24.44;72.17;32.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:49:50;86249.20;86321.61;72.41;24.75;24.44;72.19;32.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:0;86247.19;86320.67;73.48;24.75;24.44;72.20;32.51;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:10;86247.87;86317.55;69.69;24.75;24.44;72.20;32.44;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:20;86249.58;86320.53;70.95;24.76;24.45;72.21;32.41;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:30;86248.73;86321.41;72.67;24.76;24.45;72.22;32.36;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:40;86246.58;86321.13;74.55;24.76;24.45;72.22;32.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:50:50;86250.83;86320.14;69.31;24.77;24.45;72.23;32.27;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:0;86248.17;86323.41;75.23;24.77;24.46;72.23;32.22;

Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:10;86246.48;86321.77;75.28;24.77;24.46;72.24;32.21;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:20;86247.17;86322.70;75.53;24.77;24.46;72.24;32.00;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:30;86249.35;86321.11;71.76;24.77;24.46;72.25;31.97;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:40;86252.27;86319.56;67.29;24.78;24.46;72.27;31.90;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:51:50;86252.59;86320.99;68.40;24.78;24.46;72.28;31.88;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:0;86250.40;86322.52;72.12;24.78;24.46;72.28;31.83;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:10;86248.72;86319.73;71.01;24.78;24.46;72.29;31.75;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:20;86250.76;86326.46;75.70;24.78;24.47;72.29;31.71;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:30;86251.28;86320.11;68.83;24.78;24.47;72.31;31.68;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:40;86250.08;86325.41;75.33;24.78;24.47;72.32;31.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:52:50;86254.48;86323.67;69.19;24.78;24.47;72.33;31.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:0;86251.95;86324.20;72.25;24.78;24.47;72.34;31.48;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:10;86254.17;86324.14;69.97;24.78;24.47;72.35;31.44;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:20;86251.43;86324.16;72.73;24.78;24.47;72.36;31.41;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:30;86252.44;86324.05;71.61;24.78;24.48;72.37;31.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:40;86251.64;86323.61;71.97;24.79;24.48;72.38;31.29;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:53:50;86249.28;86327.59;78.31;24.78;24.48;72.42;31.24;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:0;86255.30;86327.50;72.20;24.80;24.48;72.42;31.16;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:10;86249.17;86323.72;74.55;24.79;24.48;72.44;31.11;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:20;86254.95;86326.94;71.99;24.79;24.48;72.45;31.07;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:30;86252.38;86327.61;75.23;24.79;24.47;72.47;31.00;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:40;86254.12;86325.86;71.73;24.80;24.48;72.48;30.96;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:54:50;86255.92;86327.17;71.25;24.79;24.48;72.49;30.89;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:0;86254.09;86325.23;71.15;24.79;24.49;72.53;30.81;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:10;86253.30;86326.74;73.45;24.80;24.50;72.53;30.71;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:20;86255.19;86329.90;74.71;24.80;24.52;72.55;30.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:30;86252.77;86330.67;77.91;24.82;24.52;72.53;30.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:40;86251.64;86326.38;74.74;24.82;24.53;72.53;30.55;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:55:50;86256.67;86330.25;73.58;24.84;24.55;72.52;30.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:0;86253.96;86329.24;75.28;24.86;24.56;72.49;30.51;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:10;86254.69;86327.14;72.45;24.87;24.57;72.48;30.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:20;86256.98;86328.66;71.67;24.88;24.59;72.46;30.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:30;86257.98;86329.41;71.42;24.90;24.61;72.43;30.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:40;86258.45;86327.35;68.90;24.92;24.62;72.41;30.57;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:56:50;86258.22;86332.48;74.26;24.93;24.64;72.38;30.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:0;86256.69;86328.19;71.50;24.95;24.66;72.34;30.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:10;86256.80;86324.72;67.91;24.96;24.67;72.31;30.66;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:20;86255.70;86327.44;71.73;24.97;24.69;72.29;30.71;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:30;86256.98;86325.28;68.30;24.98;24.70;72.25;30.75;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:40;86258.02;86325.92;67.91;25.01;24.71;72.22;30.82;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:57:50;86256.20;86327.03;70.83;25.01;24.73;72.18;30.88;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:0;86254.42;86325.67;71.25;25.02;24.74;72.15;30.97;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:10;86255.45;86326.67;71.23;25.04;24.75;72.13;31.04;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:20;86254.53;86325.58;71.05;25.06;24.77;72.09;31.10;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:30;86253.80;86327.72;73.91;25.07;24.78;72.06;31.16;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:40;86254.05;86325.73;71.69;25.08;24.79;72.02;31.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:58:50;86253.69;86322.48;68.79;25.09;24.80;72.00;31.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:0;86253.42;86322.97;69.55;25.10;24.81;71.96;31.46;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:10;86251.13;86324.03;72.91;25.11;24.82;71.93;31.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:20;86252.38;86322.44;70.06;25.12;24.83;71.90;31.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:30;86245.86;86319.27;73.41;25.13;24.83;71.88;31.71;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:40;86246.73;86317.61;70.87;25.14;24.84;71.84;31.79;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 12:59:50;86248.19;86317.76;69.57;25.15;24.86;71.81;31.89;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:0;86246.26;86317.78;71.52;25.16;24.87;71.79;31.98;

Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:10;86247.53;86320.56;73.03;25.17;24.88;71.76;32.11;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:20;86247.92;86318.48;70.55;25.18;24.88;71.71;32.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:30;86250.72;86322.41;71.69;25.19;24.90;71.69;32.34;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:40;86251.48;86322.62;71.13;25.20;24.91;71.66;32.43;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:0:50;86251.35;86319.98;68.63;25.20;24.91;71.64;32.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:0;86246.50;86319.92;73.42;25.21;24.92;71.61;32.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:10;86247.72;86321.83;74.11;25.21;24.92;71.60;32.68;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:20;86244.52;86321.41;76.88;25.22;24.93;71.56;32.75;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:30;86248.73;86322.91;74.18;25.24;24.94;71.54;32.82;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:40;86249.47;86320.59;71.12;25.24;24.94;71.52;32.90;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:1:50;86249.66;86321.44;71.78;25.25;24.95;71.51;32.96;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:0;86247.82;86322.36;74.54;25.25;24.96;71.49;33.01;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:10;86249.24;86319.69;70.45;25.26;24.97;71.48;33.08;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:20;86247.59;86321.70;74.11;25.26;24.97;71.46;33.15;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:30;86248.52;86322.64;74.12;25.27;24.97;71.44;33.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:40;86253.31;86321.24;67.93;25.28;24.98;71.43;33.29;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:2:50;86251.25;86322.28;71.03;25.28;24.98;71.42;33.35;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:0;86251.01;86322.77;71.77;25.29;24.99;71.40;33.40;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:10;86254.28;86323.36;69.08;25.30;25.00;71.37;33.45;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:20;86253.47;86324.92;71.45;25.30;25.01;71.36;33.52;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:30;86249.46;86328.42;78.96;25.31;25.01;71.34;33.58;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:40;86251.87;86326.63;74.76;25.31;25.01;71.33;33.63;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:3:50;86252.74;86326.13;73.38;25.32;25.02;71.31;33.69;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:0;86251.41;86324.58;73.17;25.32;25.03;71.29;33.76;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:10;86254.19;86325.45;71.26;25.33;25.03;71.28;33.82;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:20;86253.17;86325.66;72.48;25.33;25.03;71.28;33.86;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:30;86257.77;86327.56;69.80;25.33;25.05;71.26;33.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:40;86254.28;86329.54;75.26;25.34;25.05;71.25;33.99;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:4:50;86254.03;86329.35;75.32;25.35;25.05;71.25;34.01;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:0;86254.72;86325.83;71.11;25.35;25.06;71.24;34.06;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:10;86252.88;86324.91;72.03;25.35;25.05;71.23;34.09;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:20;86254.23;86330.60;76.37;25.35;25.06;71.21;34.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:30;86254.78;86326.77;71.99;25.36;25.07;71.20;34.17;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:40;86255.32;86328.45;73.12;25.36;25.08;71.19;34.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:5:50;86253.48;86325.02;71.53;25.37;25.07;71.18;34.27;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:0;86252.66;86328.43;75.77;25.37;25.08;71.17;34.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:10;86253.02;86324.92;71.91;25.37;25.08;71.15;34.35;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:20;86249.86;86328.17;78.31;25.38;25.09;71.14;34.40;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:30;86256.28;86327.18;70.90;25.38;25.09;71.12;34.47;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:40;86253.99;86325.23;71.24;25.39;25.10;71.12;34.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:6:50;86256.71;86324.63;67.91;25.39;25.10;71.10;34.60;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:0;86253.55;86326.60;73.05;25.40;25.10;71.08;34.65;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:10;86254.95;86329.77;74.82;25.40;25.10;71.07;34.73;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:20;86252.44;86325.62;73.18;25.41;25.10;71.04;34.81;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:30;86250.45;86325.64;75.19;25.41;25.11;71.03;34.88;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:40;86254.02;86327.90;73.88;25.41;25.12;71.01;34.95;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:7:50;86253.84;86327.78;73.94;25.41;25.12;70.99;35.03;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:0;86250.64;86324.45;73.80;25.41;25.12;70.97;35.05;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:10;86251.52;86325.05;73.53;25.42;25.12;70.96;35.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:20;86253.09;86322.19;69.09;25.43;25.12;70.94;35.18;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:30;86250.75;86323.05;72.30;25.43;25.13;70.93;35.25;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:40;86253.32;86325.94;72.62;25.43;25.14;70.90;35.34;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:8:50;86255.37;86328.08;72.71;25.44;25.14;70.89;35.38;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:0;86252.88;86328.13;75.25;25.44;25.14;70.88;35.44;

Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:10;86254.41;86329.06;74.66;25.44;25.15;70.87;35.53;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:20;86248.38;86326.91;78.53;25.45;25.15;70.85;35.59;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:30;86252.83;86326.95;74.12;25.45;25.16;70.85;35.65;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:40;86254.22;86329.58;75.36;25.46;25.16;70.83;35.70;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:9:50;86257.23;86330.41;73.17;25.46;25.16;70.80;35.77;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:0;86252.67;86326.03;73.36;25.46;25.15;70.80;35.83;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:10;86255.67;86326.02;70.34;25.45;25.16;70.79;35.89;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:20;86254.01;86329.42;75.41;25.45;25.16;70.77;35.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:30;86253.67;86329.63;75.96;25.45;25.16;70.76;36.00;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:40;86257.95;86329.63;71.69;25.46;25.16;70.76;36.04;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:10:50;86258.45;86330.24;71.79;25.46;25.16;70.76;36.09;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:0;86255.88;86328.16;72.27;25.46;25.16;70.75;36.12;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:10;86259.31;86331.89;72.58;25.46;25.17;70.75;36.16;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:20;86257.29;86331.94;74.65;25.46;25.17;70.75;36.18;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:30;86255.95;86331.05;75.09;25.47;25.17;70.75;36.22;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:40;86257.53;86331.47;73.94;25.47;25.18;70.75;36.23;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:11:50;86254.48;86334.58;80.10;25.47;25.19;70.74;36.24;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:0;86256.52;86332.34;75.83;25.47;25.18;70.74;36.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:10;86257.78;86331.78;74.00;25.48;25.19;70.74;36.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:20;86257.30;86334.63;77.32;25.49;25.20;70.74;36.35;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:30;86257.66;86331.05;73.39;25.49;25.20;70.69;36.37;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:40;86256.88;86333.57;76.69;25.50;25.20;70.72;36.38;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:12:50;86257.13;86334.70;77.58;25.51;25.21;70.70;36.39;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:0;86259.19;86335.92;76.73;25.51;25.22;70.69;36.44;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:10;86257.54;86334.05;76.51;25.52;25.22;70.66;36.48;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:20;86257.24;86333.27;76.03;25.52;25.23;70.65;36.54;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:30;86258.61;86333.14;74.53;25.53;25.24;70.63;36.61;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:40;86255.42;86334.29;78.87;25.53;25.24;70.61;36.67;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:13:50;86254.47;86333.84;79.37;25.54;25.24;70.60;36.77;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:0;86258.55;86332.43;73.88;25.54;25.24;70.58;36.85;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:10;86258.05;86332.25;74.20;25.54;25.25;70.57;36.92;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:20;86251.65;86329.56;77.91;25.54;25.25;70.55;36.95;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:30;86254.35;86331.05;76.70;25.54;25.25;70.54;37.01;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:40;86254.45;86331.62;77.17;25.55;25.26;70.54;37.07;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:14:50;86253.64;86329.38;75.74;25.56;25.26;70.53;37.13;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:0;86253.48;86327.77;74.29;25.56;25.27;70.53;37.16;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:10;86249.65;86325.95;76.30;25.57;25.27;70.53;37.18;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:20;86252.50;86330.23;77.73;25.56;25.28;70.53;37.19;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:30;86250.66;86325.04;74.38;25.57;25.27;70.53;37.19;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:40;86251.41;86325.40;73.99;25.58;25.28;70.53;37.21;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:15:50;86247.17;86325.02;77.84;25.57;25.28;70.53;37.21;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:0;86248.52;86323.49;74.98;25.57;25.28;70.52;37.25;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:10;86244.78;86323.59;78.80;25.57;25.28;70.52;37.26;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:20;86248.26;86324.79;76.53;25.58;25.28;70.52;37.27;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:30;86247.62;86323.08;75.46;25.59;25.29;70.51;37.29;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:40;86246.77;86324.02;77.24;25.59;25.29;70.50;37.31;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:16:50;86246.61;86323.90;77.29;25.59;25.29;70.49;37.33;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:17:0;86246.45;86323.62;77.16;25.59;25.29;70.49;37.36;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:17:10;86250.02;86323.69;73.67;25.59;25.30;70.48;37.40;  
Prototipo;24051301;2024-5-13 13:17:20;86251.94;86324.44;72.50;25.60;25.29;70.46;37.42;

#### **10.11.6 Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 30 segundos**

Prototipo;24051100;2024-5-11 16:32:19;86161.42;86235.16;73.73;30.58;29.97;51.26;56.74;

Prototipo;24051100;2024-5-11 16:32:49;86161.60;86236.33;74.73;30.58;29.97;51.46;57.07;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:33:19;86159.37;86238.45;79.07;30.58;29.98;51.54;57.13;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:33:49;86160.07;86237.58;77.51;30.58;29.98;51.44;56.91;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:34:19;86162.64;86238.98;76.34;30.59;30.01;51.50;56.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:34:49;86162.95;86236.19;73.23;30.58;30.02;51.57;56.87;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:35:19;86160.83;86233.38;72.55;30.57;30.02;51.66;56.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:35:49;86162.20;86237.05;74.84;30.54;30.01;51.75;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:36:19;86160.23;86234.02;73.78;30.53;30.01;51.85;57.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:36:49;86161.57;86235.55;73.98;30.52;30.01;51.82;57.02;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:37:19;86161.92;86234.20;72.28;30.52;30.02;51.81;56.96;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:37:49;86163.48;86235.55;72.06;30.53;30.03;51.90;57.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:38:19;86161.77;86235.02;73.25;30.53;30.04;51.92;57.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:38:49;86164.72;86234.13;69.41;30.54;30.06;51.86;56.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:39:19;86166.30;86235.78;69.48;30.54;30.08;51.85;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:39:49;86164.30;86236.65;72.34;30.55;30.10;51.93;56.97;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:40:19;86161.80;86237.28;75.48;30.56;30.12;51.90;56.94;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:40:49;86158.90;86234.83;75.93;30.56;30.13;51.90;56.95;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:41:19;86157.66;86238.22;80.55;30.58;30.16;51.87;56.90;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:41:49;86161.46;86237.69;76.23;30.59;30.16;51.84;56.82;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:42:19;86165.30;86239.46;74.16;30.61;30.18;51.87;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:42:49;86165.22;86240.51;75.29;30.62;30.19;51.84;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:43:19;86166.30;86239.47;73.17;30.63;30.21;51.79;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:43:49;86168.86;86247.02;78.16;30.63;30.22;51.82;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:44:19;86168.19;86245.17;76.98;30.63;30.23;51.82;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:44:49;86170.42;86246.62;76.20;30.63;30.23;51.79;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:45:19;86173.05;86246.59;73.55;30.65;30.24;51.78;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:45:49;86168.58;86245.42;76.84;30.64;30.26;51.77;56.63;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:46:19;86165.89;86249.03;83.14;30.65;30.27;51.73;56.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:46:49;86164.77;86243.87;79.11;30.66;30.28;51.74;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:47:19;86167.34;86243.09;75.76;30.66;30.28;51.72;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:47:49;86163.17;86238.95;75.78;30.65;30.29;51.72;56.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:48:19;86164.39;86243.31;78.92;30.65;30.29;51.73;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:48:49;86164.19;86239.80;75.61;30.67;30.30;51.74;56.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:49:19;86162.02;86237.37;75.35;30.68;30.31;51.71;56.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:49:49;86165.84;86242.19;76.34;30.70;30.32;51.74;56.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:50:19;86167.20;86243.39;76.19;30.70;30.32;51.73;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:50:49;86168.55;86241.94;73.39;30.69;30.32;51.72;56.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:51:19;86169.06;86243.18;74.12;30.69;30.32;51.74;56.48;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:51:49;86169.92;86244.43;74.51;30.70;30.32;51.76;56.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:52:19;86169.81;86245.16;75.34;30.70;30.34;51.76;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:52:49;86171.17;86246.28;75.11;30.70;30.34;51.79;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:53:19;86171.55;86249.48;77.94;30.71;30.35;51.79;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:53:49;86174.70;86245.63;70.93;30.72;30.35;51.79;56.53;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:54:19;86178.69;86250.66;71.97;30.73;30.37;51.85;56.65;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:54:49;86179.96;86253.34;73.38;30.75;30.38;52.03;56.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:55:19;86176.54;86254.05;77.51;30.74;30.38;51.90;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:55:49;86181.75;86256.39;74.64;30.76;30.40;51.90;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:56:19;86185.39;86258.11;72.72;30.77;30.41;51.91;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:56:49;86184.98;86254.95;69.98;30.79;30.41;51.97;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:57:19;86184.38;86260.23;75.85;30.77;30.43;51.90;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:57:49;86184.45;86260.23;75.78;30.79;30.43;51.90;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:58:19;86185.00;86260.97;75.97;30.79;30.44;51.92;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:58:49;86185.80;86257.41;71.60;30.82;30.45;51.79;56.57;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 16:59:19;86185.53;86257.66;72.12;30.82;30.45;51.77;56.53;

Prototipo;24051100;2024-5-11 16:59:49;86187.68;86256.78;69.10;30.82;30.45;51.83;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:0:19;86186.63;86259.06;72.43;30.81;30.45;51.81;56.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:0:49;86189.19;86259.85;70.66;30.81;30.44;51.78;56.52;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:1:19;86188.41;86260.22;71.81;30.79;30.44;51.77;56.51;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:1:49;86189.60;86267.47;77.87;30.79;30.43;51.82;56.56;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:2:19;86189.27;86263.53;74.26;30.80;30.44;51.84;56.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:2:49;86190.72;86265.95;75.23;30.81;30.45;51.83;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:3:19;86191.39;86269.18;77.79;30.81;30.45;51.84;56.59;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:3:49;86193.94;86271.22;77.28;30.81;30.45;51.90;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:4:19;86197.05;86270.33;73.28;30.82;30.47;51.90;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:4:49;86198.33;86270.92;72.59;30.83;30.47;51.83;56.58;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:5:19;86197.00;86272.70;75.70;30.83;30.48;51.80;56.54;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:5:49;86193.59;86271.05;77.45;30.83;30.48;51.78;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:6:19;86191.92;86266.34;74.42;30.84;30.49;51.79;56.50;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:6:49;86191.02;86267.80;76.77;30.83;30.48;51.77;56.49;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:7:19;86191.33;86264.45;73.12;30.82;30.48;51.74;56.46;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:7:49;86186.32;86266.72;80.40;30.82;30.49;51.81;56.55;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:8:19;86191.28;86267.27;75.98;30.85;30.49;51.93;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:8:49;86193.00;86262.00;69.00;30.85;30.49;51.92;56.72;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:9:19;86191.15;86264.08;72.93;30.85;30.50;51.88;56.66;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:9:49;86193.55;86261.74;68.20;30.86;30.49;51.87;56.64;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:10:19;86189.83;86258.92;69.09;30.86;30.49;51.95;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:10:49;86183.08;86260.83;77.75;30.84;30.49;51.92;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:11:19;86184.47;86261.33;76.86;30.85;30.49;51.93;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:11:49;86189.95;86261.34;71.39;30.85;30.50;52.27;57.08;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:12:19;86189.23;86263.60;74.37;30.87;30.51;52.01;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:12:49;86185.67;86258.52;72.85;30.87;30.50;52.00;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:13:19;86191.34;86265.44;74.09;30.88;30.52;52.10;56.92;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:13:49;86192.42;86266.56;74.14;30.90;30.53;52.08;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:14:19;86196.88;86269.16;72.28;30.90;30.54;52.04;56.84;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:14:49;86195.70;86269.28;73.58;30.91;30.54;51.99;56.81;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:15:19;86193.77;86270.03;76.27;30.89;30.55;51.90;56.67;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:15:49;86199.38;86273.56;74.19;30.89;30.55;51.93;56.69;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:16:19;86201.73;86274.64;72.91;30.88;30.56;51.96;56.71;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:16:49;86207.33;86282.25;74.92;30.91;30.57;52.04;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:17:19;86209.22;86282.80;73.58;30.92;30.57;51.97;56.73;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:17:49;86215.41;86288.77;73.36;30.92;30.57;51.93;56.70;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:18:19;86217.45;86293.18;75.73;30.92;30.55;51.87;56.60;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:18:49;86218.69;86298.98;80.30;30.90;30.55;52.03;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:19:19;86222.97;86300.84;77.87;30.91;30.55;51.99;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:19:49;86226.77;86304.29;77.52;30.92;30.55;51.95;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:20:19;86227.66;86303.20;75.54;30.92;30.55;51.97;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:20:49;86228.34;86304.52;76.18;30.92;30.54;52.03;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:21:19;86233.92;86307.39;73.47;30.92;30.54;51.94;56.74;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:21:49;86234.59;86310.75;76.16;30.92;30.54;51.99;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:22:19;86236.20;86310.70;74.50;30.92;30.54;52.02;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:22:49;86238.82;86312.08;73.26;30.91;30.54;51.98;56.75;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:23:19;86238.08;86313.53;75.45;30.90;30.54;52.00;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:23:49;86244.45;86313.71;69.26;30.91;30.53;52.00;56.79;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:24:19;86246.99;86315.98;68.99;30.91;30.53;52.08;56.93;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:24:49;86241.78;86315.91;74.12;30.89;30.52;52.09;56.98;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:25:19;86244.39;86317.97;73.58;30.90;30.52;52.21;57.17;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:25:49;86249.25;86319.63;70.37;30.92;30.52;52.10;56.99;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:26:19;86252.13;86324.66;72.53;30.92;30.53;52.05;56.92;

Prototipo;24051100;2024-5-11 17:26:49;86247.81;86322.84;75.03;30.91;30.53;52.04;56.89;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:27:19;86250.95;86322.52;71.56;30.92;30.53;52.00;56.85;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:27:49;86252.88;86321.82;68.95;30.92;30.54;52.01;56.83;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:28:19;86253.09;86325.23;72.13;30.93;30.55;51.99;56.80;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:28:49;86250.48;86326.43;75.95;30.92;30.55;51.96;56.76;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:29:19;86253.16;86325.23;72.07;30.92;30.55;51.99;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:29:49;86255.52;86328.86;73.34;30.91;30.54;52.00;56.78;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:30:19;86254.31;86329.63;75.32;30.88;30.53;52.08;56.86;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:30:49;86258.50;86329.87;71.37;30.90;30.52;52.22;57.04;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:31:19;86259.42;86331.33;71.91;30.88;30.50;52.24;57.05;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:31:49;86260.59;86332.24;71.65;30.87;30.50;52.29;57.09;  
Prototipo;24051100;2024-5-11 17:32:19;86261.78;86330.73;68.95;30.87;30.49;52.25;57.03;

### **10.11.7 Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 1 minuto**

Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:9:52;86157.20;86227.08;69.88;26.54;26.17;64.04;53.51;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:10:52;86163.89;86227.78;63.89;26.55;26.20;64.00;53.47;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:11:52;86161.00;86229.66;68.66;26.53;26.20;64.02;53.46;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:12:52;86156.86;86229.17;72.31;26.49;26.19;64.10;53.46;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:13:52;86154.36;86227.52;73.16;26.47;26.17;64.17;53.46;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:14:52;86158.23;86227.51;69.27;26.47;26.17;64.21;53.46;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:15:52;86155.16;86225.04;69.88;26.47;26.17;64.26;53.43;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:16:52;86150.52;86221.70;71.18;26.46;26.16;64.30;53.43;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:17:52;86149.90;86222.26;72.36;26.46;26.16;64.34;53.40;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:18:52;86151.36;86224.07;72.71;26.46;26.16;64.38;53.38;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:19:52;86151.00;86221.72;70.72;26.46;26.16;64.38;53.34;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:20:52;86151.53;86220.70;69.17;26.48;26.17;64.37;53.35;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:21:52;86150.09;86224.28;74.19;26.49;26.19;64.37;53.32;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:22:52;86151.23;86221.69;70.46;26.51;26.20;64.36;53.31;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:23:52;86154.58;86223.05;68.47;26.50;26.20;64.34;53.31;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:24:52;86155.19;86226.16;70.97;26.49;26.19;64.35;53.34;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:25:52;86151.34;86222.09;70.74;26.50;26.20;64.42;53.32;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:26:52;86153.47;86224.02;70.55;26.51;26.21;64.42;53.30;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:27:52;86153.32;86223.52;70.20;26.51;26.21;64.43;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:28:52;86153.38;86227.28;73.91;26.52;26.23;64.42;53.28;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:29:52;86151.97;86229.05;77.09;26.51;26.22;64.41;53.28;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:30:52;86151.48;86221.52;70.05;26.52;26.22;64.43;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:31:52;86155.16;86223.08;67.91;26.51;26.21;64.43;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:32:52;86151.52;86223.76;72.24;26.50;26.21;64.45;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:33:52;86155.88;86225.88;70.00;26.52;26.21;64.50;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:34:52;86154.88;86222.13;67.26;26.52;26.22;64.48;53.25;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:35:52;86153.26;86224.30;71.04;26.51;26.21;64.47;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:36:52;86154.64;86224.89;70.25;26.49;26.20;64.49;53.30;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:37:52;86152.00;86226.89;74.89;26.47;26.18;64.50;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:38:52;86152.66;86220.91;68.26;26.47;26.18;64.52;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:39:52;86151.07;86225.97;74.90;26.49;26.19;64.51;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:40:52;86150.77;86218.14;67.37;26.49;26.19;64.50;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:41:52;86147.54;86218.89;71.35;26.49;26.20;64.49;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:42:52;86147.41;86220.53;73.12;26.50;26.20;64.46;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:43:52;86148.02;86219.66;71.65;26.48;26.20;64.45;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:44:52;86149.65;86219.72;70.07;26.48;26.19;64.43;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:45:52;86148.82;86222.04;73.22;26.48;26.19;64.42;53.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:46:52;86151.97;86227.62;75.65;26.49;26.20;64.45;53.31;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:47:52;86151.29;86225.21;73.92;26.51;26.22;64.47;53.28;

Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:48:52;86157.06;86222.51;65.45;26.52;26.22;64.49;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:49:52;86154.93;86226.44;71.51;26.51;26.21;64.51;53.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:50:52;86160.02;86229.78;69.76;26.51;26.21;64.53;53.24;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:51:52;86159.22;86227.59;68.37;26.51;26.21;64.52;53.24;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:52:52;86155.59;86231.29;75.70;26.50;26.20;64.51;53.24;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:53:52;86159.78;86236.44;76.66;26.50;26.21;64.53;53.23;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:54:52;86164.84;86231.31;66.47;26.50;26.20;64.54;53.25;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:55:52;86168.75;86239.48;70.73;26.50;26.20;64.56;53.23;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:56:52;86164.83;86236.05;71.22;26.47;26.18;64.58;53.24;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:57:52;86164.25;86237.84;73.59;26.46;26.16;64.59;53.25;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:58:52;86167.36;86238.00;70.64;26.45;26.15;64.62;53.21;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 16:59:52;86168.47;86239.70;71.23;26.44;26.14;64.66;53.23;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:0:52;86167.61;86239.25;71.64;26.44;26.14;64.66;53.22;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:1:52;86168.60;86238.66;70.06;26.43;26.14;64.65;53.22;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:2:52;86166.70;86236.27;69.56;26.43;26.13;64.64;53.22;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:3:52;86164.04;86238.28;74.24;26.43;26.14;64.62;53.21;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:4:52;86168.48;86236.69;68.20;26.44;26.14;64.58;53.23;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:5:52;86170.33;86239.89;69.56;26.44;26.13;64.57;53.23;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:6:52;86172.44;86242.57;70.13;26.43;26.13;64.61;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:7:52;86169.05;86241.04;71.98;26.36;26.06;64.54;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:8:52;86167.31;86238.81;71.50;26.20;25.90;64.68;53.40;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:9:52;86169.15;86242.02;72.87;26.06;25.78;64.89;53.41;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:10:52;86170.74;86245.65;74.91;25.93;25.66;65.05;53.38;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:11:52;86170.53;86243.25;72.72;25.82;25.56;65.13;53.36;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:12:52;86171.94;86244.73;72.80;25.72;25.46;65.37;53.36;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:13:52;86173.91;86245.38;71.47;25.65;25.39;65.55;53.27;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:14:52;86175.06;86248.55;73.48;25.64;25.37;65.60;53.15;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:15:52;86175.28;86249.30;74.02;25.65;25.38;65.66;53.12;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:16:52;86178.85;86251.91;73.05;25.67;25.38;65.60;53.04;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:17:52;86182.20;86254.19;71.98;25.65;25.36;65.54;52.99;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:18:52;86183.92;86257.78;73.86;25.63;25.35;65.54;53.00;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:19:52;86182.64;86255.90;73.26;25.61;25.33;65.59;53.00;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:20:52;86185.49;86255.36;69.87;25.59;25.32;65.61;53.01;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:21:52;86187.12;86258.64;71.52;25.60;25.33;65.67;52.98;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:22:52;86187.83;86258.87;71.05;25.61;25.32;65.64;52.94;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:23:52;86189.59;86260.11;70.52;25.55;25.27;65.74;52.99;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:24:52;86191.45;86259.36;67.91;25.64;25.36;65.68;52.88;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:25:52;86192.67;86263.91;71.24;25.73;25.45;65.52;52.83;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:26:52;86193.23;86267.27;74.03;25.80;25.50;65.37;52.88;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:27:52;86193.97;86269.06;75.09;25.88;25.58;65.27;52.88;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:28:52;86197.64;86266.77;69.12;25.94;25.62;65.14;52.93;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:29:52;86193.81;86269.16;75.35;25.97;25.67;65.05;53.00;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:30:52;86195.75;86266.95;71.20;26.00;25.68;64.99;53.03;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:31:52;86192.80;86266.37;73.57;26.04;25.73;64.96;53.05;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:32:52;86191.88;86268.59;76.70;26.07;25.77;64.90;53.11;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:33:52;86193.91;86267.48;73.58;26.11;25.81;64.84;53.11;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:34:52;86190.61;86261.11;70.50;26.15;25.84;64.81;53.14;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:35:52;86191.13;86259.81;68.69;26.19;25.89;64.77;53.14;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:36:52;86189.81;86258.55;68.73;26.24;25.95;64.70;53.15;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:37:52;86190.36;86261.77;71.41;26.27;25.96;64.67;53.21;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:38:52;86194.66;86264.59;69.94;26.28;25.97;64.71;53.22;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:39:52;86195.50;86264.03;68.53;26.28;25.98;64.74;53.22;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:40:52;86194.66;86261.56;66.91;26.28;25.98;64.77;53.20;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:41:52;86196.72;86263.84;67.12;26.29;25.99;64.82;53.17;

Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:42:52;86194.25;86263.33;69.08;26.30;26.00;64.85;53.15;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:43:52;86195.16;86266.73;71.58;26.32;26.03;64.87;53.12;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:44:52;86196.06;86265.91;69.84;26.36;26.06;64.85;53.09;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:45:52;86199.25;86269.84;70.59;26.35;26.05;64.84;53.11;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:46:52;86201.06;86270.45;69.39;26.35;26.04;64.92;53.10;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:47:52;86200.50;86268.03;67.53;26.34;26.04;64.96;53.08;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:48:52;86199.89;86272.61;72.72;26.32;26.03;65.01;53.05;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:49:52;86202.29;86269.98;67.70;26.33;26.03;65.09;53.00;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:50:52;86201.20;86269.08;67.88;26.34;26.04;65.10;52.97;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:51:52;86201.61;86271.77;70.16;26.35;26.04;65.05;52.94;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:52:52;86208.47;86275.61;67.14;26.34;26.04;65.11;52.94;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:53:52;86212.51;86278.75;66.24;26.34;26.04;65.14;52.93;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:54:52;86214.47;86283.06;68.59;26.35;26.05;65.14;52.89;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:55:52;86209.92;86279.11;69.19;26.38;26.08;65.12;52.85;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:56:52;86212.89;86282.12;69.23;26.41;26.11;65.09;52.87;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:57:52;86215.21;86281.37;66.16;26.45;26.14;65.09;52.85;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:58:52;86214.31;86282.64;68.33;26.46;26.16;65.04;52.85;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 17:59:52;86217.40;86285.30;67.90;26.49;26.19;64.98;52.85;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:0:52;86218.84;86287.51;68.66;26.50;26.21;64.96;52.88;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:1:52;86219.53;86288.57;69.04;26.53;26.22;65.01;52.90;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:2:52;86224.81;86291.72;66.91;26.53;26.22;64.98;52.89;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:3:52;86220.05;86289.32;69.27;26.51;26.21;65.05;52.89;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:4:52;86227.94;86293.02;65.08;26.50;26.19;65.13;52.86;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:5:52;86224.92;86292.66;67.74;26.48;26.18;65.20;52.84;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:6:52;86227.03;86296.22;69.19;26.47;26.17;65.27;52.79;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:7:52;86229.05;86296.43;67.38;26.46;26.17;65.32;52.75;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:8:52;86232.49;86298.52;66.03;26.45;26.16;65.37;52.71;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:9:52;86235.19;86304.41;69.22;26.45;26.16;65.42;52.69;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:10:52;86235.66;86307.28;71.62;26.45;26.15;65.45;52.66;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:11:52;86236.80;86301.70;64.90;26.44;26.14;65.48;52.61;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:12:52;86233.23;86304.64;71.41;26.44;26.15;65.52;52.59;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:13:52;86236.90;86308.17;71.27;26.43;26.14;65.56;52.57;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:14:52;86237.05;86309.16;72.11;26.43;26.14;65.59;52.54;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:15:52;86235.60;86311.21;75.61;26.42;26.13;65.60;52.54;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:16:52;86238.20;86313.30;75.09;26.42;26.13;65.67;52.51;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:17:52;86238.73;86309.75;71.02;26.43;26.12;65.71;52.47;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:18:52;86239.37;86315.02;75.65;26.42;26.12;65.73;52.45;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:19:52;86241.35;86313.00;71.65;26.42;26.12;65.75;52.42;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:20:52;86242.53;86313.25;70.72;26.42;26.12;65.81;52.39;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:21:52;86241.02;86311.02;70.00;26.42;26.12;65.85;52.38;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:22:52;86245.91;86314.29;68.37;26.44;26.13;65.82;52.31;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:23:52;86245.17;86316.45;71.28;26.43;26.12;65.73;52.37;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:24:52;86245.03;86315.18;70.15;26.41;26.10;65.69;52.39;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:25:52;86246.61;86315.77;69.16;26.40;26.08;65.67;52.41;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:26:52;86245.66;86316.75;71.09;26.38;26.05;65.69;52.42;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:27:52;86248.78;86317.88;69.10;26.37;26.03;65.72;52.42;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:28:52;86248.80;86320.66;71.86;26.35;26.02;65.76;52.36;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:29:52;86252.63;86323.81;71.19;26.35;26.01;65.81;52.34;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:30:52;86254.38;86325.17;70.79;26.33;25.98;65.85;52.29;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:31:52;86256.64;86327.66;71.02;26.32;25.97;65.89;52.26;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:32:52;86259.92;86328.80;68.87;26.31;25.95;65.95;52.20;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:33:52;86262.75;86329.41;66.66;26.30;25.95;66.03;52.17;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:34:52;86260.74;86329.42;68.68;26.28;25.93;66.04;52.25;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:35:52;86258.84;86327.05;68.20;26.27;25.92;66.11;52.21;

Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:36:52;86260.94;86330.15;69.21;26.26;25.91;66.20;52.14;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:37:52;86260.65;86333.16;72.52;26.24;25.90;66.24;52.06;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:38:52;86262.62;86332.88;70.25;26.24;25.89;66.23;52.02;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:39:52;86264.34;86332.59;68.26;26.22;25.85;66.25;52.06;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:40:52;86264.45;86332.38;67.92;26.19;25.82;66.24;52.10;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:41:52;86262.48;86329.55;67.06;26.17;25.77;66.23;52.11;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:42:52;86260.88;86328.53;67.65;26.14;25.74;66.26;51.92;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:43:52;86262.56;86329.34;66.78;26.12;25.71;66.30;51.84;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:44:52;86263.92;86327.67;63.75;26.10;25.68;66.36;51.75;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:45:52;86259.54;86329.78;70.24;26.08;25.67;66.44;51.59;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:46:52;86262.23;86328.58;66.35;26.07;25.67;66.56;51.45;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:47:52;86255.39;86327.63;72.23;26.06;25.68;66.66;51.31;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:48:52;86252.13;86324.40;72.27;26.06;25.68;66.75;51.14;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:49:52;86256.48;86320.15;63.67;26.05;25.69;66.82;51.09;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:50:52;86250.61;86320.50;69.89;26.06;25.70;66.87;51.02;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:51:52;86251.02;86319.68;68.66;26.05;25.71;66.89;50.96;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:52:52;86245.30;86312.06;66.77;26.05;25.71;66.92;50.87;  
Prototipo ;24051302;2024-5-13 18:53:52;86244.97;86318.11;73.14;26.05;25.72;66.91;50.85;

### **10.11.8 Set de mediciones de la configuración de ambos sensores con periodo de 5 minutos**

Prototipo;24051406;2024-5-14 14:20:37;86110.41;86166.72;56.31;29.70;29.03;52.98;58.11;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:25:37;86106.86;86166.33;59.47;29.27;28.77;53.78;58.91;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:30:37;86093.20;86156.60;63.40;29.02;28.59;54.28;59.24;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:35:37;86095.48;86154.98;59.49;28.85;28.43;54.96;59.82;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:40:37;86100.67;86157.67;57.00;28.68;28.30;55.42;60.23;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:45:37;86111.12;86164.55;53.44;28.59;28.18;56.07;60.85;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:50:37;86124.05;86185.14;61.09;28.54;28.15;55.97;60.80;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 14:55:37;86133.70;86194.86;61.16;28.47;28.08;56.36;61.08;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:0:37;86136.36;86198.95;62.59;28.36;27.96;56.79;61.56;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:5:37;86136.73;86194.75;58.02;28.22;27.80;57.31;62.06;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:10:37;86137.59;86197.88;60.30;28.12;27.69;57.60;62.36;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:15:37;86133.55;86193.59;60.05;28.02;27.58;57.74;62.53;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:20:37;86131.70;86193.78;62.08;27.92;27.48;58.13;62.87;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:25:37;86135.71;86191.73;56.02;27.82;27.35;58.01;62.81;  
Prototipo;24051406;2024-5-14 15:30:37;86150.42;86206.09;55.67;27.74;27.25;58.19;62.97;

### **10.11.9 Set de mediciones de la configuración personalizada con periodo de 13 segundos**

Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:2;86368.06;86436.53;68.47;NULL;27.11;58.52;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:15;86367.72;86436.59;68.87;NULL;27.13;58.47;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:28;86367.00;86435.27;68.27;NULL;27.16;58.35;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:41;86366.46;86435.50;69.04;NULL;27.18;58.24;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:36:54;86368.02;86434.58;66.56;NULL;27.20;58.14;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:7;86367.26;86435.75;68.49;NULL;27.22;58.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:20;86366.66;86435.75;69.09;NULL;27.23;57.99;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:33;86367.92;86434.50;66.58;NULL;27.25;57.89;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:46;86368.16;86435.16;66.99;NULL;27.26;57.84;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:37:59;86366.30;86434.26;67.96;NULL;27.28;57.79;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:12;86368.44;86432.67;64.23;NULL;27.29;57.71;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:25;86368.69;86435.45;66.77;NULL;27.31;57.63;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:38;86364.18;86433.61;69.43;NULL;27.32;57.54;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:38:51;86362.59;86431.80;69.20;NULL;27.32;57.47;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:4;86362.66;86433.47;70.81;NULL;27.34;57.40;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:17;86365.48;86431.69;66.21;NULL;27.35;57.35;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:30;86367.39;86434.73;67.34;NULL;27.36;57.29;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:43;86365.17;86434.78;69.61;NULL;27.38;57.23;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:39:56;86367.02;86434.54;67.52;NULL;27.38;57.18;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:40:9;86366.55;86434.19;67.63;NULL;27.39;57.12;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:40:22;86366.44;86437.61;71.17;NULL;27.39;57.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:40:35;86370.45;86436.66;66.20;NULL;27.41;57.03;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:40:48;86364.02;86433.83;69.81;NULL;27.41;57.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:41:1;86369.20;86430.62;61.42;NULL;27.42;56.99;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:41:14;86364.02;86434.41;70.40;NULL;27.43;56.98;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:41:27;86366.12;86432.01;65.89;NULL;27.44;56.95;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:41:40;86364.83;86432.88;68.05;NULL;27.45;56.89;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:41:53;86366.26;86432.42;66.16;NULL;27.46;56.88;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:42:6;86368.30;86431.41;63.11;NULL;27.46;56.89;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:42:19;86368.37;86438.64;70.27;NULL;27.48;56.76;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:42:32;86366.74;86431.44;64.70;NULL;27.47;56.70;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:42:45;86368.62;86438.22;69.59;NULL;27.49;56.74;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:42:58;86364.27;86436.00;71.73;NULL;27.50;56.81;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:43:11;86362.85;86431.75;68.90;NULL;27.51;56.72;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:43:24;86363.75;86431.07;67.32;NULL;27.52;56.64;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:43:37;86362.45;86434.63;72.17;NULL;27.52;56.63;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:43:50;86366.91;86434.30;67.39;NULL;27.52;56.64;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:44:3;86365.78;86436.61;70.83;NULL;27.52;56.64;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:44:16;86366.81;86435.29;68.48;NULL;27.52;56.62;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:44:29;86369.19;86437.39;68.20;NULL;27.52;56.58;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:44:42;86369.71;86438.88;69.16;NULL;27.52;56.53;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:44:55;86373.55;86433.90;60.34;NULL;27.51;56.39;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:45:8;86368.30;86434.61;66.31;NULL;27.51;56.33;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:45:21;86366.30;86435.43;69.13;NULL;27.51;56.32;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:45:34;86365.32;86433.08;67.76;NULL;27.51;56.28;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:45:47;86365.78;86434.91;69.13;NULL;27.50;56.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:46:0;86367.83;86438.27;70.44;NULL;27.50;55.88;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:46:13;86362.13;86431.88;69.74;NULL;27.48;55.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:46:26;86362.55;86434.53;71.98;NULL;27.45;55.57;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:46:39;86365.58;86430.03;64.45;NULL;27.44;55.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:46:52;86366.88;86430.22;63.34;NULL;27.43;55.67;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:47:5;86364.45;86431.56;67.11;NULL;27.42;55.63;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:47:18;86361.36;86429.28;67.92;NULL;27.41;55.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:47:31;86361.62;86425.39;63.77;NULL;27.39;55.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:47:44;86360.12;86425.11;64.99;NULL;27.39;55.75;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:47:57;86359.90;86427.98;68.09;NULL;27.38;55.79;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:48:10;86360.58;86422.33;61.75;NULL;27.38;55.84;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:48:23;86361.87;86429.05;67.18;NULL;27.38;55.88;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:48:36;86362.00;86426.41;64.41;NULL;27.38;55.89;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:48:49;86361.59;86427.82;66.23;NULL;27.38;55.94;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:49:2;86364.02;86433.27;69.26;NULL;27.39;56.00;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:49:15;86364.03;86430.34;66.31;NULL;27.39;55.94;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:49:28;86361.05;86431.09;70.04;NULL;27.41;55.90;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:49:41;86366.22;86432.06;65.84;NULL;27.42;55.83;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:49:54;86363.56;86433.92;70.36;NULL;27.42;55.72;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:50:7;86366.95;86434.70;67.74;NULL;27.43;55.65;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:50:20;86363.15;86429.94;66.79;NULL;27.44;55.55;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:50:33;86361.83;86430.28;68.45;NULL;27.45;55.44;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 10:50:46;86360.91;86430.56;69.65;NULL;27.45;55.45;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:50:59;86362.89;86429.05;66.16;NULL;27.46;55.40;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:51:12;86364.14;86430.23;66.09;NULL;27.47;55.34;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:51:25;86362.02;86430.58;68.55;NULL;27.49;55.29;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:51:38;86361.97;86430.95;68.98;NULL;27.50;55.26;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:51:51;86363.04;86430.05;67.02;NULL;27.51;55.22;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:52:4;86366.11;86437.51;71.40;NULL;27.52;55.17;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:52:17;86366.53;86431.21;64.68;NULL;27.53;55.24;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:52:30;86361.73;86426.09;64.35;NULL;27.54;55.23;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:52:43;86361.59;86434.08;72.48;NULL;27.55;55.21;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:52:56;86362.31;86430.02;67.70;NULL;27.55;55.15;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:53:9;86362.36;86430.51;68.15;NULL;27.57;55.11;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:53:22;86363.45;86428.19;64.74;NULL;27.58;55.12;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:53:35;86361.59;86426.87;65.28;NULL;27.58;55.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:53:48;86361.28;86429.33;68.05;NULL;27.59;55.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:54:1;86359.53;86428.41;68.87;NULL;27.58;55.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:54:14;86361.14;86428.83;67.69;NULL;27.59;55.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:54:27;86359.11;86430.69;71.58;NULL;27.59;55.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:54:40;86360.25;86430.01;69.76;NULL;27.60;55.09;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:54:53;86362.84;86428.12;65.27;NULL;27.60;55.11;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:55:6;86361.88;86427.92;66.04;NULL;27.62;55.05;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:55:19;86360.94;86427.47;66.53;NULL;27.63;55.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:55:32;86357.77;86427.66;69.89;NULL;27.64;54.97;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:55:45;86360.06;86426.64;66.58;NULL;27.65;54.87;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:55:58;86359.63;86424.63;65.00;NULL;27.67;54.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:56:11;86361.20;86423.64;62.44;NULL;27.67;54.57;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:56:24;86357.50;86425.59;68.09;NULL;27.68;54.39;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:56:37;86357.37;86428.63;71.26;NULL;27.68;54.27;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:56:50;86357.53;86424.72;67.19;NULL;27.69;54.21;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:57:3;86357.77;86424.85;67.08;NULL;27.69;54.23;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:57:16;86360.69;86425.56;64.87;NULL;27.70;54.15;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:57:29;86357.81;86422.30;64.49;NULL;27.70;54.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:57:42;86357.55;86422.80;65.25;NULL;27.70;54.26;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:57:55;86360.52;86424.83;64.31;NULL;27.68;54.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:58:8;86360.37;86428.16;67.79;NULL;27.69;54.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:58:21;86358.32;86424.81;66.49;NULL;27.69;54.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:58:34;86356.44;86422.19;65.75;NULL;27.68;54.03;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:58:47;86359.52;86422.23;62.72;NULL;27.69;54.00;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:59:0;86357.98;86426.91;68.92;NULL;27.69;54.00;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:59:13;86360.19;86427.14;66.95;NULL;27.70;54.13;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:59:26;86361.39;86426.92;65.53;NULL;27.70;54.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:59:39;86360.16;86424.23;64.08;NULL;27.70;54.15;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 10:59:52;86356.43;86425.81;69.38;NULL;27.71;54.10;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:0:5;86358.70;86427.27;68.57;NULL;27.72;54.07;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:0:18;86364.02;86427.79;63.77;NULL;27.73;54.08;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:0:31;86360.77;86426.87;66.11;NULL;27.72;54.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:0:44;86361.14;86424.82;63.68;NULL;27.73;53.96;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:0:57;86361.33;86432.46;71.13;NULL;27.73;53.86;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:1:10;86361.52;86425.77;64.25;NULL;27.73;53.83;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:1:23;86364.51;86426.02;61.51;NULL;27.73;54.14;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:1:36;86364.20;86430.53;66.33;NULL;27.73;54.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:1:49;86363.25;86430.03;66.78;NULL;27.73;54.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:2:2;86363.12;86428.09;64.98;NULL;27.75;53.93;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:2:15;86362.14;86428.66;66.52;NULL;27.76;53.84;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 11:2:28;86361.70;86428.53;66.84;NULL;27.77;53.72;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:2:41;86360.51;86428.41;67.90;NULL;27.77;53.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:2:54;86367.76;86428.50;60.74;NULL;27.78;53.67;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:3:7;86366.79;86434.52;67.73;NULL;27.80;53.70;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:3:20;86365.35;86433.02;67.66;NULL;27.81;53.54;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:3:33;86367.59;86432.59;65.01;NULL;27.82;53.43;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:3:46;86363.03;86433.84;70.81;NULL;27.83;53.35;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:3:59;86364.64;86430.81;66.17;NULL;27.84;53.27;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:4:12;86364.63;86431.28;66.66;NULL;27.84;53.23;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:4:25;86365.92;86429.81;63.89;NULL;27.85;53.29;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:4:38;86363.29;86432.34;69.05;NULL;27.86;53.15;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:4:51;86360.87;86430.69;69.82;NULL;27.86;52.96;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:5:4;86369.36;86429.77;60.41;NULL;27.85;52.83;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:5:17;86367.73;86434.37;66.64;NULL;27.86;52.88;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:5:30;86363.94;86426.66;62.72;NULL;27.86;52.82;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:5:43;86358.05;86426.86;68.81;NULL;27.87;52.84;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:5:56;86359.42;86426.39;66.97;NULL;27.87;52.78;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:6:9;86359.95;86427.94;67.98;NULL;27.88;52.85;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:6:22;86359.16;86426.78;67.62;NULL;27.89;52.87;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:6:35;86360.17;86424.89;64.72;NULL;27.89;52.98;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:6:48;86359.03;86422.39;63.36;NULL;27.90;52.95;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:7:1;86362.23;86426.20;63.97;NULL;27.91;52.96;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:7:14;86364.71;86429.91;65.20;NULL;27.92;52.95;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:7:27;86363.60;86429.01;65.41;NULL;27.92;52.72;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:7:40;86362.75;86430.33;67.58;NULL;27.92;52.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:7:53;86363.47;86429.05;65.58;NULL;27.92;52.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:8:6;86362.31;86428.11;65.80;NULL;27.93;52.71;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:8:19;86360.78;86430.73;69.95;NULL;27.93;52.70;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:8:32;86359.62;86427.66;68.04;NULL;27.94;52.67;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:8:45;86360.69;86427.13;66.45;NULL;27.95;52.60;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:8:58;86360.04;86426.80;66.76;NULL;27.95;52.55;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:9:11;86359.33;86427.34;68.02;NULL;27.95;52.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:9:24;86356.48;86425.15;68.66;NULL;27.95;52.74;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:9:37;86360.39;86422.59;62.20;NULL;27.95;52.71;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:9:50;86360.28;86424.06;63.78;NULL;27.96;52.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:10:3;86360.48;86426.53;66.05;NULL;27.97;52.58;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:10:16;86358.45;86425.54;67.09;NULL;27.97;52.50;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:10:29;86364.16;86425.75;61.59;NULL;27.97;52.49;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:10:42;86361.15;86427.64;66.49;NULL;27.99;52.48;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:10:55;86360.80;86428.67;67.87;NULL;27.99;52.38;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:11:8;86363.06;86424.77;61.71;NULL;27.99;52.28;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:11:21;86363.05;86428.13;65.08;NULL;28.00;52.08;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:11:34;86362.38;86423.00;60.63;NULL;28.00;52.02;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:11:47;86362.74;86418.50;55.76;NULL;27.99;52.07;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:12:0;86360.50;86417.94;57.44;NULL;27.99;52.01;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:12:13;86360.34;86422.44;62.10;NULL;27.99;52.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:12:26;86355.23;86419.98;64.75;NULL;27.99;52.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:12:39;86360.02;86419.47;59.45;NULL;27.99;52.20;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:12:52;86362.73;86423.50;60.77;NULL;27.99;52.09;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:13:5;86360.44;86419.56;59.13;NULL;27.98;52.14;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:13:18;86357.00;86423.32;66.32;NULL;27.98;52.23;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:13:31;86356.02;86425.02;69.00;NULL;27.98;52.31;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:13:44;86357.66;86418.55;60.90;NULL;27.97;52.30;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:13:57;86356.30;86422.89;66.59;NULL;27.97;52.33;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 11:14:10;86359.39;86421.08;61.69;NULL;27.97;52.37;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:14:23;86356.00;86417.11;61.11;NULL;27.97;52.38;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:14:36;86354.02;86416.67;62.66;NULL;27.96;52.19;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:14:49;86359.11;86420.22;61.11;NULL;27.96;52.18;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:15:2;86352.95;86417.44;64.48;NULL;27.95;52.19;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:15:15;86354.94;86417.08;62.14;NULL;27.94;52.19;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:15:28;86350.97;86414.49;63.52;NULL;27.93;52.25;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:15:41;86349.13;86417.09;67.97;NULL;27.93;52.27;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:15:54;86348.94;86414.40;65.46;NULL;27.93;52.35;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:16:7;86349.07;86414.59;65.52;NULL;27.92;52.38;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:16:20;86351.04;86411.57;60.53;NULL;27.92;52.34;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:16:33;86349.70;86414.81;65.11;NULL;27.91;52.32;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:16:46;86348.27;86415.70;67.44;NULL;27.90;52.37;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:16:59;86351.19;86414.01;62.82;NULL;27.90;52.45;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:17:12;86353.02;86416.72;63.70;NULL;27.90;52.32;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:17:25;86350.28;86414.30;64.02;NULL;27.90;52.39;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:17:38;86349.84;86414.55;64.71;NULL;27.91;53.36;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:17:51;86348.72;86411.81;63.09;NULL;27.90;53.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:18:4;86347.70;86413.19;65.48;NULL;27.90;52.75;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:18:17;86346.75;86411.13;64.37;NULL;27.91;52.59;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:18:30;86344.68;86407.39;62.71;NULL;27.91;52.46;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:18:43;86344.42;86408.08;63.66;NULL;27.92;52.61;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:18:56;86344.47;86407.11;62.64;NULL;27.93;52.59;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:19:9;86340.77;86406.33;65.56;NULL;27.94;52.48;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:19:22;86343.86;86402.27;58.41;NULL;27.94;52.37;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:19:35;86345.86;86404.69;58.83;NULL;27.96;52.38;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:19:48;86343.67;86402.53;58.86;NULL;27.97;52.32;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:20:1;86337.41;86402.58;65.17;NULL;27.97;52.25;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:20:14;86343.56;86402.93;59.37;NULL;27.98;52.38;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:20:27;86344.91;86401.89;56.98;NULL;27.98;52.49;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:20:40;86340.20;86402.93;62.73;NULL;27.98;52.59;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:20:53;86340.92;86399.12;58.20;NULL;27.98;52.70;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:21:6;86341.59;86402.31;60.72;NULL;27.98;52.56;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:21:19;86335.64;86400.33;64.69;NULL;27.98;52.39;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:21:32;86338.58;86398.52;59.94;NULL;27.98;52.31;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:21:45;86334.81;86399.48;64.66;NULL;27.99;52.34;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:21:58;86339.45;86398.98;59.53;NULL;27.99;52.32;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:22:11;86338.94;86402.62;63.68;NULL;27.99;52.33;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:22:24;86337.63;86397.28;59.66;NULL;27.99;52.33;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:22:37;86335.14;86395.52;60.38;NULL;27.99;52.27;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:22:50;86334.34;86393.52;59.18;NULL;28.00;52.20;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:23:3;86336.58;86394.72;58.14;NULL;28.00;52.11;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:23:16;86334.52;86397.13;62.62;NULL;28.01;52.08;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:23:29;86332.70;86397.54;64.84;NULL;28.01;52.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:23:42;86335.46;86397.48;62.02;NULL;28.02;52.29;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:23:55;86333.78;86396.64;62.86;NULL;28.02;52.11;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:24:8;86333.31;86396.20;62.89;NULL;28.02;52.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:24:21;86330.95;86392.62;61.67;NULL;28.02;52.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:24:34;86329.91;86392.36;62.45;NULL;28.02;51.93;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:24:47;86330.61;86393.66;63.05;NULL;28.03;51.96;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:25:0;86333.84;86395.76;61.91;NULL;28.02;51.99;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:25:13;86329.95;86395.07;65.12;NULL;28.03;51.84;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:25:26;86333.05;86393.18;60.13;NULL;28.04;51.81;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:25:39;86327.67;86396.43;68.76;NULL;28.04;51.92;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 11:25:52;86326.85;86393.38;66.53;NULL;28.05;51.75;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:26:5;86327.20;86389.80;62.59;NULL;28.05;51.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:26:18;86328.08;86390.27;62.19;NULL;28.06;51.68;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:26:31;86329.81;86391.96;62.15;NULL;28.06;51.65;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:26:44;86329.02;86388.20;59.19;NULL;28.06;51.51;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:26:57;86329.03;86390.59;61.55;NULL;28.07;51.86;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:27:10;86326.00;86386.97;60.97;NULL;28.08;51.70;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:27:23;86324.54;86383.14;58.60;NULL;28.09;51.57;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:27:36;86324.28;86386.38;62.09;NULL;28.09;51.55;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:27:49;86322.83;86381.58;58.75;NULL;28.10;52.03;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:28:2;86325.88;86385.66;59.77;NULL;28.10;51.78;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:28:15;86325.38;86384.88;59.51;NULL;28.10;51.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:28:28;86323.20;86388.80;65.59;NULL;28.12;51.62;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:28:41;86323.59;86385.33;61.74;NULL;28.12;51.48;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:28:54;86322.94;86384.81;61.88;NULL;28.13;51.45;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:29:7;86323.31;86385.86;62.55;NULL;28.13;51.43;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:29:20;86323.33;86387.48;64.16;NULL;28.14;51.44;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:29:33;86320.80;86384.77;63.96;NULL;28.14;51.50;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:29:46;86326.14;86387.14;61.00;NULL;28.15;51.51;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:29:59;86325.70;86387.56;61.87;NULL;28.15;51.42;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:30:12;86320.48;86386.69;66.20;NULL;28.17;51.43;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:30:25;86320.70;86382.27;61.56;NULL;28.18;51.47;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:30:38;86318.39;86381.11;62.72;NULL;28.18;51.48;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:30:51;86321.64;86380.55;58.91;NULL;28.19;51.55;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:31:4;86320.00;86380.55;60.55;NULL;28.19;51.54;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:31:17;86320.36;86382.72;62.36;NULL;28.20;51.55;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:31:30;86320.67;86383.94;63.27;NULL;28.19;51.49;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:31:43;86319.11;86382.45;63.34;NULL;28.19;51.36;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:31:56;86318.94;86379.57;60.63;NULL;28.18;51.41;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:32:9;86320.65;86383.20;62.55;NULL;28.18;51.56;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:32:22;86322.23;86383.89;61.66;NULL;28.19;51.89;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:32:35;86325.31;86385.45;60.13;NULL;28.18;52.03;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:32:48;86323.34;86380.06;56.73;NULL;28.19;52.06;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:33:1;86320.55;86380.89;60.34;NULL;28.19;52.07;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:33:14;86319.73;86380.13;60.39;NULL;28.20;51.95;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:33:27;86319.83;86380.59;60.77;NULL;28.21;52.00;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:33:40;86321.27;86376.39;55.12;NULL;28.21;52.03;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:33:53;86319.24;86376.31;57.07;NULL;28.22;52.16;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:34:6;86321.28;86383.08;61.80;NULL;28.23;52.12;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:34:19;86320.16;86379.56;59.41;NULL;28.22;52.08;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:34:32;86320.33;86382.88;62.55;NULL;28.22;52.04;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:34:45;86323.92;86384.55;60.63;NULL;28.23;52.08;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:34:58;86319.56;86381.02;61.46;NULL;28.23;51.99;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:35:11;86321.42;86377.89;56.47;NULL;28.23;51.79;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:35:24;86319.20;86374.28;55.08;NULL;28.22;51.73;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:35:37;86316.47;86376.68;60.21;NULL;28.23;51.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:35:50;86317.00;86377.67;60.67;NULL;28.23;51.67;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:36:3;86318.83;86376.55;57.72;NULL;28.22;51.74;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:36:16;86314.77;86376.19;61.42;NULL;28.23;51.78;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:36:29;86312.59;86375.10;62.51;NULL;28.22;51.54;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:36:42;86317.71;86373.28;55.57;NULL;28.22;51.58;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:36:55;86313.09;86375.57;62.48;NULL;28.23;51.43;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:37:8;86315.72;86373.87;58.16;NULL;28.23;51.40;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:37:21;86315.72;86374.44;58.72;NULL;28.22;51.46;NULL;

Prototipo;24051502;2024-5-15 11:37:34;86314.53;86375.24;60.71;NULL;28.23;51.54;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:37:47;86314.38;86374.63;60.25;NULL;28.23;51.67;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:38:0;86316.08;86373.81;57.73;NULL;28.24;51.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:38:13;86313.88;86375.64;61.76;NULL;28.24;51.64;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:38:26;86314.56;86375.80;61.23;NULL;28.24;51.63;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:38:39;86312.75;86374.22;61.47;NULL;28.25;51.64;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:38:52;86313.16;86373.24;60.08;NULL;28.26;51.62;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:39:5;86311.66;86371.39;59.73;NULL;28.27;51.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:39:18;86310.88;86369.30;58.42;NULL;28.27;51.66;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:39:31;86312.69;86369.88;57.19;NULL;28.29;51.61;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:39:44;86310.35;86368.62;58.27;NULL;28.28;51.53;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:39:57;86308.73;86370.20;61.47;NULL;28.29;51.57;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:40:10;86311.86;86372.92;61.06;NULL;28.30;51.69;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:40:23;86311.77;86369.47;57.70;NULL;28.29;51.51;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:40:36;86312.45;86369.52;57.06;NULL;28.29;51.41;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:40:49;86311.41;86368.80;57.40;NULL;28.29;51.30;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:41:2;86308.98;86365.48;56.51;NULL;28.28;51.26;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:41:15;86311.51;86368.78;57.27;NULL;28.28;51.47;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:41:28;86307.77;86367.02;59.24;NULL;28.28;51.62;NULL;  
Prototipo;24051502;2024-5-15 11:41:41;86312.22;86366.00;53.78;NULL;28.29;51.72;NULL;

## 10.12 Set de validación de la correcta transmisión de los datos

### 10.12.1 Archivo obtenido de la memoria extraíble

Prototipo;24051908;2024-5-19 21:40:46;86366.95;86427.27;60.32;26.46;26.09;69.11;45.23;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:40:56;86365.64;86430.83;65.19;26.50;26.14;69.22;45.54;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:6;86366.03;86428.49;62.46;26.53;26.17;69.21;45.16;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:16;86363.95;86430.17;66.23;26.55;26.21;69.16;45.03;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:26;86368.38;86429.28;60.90;26.57;26.22;69.19;44.98;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:36;86369.83;86428.34;58.52;26.59;26.24;69.10;44.88;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:46;86370.75;86430.30;59.55;26.60;26.26;68.99;44.87;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:41:56;86368.62;86432.20;63.59;26.61;26.27;68.85;44.92;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:6;86366.77;86430.87;64.09;26.61;26.28;68.70;45.05;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:16;86369.72;86429.97;60.25;26.61;26.29;68.56;45.20;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:26;86370.77;86429.30;58.53;26.62;26.29;68.42;45.38;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:36;86371.69;86432.09;60.41;26.63;26.29;68.27;45.60;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:46;86368.91;86431.34;62.44;26.62;26.30;68.15;45.81;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:42:56;86367.81;86427.22;59.41;26.63;26.29;68.04;46.02;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:6;86370.12;86428.14;58.02;26.62;26.29;67.92;46.19;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:16;86371.52;86430.47;58.95;26.63;26.30;67.83;46.36;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:26;86369.62;86433.37;63.75;26.62;26.29;67.72;46.54;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:36;86368.73;86431.91;63.17;26.62;26.29;67.64;46.72;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:46;86371.78;86435.30;63.52;26.62;26.29;67.56;46.89;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:43:56;86373.80;86432.14;58.34;26.62;26.28;67.48;47.07;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:6;86370.03;86431.38;61.35;26.61;26.27;67.41;47.23;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:16;86371.17;86433.41;62.23;26.61;26.27;67.36;47.41;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:26;86371.34;86436.33;64.98;26.61;26.26;67.30;47.56;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:36;86371.45;86434.42;62.97;26.60;26.26;67.27;47.72;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:46;86371.74;86432.84;61.10;26.59;26.25;67.23;47.85;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:44:56;86371.53;86434.55;63.02;26.59;26.25;67.20;47.98;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:6;86369.28;86437.69;68.41;26.58;26.24;67.16;48.09;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:16;86374.79;86436.93;62.14;26.57;26.23;67.14;48.24;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:26;86366.98;86437.70;70.73;26.57;26.23;67.10;48.33;

Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:36;86375.11;86436.69;61.58;26.57;26.22;67.07;48.43;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:46;86373.30;86437.73;64.44;26.56;26.21;67.04;48.51;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:45:56;86373.28;86441.14;67.86;26.55;26.21;67.02;48.59;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:6;86372.38;86437.98;65.60;26.55;26.20;67.01;48.66;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:16;86374.02;86438.72;64.70;26.54;26.19;67.00;48.74;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:26;86371.62;86435.86;64.24;26.53;26.19;66.98;48.81;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:36;86371.24;86439.34;68.10;26.53;26.18;66.96;48.87;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:46;86372.39;86435.55;63.16;26.52;26.17;66.95;48.92;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:46:56;86371.47;86439.52;68.05;26.51;26.17;66.96;48.98;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:6;86372.05;86440.84;68.80;26.50;26.16;66.96;49.01;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:16;86374.05;86439.77;65.71;26.50;26.15;66.96;49.06;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:26;86373.66;86437.86;64.20;26.49;26.15;66.94;49.10;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:36;86374.66;86440.70;66.05;26.49;26.14;66.96;49.13;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:46;86373.09;86439.95;66.87;26.48;26.14;66.95;49.16;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:47:56;86370.49;86439.97;69.48;26.47;26.13;66.97;49.20;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:6;86379.45;86438.94;59.48;26.47;26.13;66.97;49.24;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:16;86374.01;86441.14;67.13;26.47;26.12;66.98;49.26;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:26;86374.91;86438.43;63.52;26.46;26.11;66.97;49.27;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:36;86374.53;86442.67;68.14;26.45;26.10;66.98;49.29;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:46;86376.55;86441.53;64.98;26.45;26.10;67.00;49.29;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:48:56;86375.31;86442.85;67.54;26.44;26.10;66.99;49.30;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:6;86380.67;86442.31;61.64;26.44;26.08;67.02;49.32;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:16;86378.63;86439.37;60.74;26.43;26.08;67.05;49.32;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:26;86377.42;86441.39;63.97;26.43;26.08;67.06;49.32;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:36;86377.89;86439.65;61.76;26.43;26.07;67.07;49.35;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:46;86376.44;86441.10;64.66;26.42;26.06;67.07;49.35;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:49:56;86377.27;86439.50;62.23;26.41;26.06;67.08;49.33;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:6;86378.86;86441.64;62.78;26.40;26.06;67.08;49.34;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:16;86381.02;86441.41;60.39;26.40;26.04;67.08;49.35;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:26;86376.61;86439.05;62.44;26.40;26.04;67.07;49.35;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:36;86376.91;86444.32;67.41;26.39;26.04;67.08;49.38;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:46;86380.92;86442.89;61.97;26.38;26.03;67.08;49.39;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:50:56;86379.70;86438.34;58.64;26.38;26.03;67.11;49.42;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:51:6;86377.80;86439.70;61.91;26.37;26.03;67.12;49.43;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:51:16;86376.74;86439.02;62.28;26.37;26.02;67.13;49.42;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:51:26;86381.63;86441.44;59.81;26.36;26.02;67.16;49.41;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:51:36;86379.77;86442.34;62.57;26.36;26.01;67.20;49.41;  
Prototipo;24051908;2024-5-19 21:51:46;86377.31;86444.20;66.88;26.36;26.02;67.21;49.41;

## 10.12.2 Archivo obtenido de la interfaz digital

Prototipo;24051908;5/19/2024 9:40:46 PM;86366.95;86427.27;60.32;26.46;26.09;69.11;45.23;5/20/2024 3:47:20 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:40:56 PM;86365.64;86430.83;65.19;26.50;26.14;69.22;45.54;5/20/2024 3:47:28 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:06 PM;86366.03;86428.49;62.46;26.53;26.17;69.21;45.16;5/20/2024 3:47:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:16 PM;86363.95;86430.17;66.23;26.55;26.21;69.16;45.03;5/20/2024 3:47:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:26 PM;86368.38;86429.28;60.90;26.57;26.22;69.19;44.98;5/20/2024 3:47:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:36 PM;86369.83;86428.34;58.52;26.59;26.24;69.10;44.88;5/20/2024 3:48:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:46 PM;86370.75;86430.30;59.55;26.60;26.26;68.99;44.87;5/20/2024 3:48:23 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:41:56 PM;86368.62;86432.20;63.59;26.61;26.27;68.85;44.92;5/20/2024 3:48:28 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:06 PM;86366.77;86430.87;64.09;26.61;26.28;68.70;45.05;5/20/2024 3:48:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:16 PM;86369.72;86429.97;60.25;26.61;26.29;68.56;45.20;5/20/2024 3:48:49 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:26 PM;86370.77;86429.30;58.53;26.62;26.29;68.42;45.38;5/20/2024 3:48:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:36 PM;86371.69;86432.09;60.41;26.63;26.29;68.27;45.60;5/20/2024 3:49:09 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:46 PM;86368.91;86431.34;62.44;26.62;26.30;68.15;45.81;5/20/2024 3:49:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:42:56 PM;86367.81;86427.22;59.41;26.63;26.29;68.04;46.02;5/20/2024 3:49:28 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:06 PM;86370.12;86428.14;58.02;26.62;26.29;67.92;46.19;5/20/2024 3:49:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:16 PM;86371.52;86430.47;58.95;26.63;26.30;67.83;46.36;5/20/2024 3:49:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:26 PM;86369.62;86433.37;63.75;26.62;26.29;67.72;46.54;5/20/2024 3:49:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:36 PM;86368.73;86431.91;63.17;26.62;26.29;67.64;46.72;5/20/2024 3:50:08 AM;

Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:46 PM;86371.78;86435.30;63.52;26.62;26.29;67.56;46.89;5/20/2024 3:50:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:43:56 PM;86373.80;86432.14;58.34;26.62;26.28;67.48;47.07;5/20/2024 3:50:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:06 PM;86370.03;86431.38;61.35;26.61;26.27;67.41;47.23;5/20/2024 3:50:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:16 PM;86371.17;86433.41;62.23;26.61;26.27;67.36;47.41;5/20/2024 3:50:49 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:26 PM;86371.34;86436.33;64.98;26.61;26.26;67.30;47.56;5/20/2024 3:50:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:36 PM;86371.45;86434.42;62.97;26.60;26.26;67.27;47.72;5/20/2024 3:51:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:46 PM;86371.74;86432.84;61.10;26.59;26.25;67.23;47.85;5/20/2024 3:51:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:44:56 PM;86371.53;86434.55;63.02;26.59;26.25;67.20;47.98;5/20/2024 3:51:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:06 PM;86369.28;86437.69;68.41;26.58;26.24;67.16;48.09;5/20/2024 3:51:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:16 PM;86374.79;86436.93;62.14;26.57;26.23;67.14;48.24;5/20/2024 3:51:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:26 PM;86366.98;86437.70;70.73;26.57;26.23;67.10;48.33;5/20/2024 3:51:59 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:36 PM;86375.11;86436.69;61.58;26.57;26.22;67.07;48.43;5/20/2024 3:52:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:46 PM;86373.30;86437.73;64.44;26.56;26.21;67.04;48.51;5/20/2024 3:52:19 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:45:56 PM;86373.28;86441.14;67.86;26.55;26.21;67.02;48.59;5/20/2024 3:52:28 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:06 PM;86372.38;86437.98;65.60;26.55;26.20;67.01;48.66;5/20/2024 3:52:39 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:16 PM;86374.02;86438.72;64.70;26.54;26.19;67.00;48.74;5/20/2024 3:52:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:26 PM;86371.62;86435.86;64.24;26.53;26.19;66.98;48.81;5/20/2024 3:52:59 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:36 PM;86371.24;86439.34;68.10;26.53;26.18;66.96;48.87;5/20/2024 3:53:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:46 PM;86372.39;86435.55;63.16;26.52;26.17;66.95;48.92;5/20/2024 3:53:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:46:56 PM;86371.47;86439.52;68.05;26.51;26.17;66.96;48.98;5/20/2024 3:53:28 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:06 PM;86372.05;86440.84;68.80;26.50;26.16;66.96;49.01;5/20/2024 3:53:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:16 PM;86374.05;86439.77;65.71;26.50;26.15;66.96;49.06;5/20/2024 3:53:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:26 PM;86373.66;86437.86;64.20;26.49;26.15;66.94;49.10;5/20/2024 3:53:59 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:36 PM;86374.66;86440.70;66.05;26.49;26.14;66.96;49.13;5/20/2024 3:54:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:46 PM;86373.09;86439.95;66.87;26.48;26.14;66.95;49.16;5/20/2024 3:54:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:47:56 PM;86370.49;86439.97;69.48;26.47;26.13;66.97;49.20;5/20/2024 3:54:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:06 PM;86379.45;86438.94;59.48;26.47;26.13;66.97;49.24;5/20/2024 3:54:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:16 PM;86374.01;86441.14;67.13;26.47;26.12;66.98;49.26;5/20/2024 3:54:50 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:26 PM;86374.91;86438.43;63.52;26.46;26.11;66.97;49.27;5/20/2024 3:54:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:36 PM;86374.53;86442.67;68.14;26.45;26.10;66.98;49.29;5/20/2024 3:55:09 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:46 PM;86376.55;86441.53;64.98;26.45;26.10;67.00;49.29;5/20/2024 3:55:18 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:48:56 PM;86375.31;86442.85;67.54;26.44;26.10;66.99;49.30;5/20/2024 3:55:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:06 PM;86380.67;86442.31;61.64;26.44;26.08;67.02;49.32;5/20/2024 3:55:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:16 PM;86378.63;86439.37;60.74;26.43;26.08;67.05;49.32;5/20/2024 3:55:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:26 PM;86377.42;86441.39;63.97;26.43;26.08;67.06;49.32;5/20/2024 3:55:59 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:36 PM;86377.89;86439.65;61.76;26.43;26.07;67.07;49.35;5/20/2024 3:56:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:46 PM;86376.44;86441.10;64.66;26.42;26.06;67.07;49.35;5/20/2024 3:56:19 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:49:56 PM;86377.27;86439.50;62.23;26.41;26.06;67.08;49.33;5/20/2024 3:56:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:06 PM;86378.86;86441.64;62.78;26.40;26.06;67.08;49.34;5/20/2024 3:56:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:16 PM;86381.02;86441.41;60.39;26.40;26.04;67.08;49.35;5/20/2024 3:56:49 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:26 PM;86376.61;86439.05;62.44;26.40;26.04;67.07;49.35;5/20/2024 3:56:58 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:36 PM;86376.91;86444.32;67.41;26.39;26.04;67.08;49.38;5/20/2024 3:57:09 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:46 PM;86380.92;86442.89;61.97;26.38;26.03;67.08;49.39;5/20/2024 3:57:19 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:50:56 PM;86379.70;86438.34;58.64;26.38;26.03;67.11;49.42;5/20/2024 3:57:29 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:51:06 PM;86377.80;86439.70;61.91;26.37;26.03;67.12;49.43;5/20/2024 3:57:38 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:51:16 PM;86376.74;86439.02;62.28;26.37;26.02;67.13;49.42;5/20/2024 3:57:48 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:51:26 PM;86381.63;86441.44;59.81;26.36;26.02;67.16;49.41;5/20/2024 3:57:59 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:51:36 PM;86379.77;86442.34;62.57;26.36;26.01;67.20;49.41;5/20/2024 3:58:08 AM;  
Prototipo;24051908;5/19/2024 9:51:46 PM;86377.31;86444.20;66.88;26.36;26.02;67.21;49.41;5/20/2024 3:58:20 AM;

### 10.13 Fotografías del proceso de calibración.

En la Figura. A. 17 se observa la cámara de condiciones controladas en la que se lleva a cabo el proceso de calibración del dispositivo.

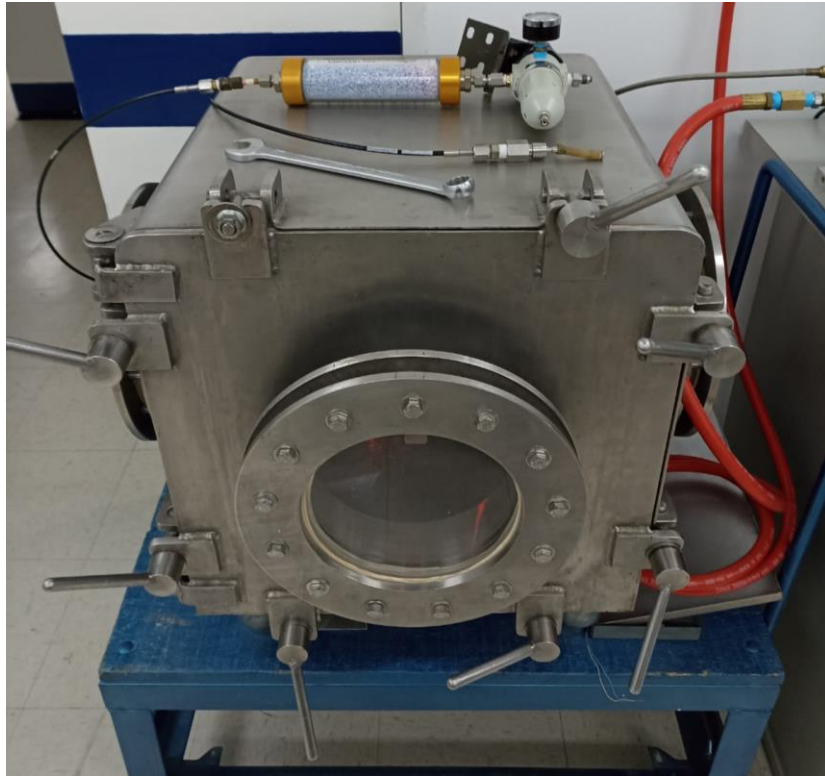


Figura. A. 17. Cámara de condiciones controladas de presión.

En la Figura. A. 18 se observa el instrumento Fluke RPM4 utilizado como patrón y perteneciente al Laboratorio de Presión del DMF del Laboratorio Costarricense de Metrología.



Figura. A. 18. Instrumento patrón.

En la Figura. A. 19 se observa una fotografía de la vista superior del instrumento patrón, en la que se aprecian las válvulas mediante las cuales se regula el ingreso y salida de aire comprimido a la cámara de condiciones controladas.

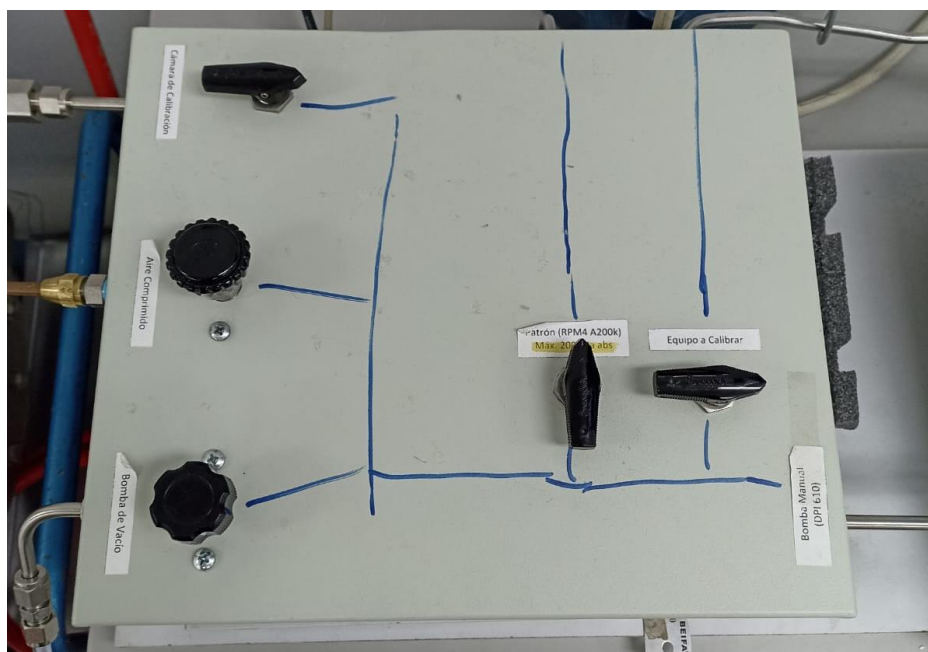


Figura. A. 19. Sistema de control de la tubería.

En la Figura. A. 20, se observa el dispositivo dentro de la cámara de condiciones controladas durante el proceso de calibración.

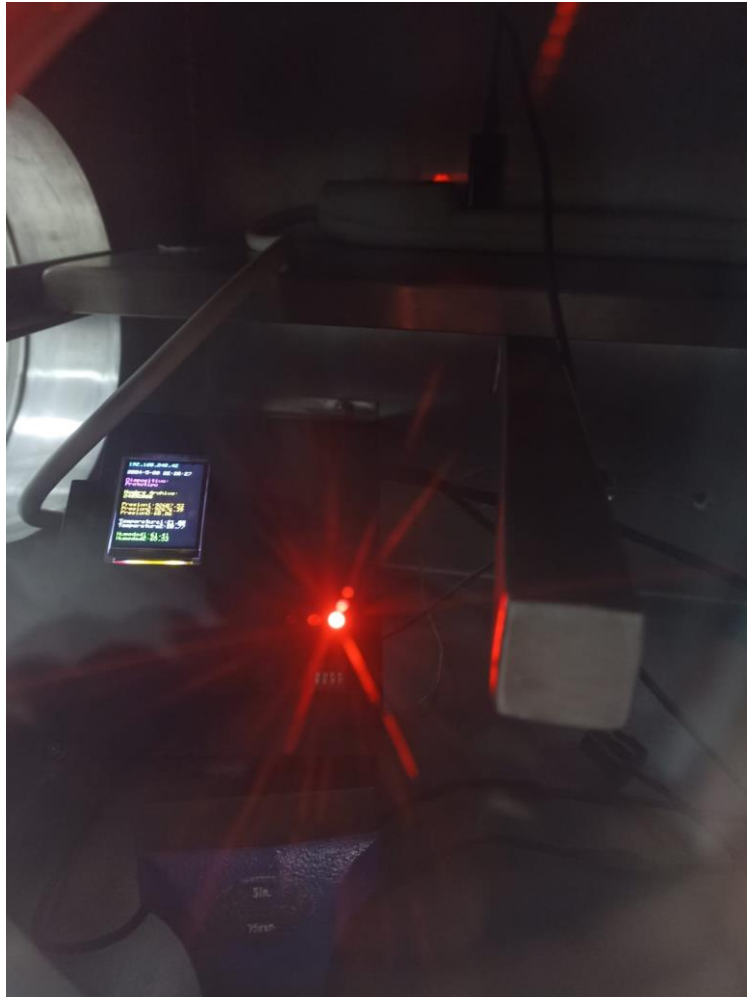


Figura. A. 20. Medidor de presión diferencial dentro de la cámara de condiciones controladas.

#### **10.14 Manual de usuario.**

En la siguiente página se encuentra el manual de usuario.



**LABORATORIO  
COSTARRICENSE  
DE METROLOGÍA**

GOBIERNO  
DE COSTA RICA

## **Manual de usuario del medidor de presión diferencial**

Versión: 1.0

## Contenidos

1	Configuración del API.....	4
2	Configuración de red wifi.....	8
3	Depuración del hardware.....	9
4	Captura de datos.....	10
4.1	Configuración local.....	10
4.2	Configuración desde la interfaz digital.....	11
4.3	Capturar mediciones.....	13
5	Consulta y descarga de mediciones.....	14
6	Generación automática de archivos.....	15
7	Bibliografía.....	17

## Tabla de figuras

Figura 1.1. Red local Setup MPD. ....	4
Figura 1.2. Propiedades de la red Setup MPD. ....	5
Figura 1.3. Información general de la configuración del dispositivo. ....	6
Figura 1.4. Página para configurar los credenciales del API y el dispositivo ID. .....	7
Figura 1.5. Mensaje de guardado con éxito de la configuración del API y el dispositivo ID. ....	7
Figura 4.1. Botón de reinicio del dispositivo. [1] .....	8
Figura 2.1. Pagina para configurar los credenciales de la red wifi. ....	9
Figura 2.2. Mensaje de guardado con éxito de la configuración de la red wifi. ....	9
Figura 3.1. Verificación del hardware al encender el dispositivo. ....	9
Figura 4.2. Información desplegada por el dispositivo cuando está a la espera. .....	11
Figura 4.3. Pagina para la configuración del dispositivo mediante la interfaz digital. ....	12
Figura 4.4. Mensaje de error al no ingresar la dirección IP del dispositivo. ...	12
Figura 4.5. Mensaje de éxito al configurar el dispositivo. ....	13
Figura 4.6. Botón para iniciar la captura de datos. ....	13
Figura 5.1. Consulta de mediciones en la interfaz digital. ....	14
Figura 5.2. Mensaje de error de la consulta al no existir datos con las credenciales ingresados. ....	14
Figura 5.3. Mensaje de éxito al descargar los datos. ....	15
Figura 5.4. Mensaje de error de la descarga al no existir datos con las credenciales ingresados. ....	15

## 1 Configuración del API.

Cuando el dispositivo no tiene las credenciales de red configuradas se iniciará un servidor local donde se podrán configurar. La red local es llamada “Setup MPD”, tal como se observa en la Figura 1.1.

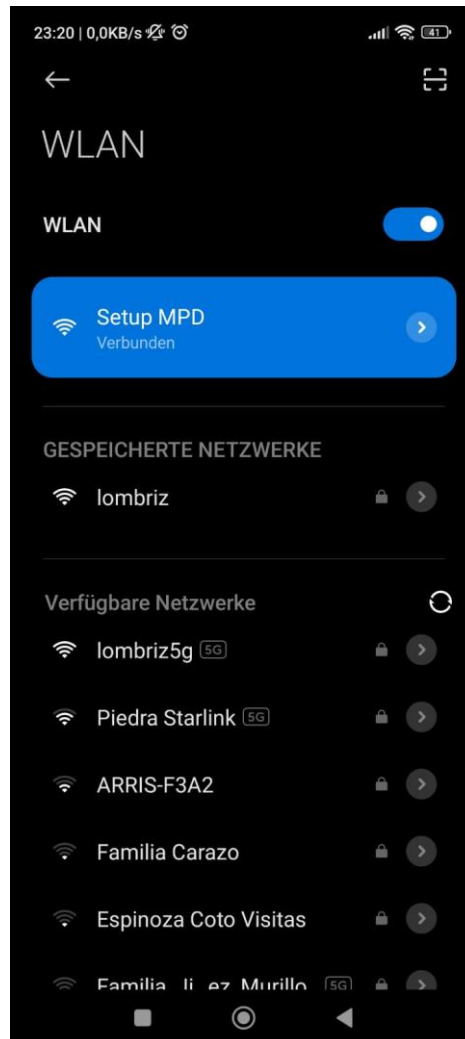


Figura 1.1. Red local Setup MPD.

Una vez conectados a la red, debemos de ver sus propiedades y acceder la dirección IP bajo la etiqueta “Router”. Véase la Figura 1.2 como referencia.

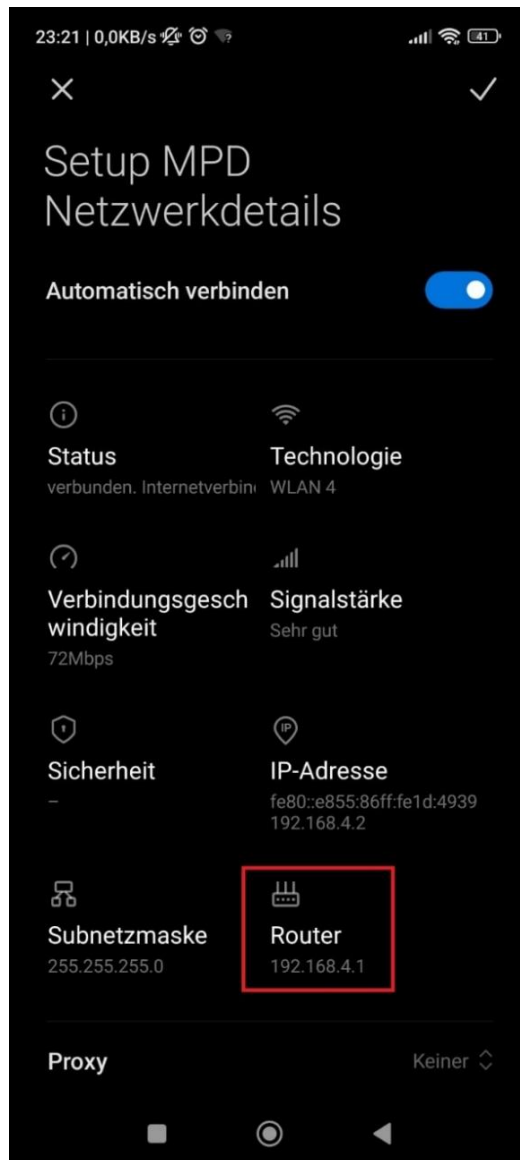


Figura 1.2. Propiedades de la red Setup MPD.

Al acceder la red se mostrará en pantalla una página como la que se observa en la Figura 1.3. Aquí se muestra toda la configuración del dispositivo, si es la primera vez que se configura los espacios estarán vacíos.

# Laboratorio Costarricense de Metrología

Dispositivo de medición de presión, temperatura y humedad.

## Dispositivo

Atributo	Valor
DispositivoId	

## Wifi

Atributo	Valor
Ssid	
Ip	

## Api

Atributo	Valor
Url	
Port	

Autor: Jose Mauricio Brenes Siles

[jmbrenes@outlook.com](mailto:jmbrenes@outlook.com)

Figura 1.3. Información general de la configuración del dispositivo.

Para configurar los credenciales del API, dirijase al subdominio “/config”. Utilizando la IP de la Figura 1.2 como ejemplo, debe de ingresar “192.168.4.1/config”. Esto lo enviará a la página mostrada en la Figura 1.4 donde debe de ingresar la URL del API y el puerto en el que se encuentra. En esta página también debe de ingresar el nombre por el cual se identificará el dispositivo.

### Configuración del Servidor MPD Api

### Configuración del Dispositivo

Figura 1.4. Página para configurar los credenciales del API y el dispositivo ID.

Una vez ingresados y guardados los datos, obtendrá un mensaje como el mostrado en la Figura 1.5. Si debe de ingresar los credenciales de la red puede hacerlo inmediatamente y reiniciar el dispositivo después de guardarlos.

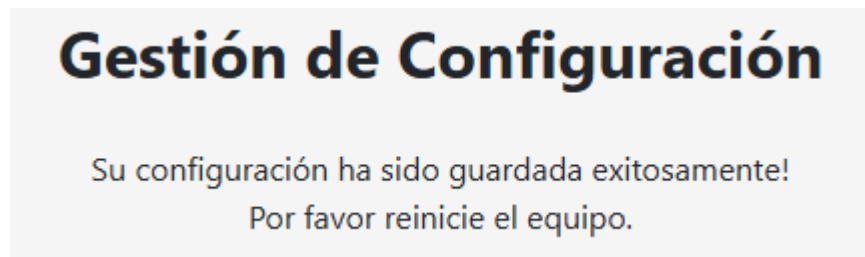


Figura 1.5. Mensaje de guardado con éxito de la configuración del API y el dispositivo ID.

Para reiniciar el dispositivo puede desconectarlo y conectarlo a la alimentación o mediante el botón integrado del microcontrolador, el cual se encuentra a la izquierda del cable de alimentación. Tal como se observa en la Figura 1.6.



Figura 1.6. Botón de reinicio del dispositivo. [1]

El reinicio del dispositivo es una buena práctica para reiniciar el control de tiempo asincrónico que utiliza el dispositivo para saber cuándo tomar mediciones.

## 2 Configuración de red wifi.

Para configurar los credenciales debe de conectarse a la red “Setup MPD” nuevamente y dirigirse al subdominio “/wifi”. Utilizando la IP de la Figura 1.2 como ejemplo, debe de ingresar “192.168.4.1/wifi”. Esto lo enviará a una página como la mostrada en la Figura 2.1 donde debe de ingresar el nombre de la red en el espacio de “SSID” y la contraseña en el espacio “Contraseña”.

A screenshot of a web interface titled "Configuración de Wifi". The interface has a light gray background. At the top, the title "Configuración de Wifi" is displayed in a large, bold, black font. Below the title, there are two input fields. The first is labeled "SSID" and the second is labeled "Contraseña". Both fields are empty and have a white background with a thin gray border. At the bottom of the form, there is a dark gray button with the word "Guardar" written in white text.

Figura 2.1. Pagina para configurar los credenciales de la red wifi.

Una vez presione guardar, si la configuración ha sido guardada correctamente obtendrá un mensaje como el mostrado en la Figura 2.2. Debe de reiniciar el dispositivo para aplicar los cambios, tal como se indica.

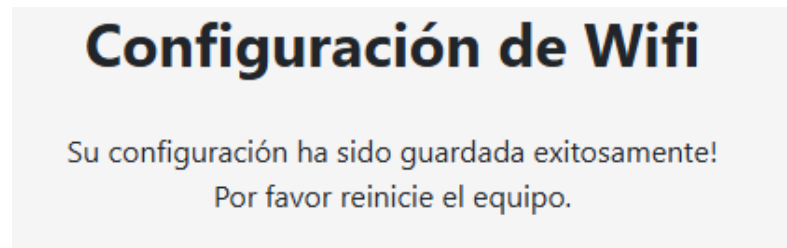


Figura 2.2. Mensaje de guardado con éxito de la configuración de la red wifi.

### 3 Depuración del hardware.

Cuando se enciende el dispositivo y este se encuentra a la espera, se muestra en pantalla información relacionada al hardware. En la Figura 3.1 se puede observar el estado de cada uno de los componentes junto con su dirección IP.



Figura 3.1. Verificación del hardware al encender el dispositivo.

Adicionalmente esta información es mostrada mediante indicadores visuales durante la toma de mediciones. El significado de los indicadores esta tabulado en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de verdad de los indicadores visuales.

LED1	LED2	LED3	Significado
0	0	0	Esperando inicio
0	0	1	Valor fuera de rango
0	1	0	Wifi no inicializado
0	1	1	BME1 no inicializado
1	0	0	BME2 no inicializado
1	0	1	RTC no inicializado
1	1	0	SD no inicializada
1	1	1	Tomando mediciones

## 4 Captura de datos

Una vez configurado el dispositivo para la comunicación con la base de datos y la conexión a la red, es posible iniciar la captura de datos. Primero se debe de comprender los tipos de configuraciones del dispositivo.

### 4.1 Configuración local.

Esta configuración hace uso del DIPSWITCH integrado en el dispositivo. Para configurarlo se debe de hacer uso de la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de verdad de la configuración local.

Pin 39	Pin 34	Pin 35	Pin 32	Función
Modo local	Config1	Config2	Config3	
1	0	0	0	Sensor 1 - Periodo 30 segundos
1	0	0	1	Sensor 1 - Periodo 5 minutos
1	0	1	0	Sensor 2 - Periodo 30 segundos
1	0	1	1	Sensor 2 - Periodo 5 minutos
1	1	0	0	Ambos sensores - PresionD - 10 segundos
1	1	0	1	Ambos sensores - PresionD - 30 segundos
1	1	1	0	Ambos sensores - PresionD - 1 minuto
1	1	1	1	Ambos sensores - PresionD - 5 minutos
0	0	0	0	APAGADO
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	

Esta indicación también es mostrada en pantalla cuando el dispositivo se encuentra a la espera, tal como se observa en la Figura 4.1.

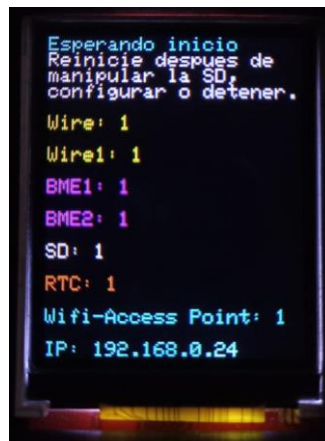


Figura 4.1. Información desplegada por el dispositivo cuando está a la espera.

## 4.2 Configuración desde la interfaz digital.

Para configurar el dispositivo con parámetros personalizados, es necesario dirigirse a la interfaz digital y al apartado “Configurar dispositivo”, como se observa en la Figura 4.2. Aquí es necesario ingresar la dirección IP del dispositivo, la cual es mostrada en su pantalla. Para que la información sea guardada correctamente es necesario completar todo el formulario.

**LACOMET**

Inicio

Configurar dispositivo

Obtener mediciones

## Configurar dispositivo

### Ip del dispositivo

Digite la dirección IP del dispositivo

### Periodo de muestreo

Digite el periodo de muestreo (segundos)

### Seleccione las magnitudes que debe medir cada sensor

Presión sensor 1

Presión sensor 2

Presión diferencial

Temperatura sensor 1

Temperatura sensor 2

Humedad sensor 1

Humedad sensor 2

### Límites superior e inferior que debe monitorear el dispositivo para cada magnitud

Digite el límite superior de la presión (Pa)

Digite el límite inferior de la presión (Pa)

Digite el límite superior de la temperatura (°C)

Digite el límite inferior de la temperatura (°C)

Digite el límite superior de la humedad (%)

Digite el límite inferior de la humedad (%)

**Guardar configuración**

Figura 4.2. Pagina para la configuración del dispositivo mediante la interfaz digital.

En caso de no ingresar la dirección IP, se mostrará el error ilustrado en la Figura 4.3

## Configurar dispositivo

### Ip del dispositivo

Digite la dirección IP del dispositivo

× Debe de indicar la dirección IP del dispositivo

Figura 4.3. Mensaje de error al no ingresar la dirección IP del dispositivo.

Si la configuración es guardada exitosamente se mostrará lo ilustrado en la Figura 4.4

## Configurar dispositivo

### Ip del dispositivo

Digite la dirección IP del dispositivo

× Se ha guardado exitosamente.

Figura 4.4. Mensaje de éxito al configurar el dispositivo.

Una vez configurado, se insta a reiniciar dispositivo, como se menciona anteriormente.

### 4.3 Capturar mediciones.

Una vez configurado el dispositivo, para capturar las mediciones únicamente es necesario presionar el botón de inicio observado en la Figura 4.5. Para detener las mediciones se debe de presionar este botón nuevamente.

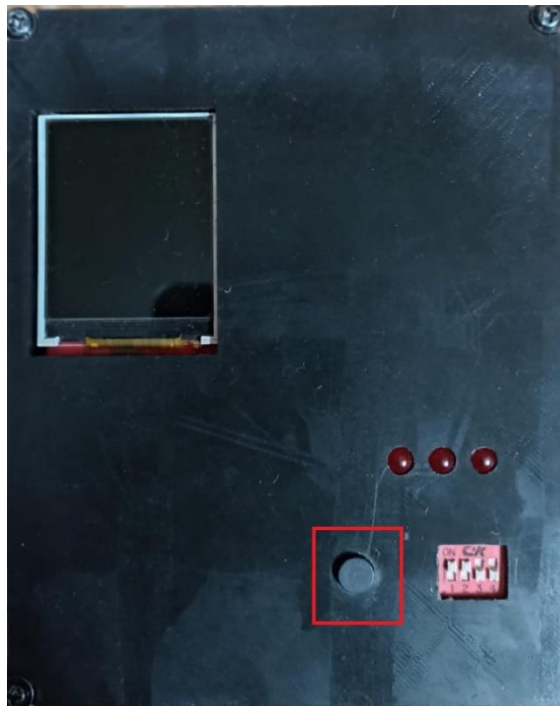


Figura 4.5. Botón para iniciar la captura de datos.

## 5 Consulta y descarga de mediciones.

Para realizar una consulta de las mediciones mediante la interfaz digital, es necesario conocer el nombre del archivo/sesión y el nombre del dispositivo. En la Figura 5.1 se ejemplifica mediante una consulta. El “TimeStamp” mostrado en la tabla es la fecha y hora de llegada de las mediciones al servidor (hora local del servidor).

Obtener mediciones

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

Dispositivo ID	Sesión ID	Fecha de Captura	Presión Absoluta 1 (Pa)	Presión Absoluta 2 (Pa)	Presión Diferencial (Pa)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	TimeStamp
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:46 PM	86366.95	86427.27	60.32	26.46	26.09	69.11	45.23	5/20/2024 3:47:20 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:40:56 PM	86365.64	86430.83	65.19	26.50	26.14	69.22	45.54	5/20/2024 3:47:28 AM
Prototipo	24051908	5/19/2024 9:41:06 PM	86366.03	86428.49	62.46	26.53	26.17	69.21	45.16	5/20/2024 3:47:38 AM

Figura 5.1. Consulta de mediciones en la interfaz digital.

En caso de que los credenciales no correspondan a la información de la base de datos, obtendrá un mensaje como el de la Figura 5.2

### Obtener mediciones

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

Sin datos que mostrar...

Figura 5.2. Mensaje de error de la consulta al no existir datos con las credenciales ingresados.

Para descargar los datos simplemente se debe de presionar el botón de descarga. Posteriormente se muestra un mensaje como el de la Figura 5.3

## Obtener mediciones

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

Consultar

Descargar

El resultado se ha guardado en 'Prototipo\_111.txt'

Figura 5.3. Mensaje de éxito al descargar los datos.

En caso de que los credenciales sean inválidos se mostrará un mensaje como el de la Figura 5.4.

## Obtener mediciones

Digite el identificador de la sesión:

Digite el identificador del dispositivo:

Consultar

Descargar

No existen datos que descargar

Figura 5.4. Mensaje de error de la descarga al no existir datos con las credenciales ingresados.

## 6 Generación automática de archivos.

La generación automática de archivos está compuesta por el año, mes y día en el que se realiza la sesión de mediciones. Además, posee una terminación de dos

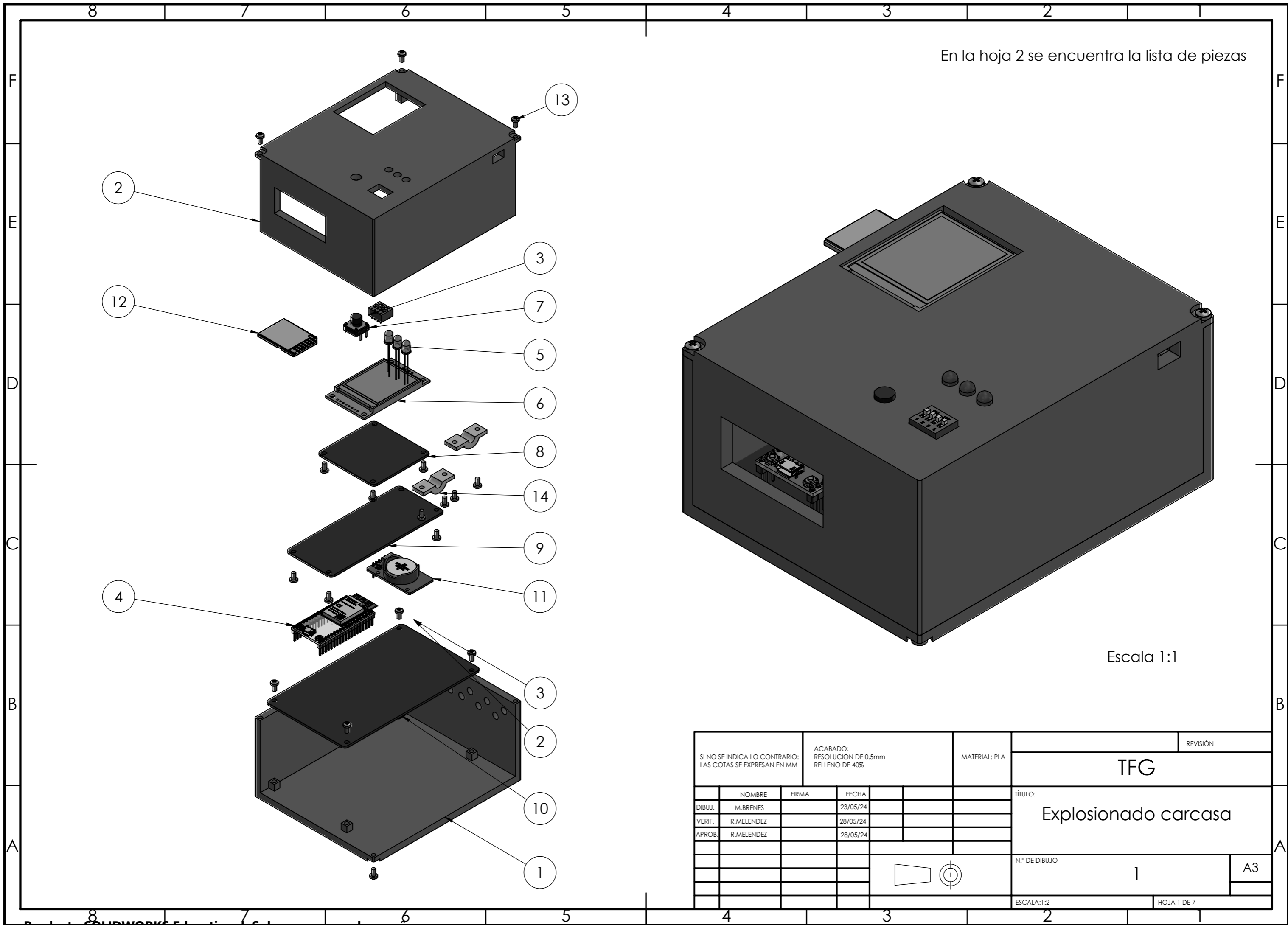
dígitos, que representan el número de archivo generado ese día. El dispositivo posee la capacidad de generar un máximo de 100 archivos diarios, este control lo lleva mediante los archivos ya existentes en la memoria extraíble. Por tanto, para el control de versiones, es importante que el dispositivo tenga una memoria insertada.

## 7 Bibliografía.

- [1] CHAPICHUSE, «Programación para ESP32 WROOM,» 07 06 2021.  
[En línea]. Available: <https://iztuts.com/lap-trinh-cho-esp32-wroom/>. [Último acceso: 21 05 2024].

## **10.15 Planos**

En la siguiente página se encuentran los planos.



En la hoja 2 se encuentra la lista de piezas

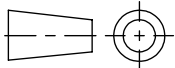


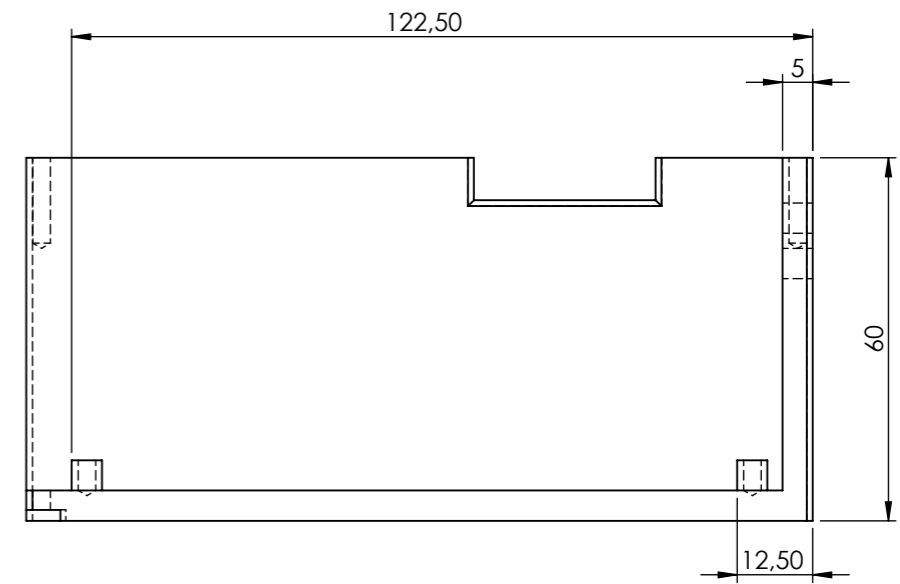
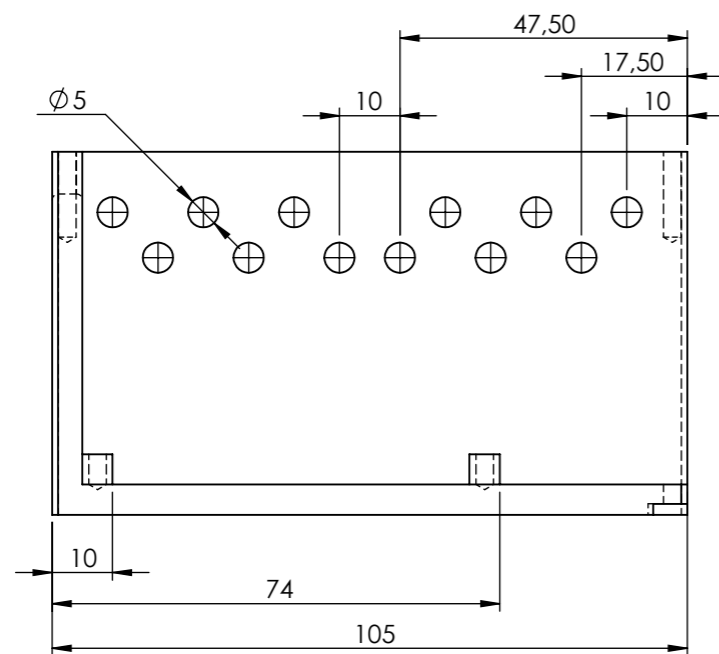
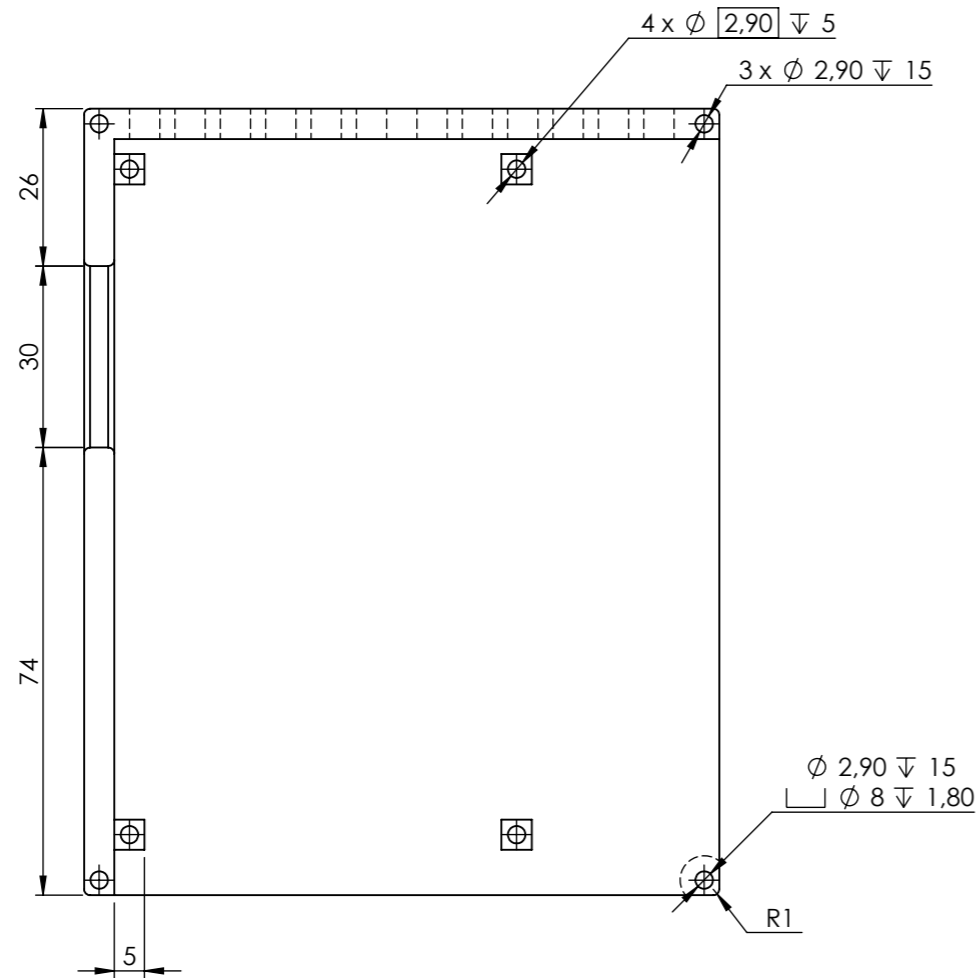
Escala 1:1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO: RESOLUCION DE 0.5mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PLA		REVISIÓN	
						TFG	
						TÍTULO:	
						Explosionado carcasa	
						N.º DE DIBUJO	
						1	
						A3	
						ESCALA:1:2	
						HOJA 1 DE 7	

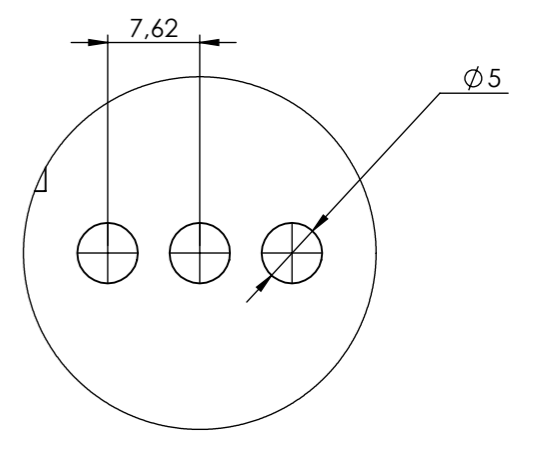
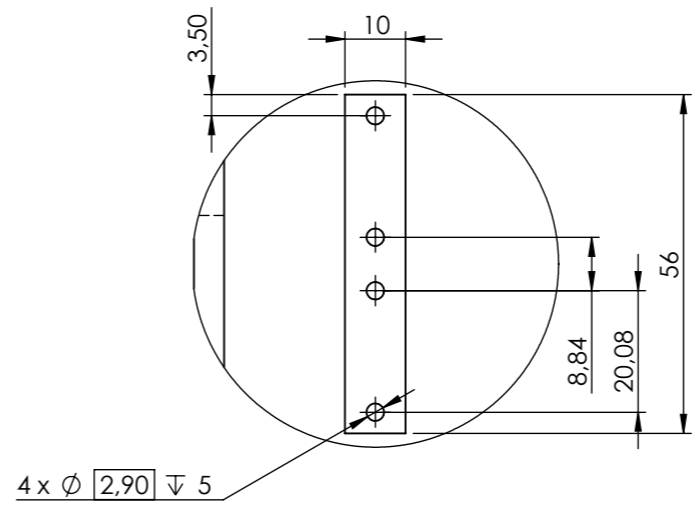
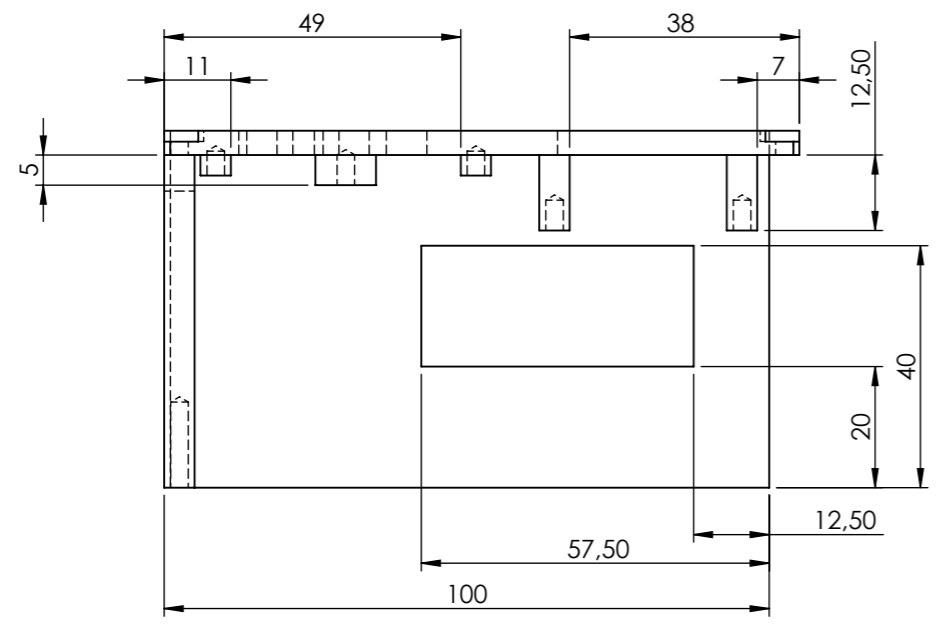
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base		1
2	Tapa		1
3	DIP Red 4-way.step		1
4	ESP32-WROVER-B.step		1
5	LED		3
6	LCD_TFT_1.8_SPI_ST7735 v2.ipt		1
7	Botón		1
8	PCB_Pequeña		1
9	PCB_Mediana		1
10	PCB_Grande		1
11	PCB Timer.stp		1
12	Case.step		1
13	ISO 7045 - M2.5 x 5 - Z - 5N	Tornillos	20
14	PrensaCable		2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO: RESOLUCION DE 0,5mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PLA	REVISIÓN																
<b>TFG</b>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. M.BRENES</td> <td></td> <td>23/05/24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF. R.MELENDEZ</td> <td></td> <td>28/05/24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB. R.MELENDEZ</td> <td></td> <td>28/05/24</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA		DIBUJ. M.BRENES		23/05/24		VERIF. R.MELENDEZ		28/05/24		APROB. R.MELENDEZ		28/05/24		TÍTULO: <b>Explosionado carcasa</b>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																			
DIBUJ. M.BRENES		23/05/24																			
VERIF. R.MELENDEZ		28/05/24																			
APROB. R.MELENDEZ		28/05/24																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">N.º DE DIBUJO</td> <td>1</td> <td>A4</td> </tr> </table>				N.º DE DIBUJO		1	A4														
N.º DE DIBUJO		1	A4																		
ESCALA:1:2				HOJA 2 DE 7																	



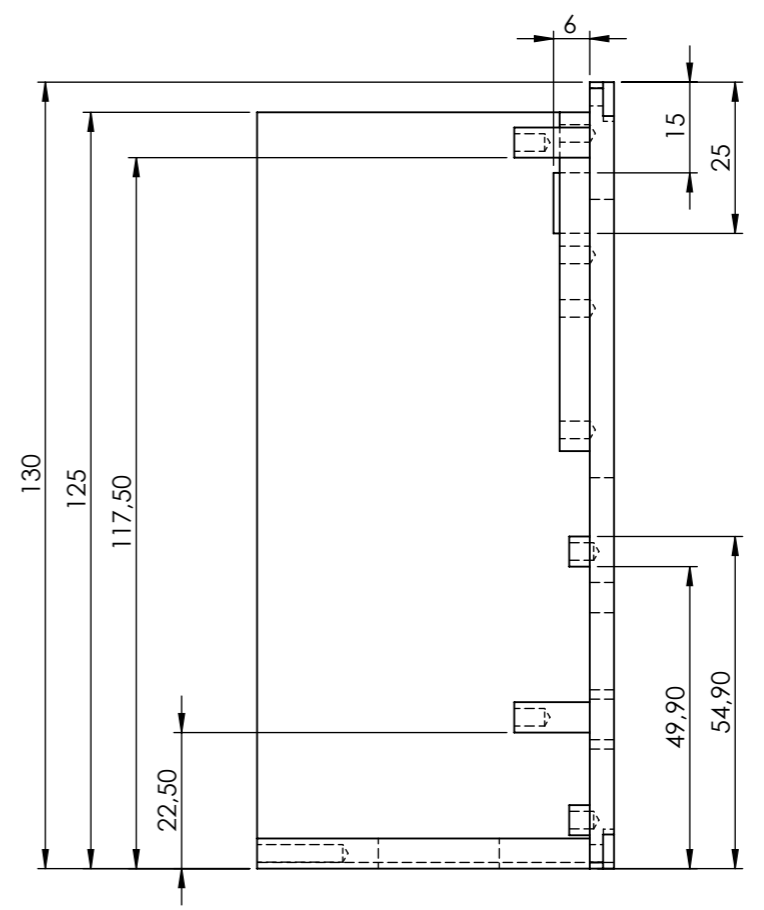
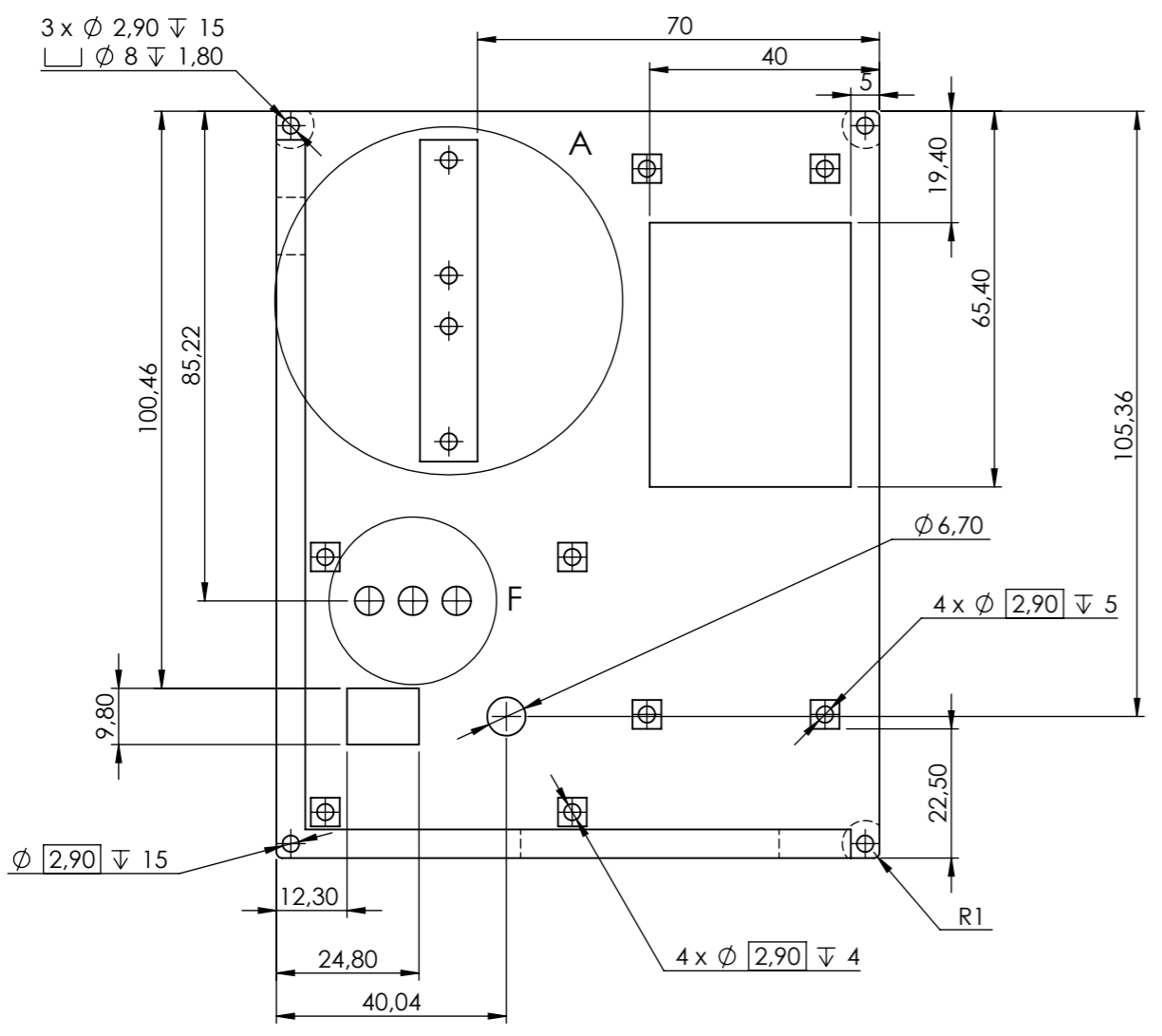


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			ACABADO: RESOLUCION DE 0.5mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PLA		REVISIÓN		
							TFG		
							TÍTULO: Plano de la base		
							N.º DE DIBUJO		A3
							ESCALA: 1:1.25		HOJA 3 DE 7



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1.25

DETALLE F  
ESCALA 2 : 1.25

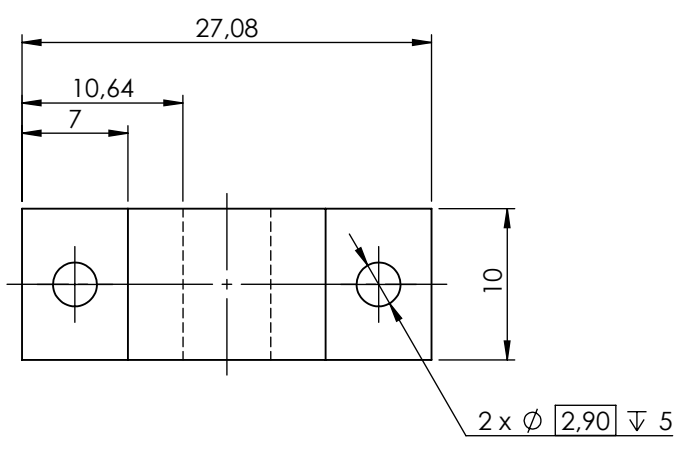


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO: RESOLUCION DE 0.5mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PLA		REVISIÓN	
						<b>TFG</b>	
						TÍTULO: <b>Plano de la tapa</b>	
						N.º DE DIBUJO <b>3</b>	
						A3	
						ESCALA: 1:1.25	
						HOJA 4 DE 7	

4 3 2 1

F

F

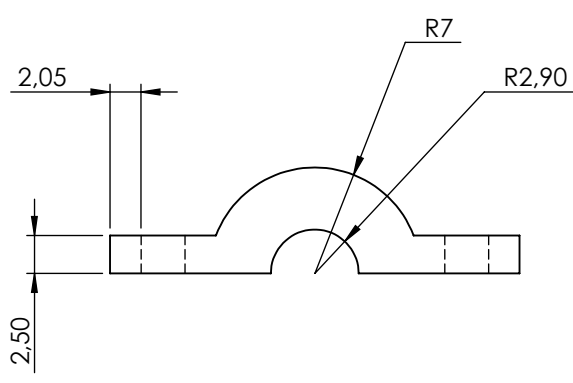


E

E

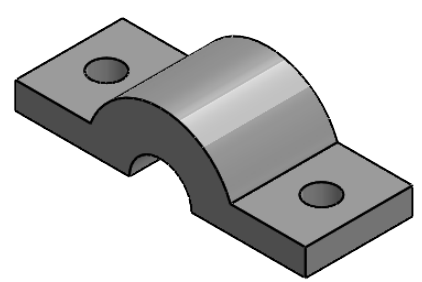
D

D



C

C



B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	ACABADO: RESOLUCION DE 0.5mm RELLENO DE 40%	MATERIAL: PLA	REVISIÓN
			TFG

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	M.BRENES		23/05/24
VERIF.	R.MELENDZ		28/05/24
APROB.	R.MELENDZ		28/05/24

TÍTULO:	Plano de la prensa del cable	
N.º DE DIBUJO	4	A4
ESCALA:2:1	HOJA 5 DE 7	

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

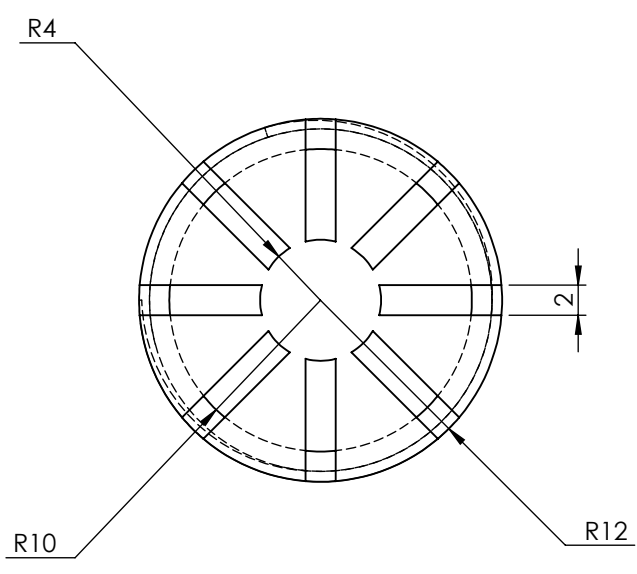
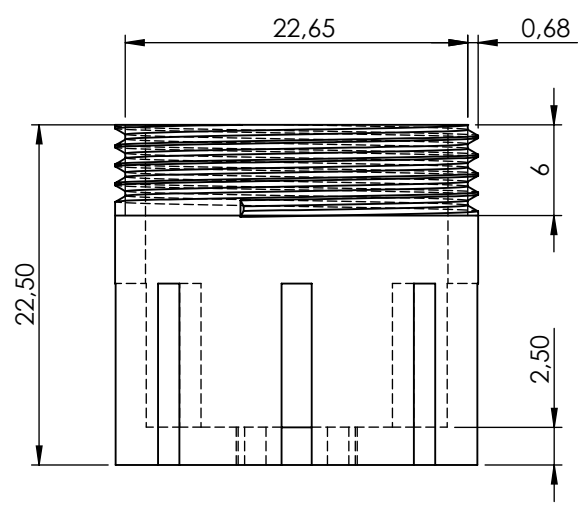
C

B

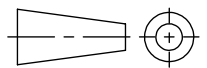
B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO: RESOLUCION DE 0.1mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PETG		REVISIÓN	
						<b>TFG</b>	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA	
M.BRENES						23/05/24	
VERIF.		R.MELENDZ				28/05/24	
APROB.		R.MELENDZ				28/05/24	
						TÍTULO:	
						Plano de la base del encapsulado	
						N.º DE DIBUJO	
						5	
						A4	
						ESCALA:2:1	
						HOJA 6 DE 7	



4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

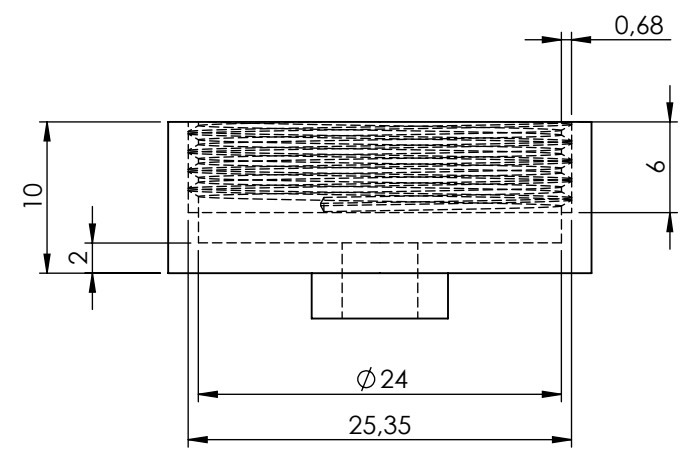
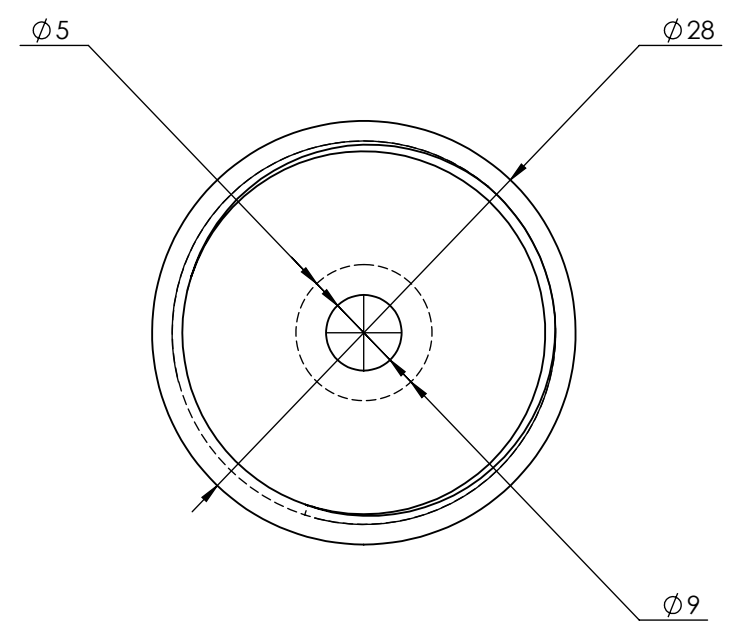
C

B

B

A

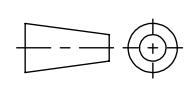
A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO: RESOLUCION DE 0.1mm RELLENO DE 40%		MATERIAL: PETG		REVISIÓN	
						<b>TFG</b>	

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	M.BRENES		23/05/24		
VERIF.	R.MELENDZ		28/05/24		
APROB.	R.MELENDZ		28/05/24		

TÍTULO: <b>Plano de la tapa del encapsulado</b>	
N.º DE DIBUJO <b>6</b>	<b>A4</b>
ESCALA: 2:1	
HOJA 7 DE 7	



4 3 2 1

# 11 Anexos

## 11.1 Guía de propiedades de los filamentos [126].

		PLA <a href="#">Shop now &gt;</a>	ABS <a href="#">Shop now &gt;</a>	PETG-CF <a href="#">Shop now &gt;</a>	TPU 95A HF <a href="#">Shop now &gt;</a>
Filament Properties	Toughness Impact Strength - XY	26.6 kJ/m²	39.3 kJ/m²	41.2 kJ/m²	123.2 kJ/m²
	Strength Bending Strength - XY	76 MPa	62 MPa	70 MPa	N/A
	Stiffness Bending Modulus - XY	2750 MPa	1880 MPa	2910 MPa	N/A
	Layer Adhesion Impact Strength - Z	13.8 kJ/m²	7.4 kJ/m²	10.7 kJ/m²	86.3 kJ/m²
	Heat Resistance HDT, 0.45 MPa	57 °C	87 °C	74 °C	N/A
	Saturated Water Absorption Rate 25 °C, 55% RH	0.43%	0.65%	0.30%	1.08%
Pre-printing Preparation	Dry Out Before Use	Optional	Optional	Optional	<b>Required</b>
	Drying Condition	Blast Drying Oven: 55 °C, 8h X1 Series Heatbed: 65 - 75 °C, 12h	Blast Drying Oven: 80 °C, 8h X1 Series Heatbed: 90 - 100 °C, 12h	Blast Drying Oven: 65 °C, 8h X1 Series Heatbed: 75 - 85 °C, 12h	Blast Drying Oven: 70 °C, 8h X1 Series Heatbed: 80 - 90 °C, 12h
	AMS Compatibility				
	Nozzle Size/Material	All Size/Material	All Size/Material	0.4 / 0.6 / 0.8 mm Hardened Steel	0.4 / 0.6 / 0.8 mm Hardened Steel / Stainless steel
	Build Plate & Bed Temperature	Cool Plate(35-55°C) High Temperature Plate(55-65°C) Textured PEI Plate(55-65°C)	Engineering Plate(90-100°C) High Temperature Plate(90-100°C) Textured PEI Plate(90-100°C)	Engineering Plate(60-80°C) High Temperature Plate(60-80°C) Textured PEI Plate(60-80°C)	Cool Plate(30-35°C) Engineering Plate(30-45°C) High Temperature Plate(30-45°C) Textured PEI Plate(30-45°C)
	Adhesion Methods	Bambu Liquid Glue Glue Stick	Bambu Liquid Glue Glue Stick	Bambu Liquid Glue Glue Stick	Bambu Liquid Glue Glue Stick
Printer Settings	Print with Enclosure				
	Seal with Desiccant				
	Print Speed	< 300 mm/s	< 300 mm/s	< 200 mm/s	< 200 mm/s
	Nozzle Temperature	190 - 230 °C	240 - 280 °C	240 - 270 °C	220 - 240 °C
	Part Cooling Fan	50 - 100%	0 - 80%	0 - 40%	50 - 100%
Post-printing Processes	Annealing	50 - 60 °C 6 - 12 hours	80 - 90 °C 6 - 12 hours	65 - 70 °C 6 - 12 hours	N/A

## 11.2 Revista RONNA del Laboratorio Costarricense de Metrología

Enlace a la revista RONNA:

[https://lcm.go.cr/wp-content/ronna/RONNA\\_02\\_20231212.pdf](https://lcm.go.cr/wp-content/ronna/RONNA_02_20231212.pdf)