Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

Departamento de Sistemas de Información

Desarrollo de sistema de adquisición, registro y monitoreo de variables ambientales para el edificio sensorizado del CITEC

Proyecto de título presentado por Manuel Pizarro Vergara y Roberto Sánchez Belmar

Para obtención de título universitario de Ingeniero de Ejecución en Computación e Informática

Dr. Claudio Gutiérrez

Prof. Luis Vera

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Índice general

Índice general **2**

Introducción **9**

1 Definición de empresa o institución **10**
1.1 Descripción de la Institución 10
1.1.1 Visión 11
1.1.2 Misión 11
1.1.3 Objetivo de la institución 12
1.1.4 Estructura Organizativa 12
1.1.5 Funciones importantes 13
1.2 Descripción del área de estudio 13
1.3 Descripción de la problemática 14

2 Planificación inicial del proyecto **14**
2.1 Objetivos del proyecto 14
2.1.1 Objetivo general 14
2.1.2 Objetivo específico 14
2.2 Ambiente de ingeniería de software 15
2.2.1 Técnicas y notaciones 15
2.2.2 Estándares de documentación, producción o proceso 16
2.2.3 Herramientas de apoyo 16
2.3 Definición de siglas y abreviaciones 17

3 Investigación y Solución de Problemas **19**
3.1 Sistema de ambientación de edificio CITEC 19
3.1.1 Proceso de funcionamiento 19
3.2 Justificación: prescindir del dispositivo PLC 20
3.3 Comunicación serial 21
3.3.1 Conversor USB a RS485 21
3.4 Edificio CITEC 22

4 Especificación de requerimientos de software **23**
4.1 Alcance 23
4.1.1 Aportes 23
4.1.2 Límites 23

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4.2 Objetivos del software 24
4.2.1 Objetivo general 24
4.2.2 Objetivo específico 24
4.3 Descripción global del producto 25
4.3.1 Interfaz de usuario 25
4.3.2 Interfaz de hardware 26
4.3.3 Interfaz de Software 26
4.3.4 Interfaz de comunicación 27
4.4 Requerimientos específicos 27
4.4.1 Requerimientos funcionales del sistema 27
4.4.2 Interfaz externa de entrada 29
4.4.3 Interfaz externa de salida 29
4.4.4 Atributos del producto 30

5 Estudio de factibilidad 33
5.1 Factibilidad técnica 33
5.2 Factibilidad operativa 36
5.3 Factibilidad económica 36
5.4 Conclusión de factibilidad 37

6 Análisis 37
6.1 Procesos de negocio futuros 37
6.2 Diagrama de casos de uso 38
6.2.1 Actores 39
6.2.2 Casos de uso y descripción 39
6.2.3 Especificación de casos de uso 45
6.2.4 Matriz de trazabilidad 60

7 Diseño 61
7.1 Diseño de arquitectura funcional 62
7.1.1 Modelo de arquitectura basada en evento 62
7.2 Diseño de interfaz y navegación 63

8 Pruebas 71
8.1 Elementos de prueba 72
8.2 Especificación de las pruebas 72
8.3 Responsables de las pruebas 74
8.4 Calendario de pruebas 74
8.5 Detalle de las pruebas 75
8.6 Conclusión de pruebas 80

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

9 Plan de capacitación y entrenamiento **80**

10 Plan de implementación y puesta en marcha **82**

11 Resumen esfuerzo requerido **83**

12 Conclusión **84**

13 Bibliografía **85**

Anexo 1: Reuniones de Control de Cambios con Usuario **86**

R1 1.1: Cambios en la gestión del proyecto relacionado a tiempos establecidos. 86

R2 1.2: Ajustes y cambios en requerimiento funcional de software. 88

Anexo 2: Manual de Usuario **89**

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Estructura organizativa Universidad del Bio Bio 12

Ilustración 2: Multiplexores Intech CITEC Universidad del Bio Bio 19

Ilustración 3: Usb a RS485 / Multiplexor Intech 2100-A16 21

Ilustración 4: Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC Universidad del Bio Bio 22

Ilustración 5: Módulo Relé de 8 pines 26

Ilustración 6: Caso de uso conexión 40

Ilustración 7: Caso de uso visualización de estado 41

Ilustración 8: Caso de uso visualización de registro de datos 42

Ilustración 9: Caso de uso establecer parámetros 43

Ilustración 10: Caso de uso modo manual/automático 44

Ilustración 11: Caso de uso control de dispositivos 45

Ilustración 12: ventana base 63

Ilustración 13: pestaña inicio 64

Ilustración 14: pestaña piso 1 65

Ilustración 15: pestaña piso 2 66

Ilustración 16: pestaña muro trombe 67

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Ilustración 17: pestaña compensación multiplexor 1 68

Ilustración 18: pestaña compensación multiplexor 2 69

Ilustración 19: pestaña control automático 70

Ilustración 20: pestaña control manual 71

Ilustración 21: Carta gantt 87

Ilustración 22: conexión Raspberry-multiplexor 90

Ilustración 23: conexión pines raspberry 91

Ilustración 24: acceso directo citec 92

Ilustración 25: directorio .config 93

Ilustración 26: directorio usuario 94

Ilustración 27: Pantalla Inicio / Pantalla Piso 1 95

Ilustración 28: Pantalla Piso 2 95

Ilustración 29: Pantalla Comp Mul 2 / Pantalla Muro Trombe 95

Ilustración 30: Archivos de configuración de compensación 96

Ilustración 31: Pestaña final Control automático 97

Ilustración 32: Pestaña final Control manual 98

Ilustración 33: Pestaña final Control manual 98

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Índice de tablas

Especificación de requerimientos de software 23

Tabla 1: requerimientos funcionales 28

Tabla 2: Interfaz externa de entrada 29

Tabla 3: Interfaz externa de salida 30

Tabla 4: requerimientos mínimos para funcionamiento 34

Tabla 5: equipo de pruebas CIMUBB 34

Tabla 6: notebook desarrollador 1 35

Tabla 7: notebook desarrollador 2 36

Tabla 8: tabla de actores 40

Tabla 9: detalle caso de uso consulta conexión 45

Tabla 10: detalle caso de uso informa conexión establecida 46

Tabla 11: detalle caso de uso falla conexión 47

Tabla 12: detalle caso de uso establece conexión 47

Tabla 13: detalle caso de uso extrae datos del multiplexor 48

Tabla 14: detalle caso de uso no encontró dato 49

Tabla 15: detalle caso de uso muestra datos en pantalla 50

Tabla 16: detalle caso de uso guarda dato en txt 51

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 17: detalle caso de uso cambia parámetro de medida 52

Tabla 18: detalle caso de uso registra parámetro 53

Tabla 19: detalle caso de uso cambia a modo manual 54

Tabla 20: detalle caso de uso cambia a modo automático 55

Tabla 21: detalle caso de uso guarda cambio de modo 56

Tabla 22: detalle caso de uso mostrar en pantalla modo 57

Tabla 23: detalle caso de uso compara datos con parámetros establecidos 57

Tabla 24: detalle caso de uso envío de instrucciones a dispositivo 59

Tabla 25: matriz de trazabilidad 60

Tabla 26: especificación de pruebas 72

Tabla 27: calendario de pruebas 72

Tabla 28: detalles de pruebas conexión 73

Tabla 29: detalles de pruebas funcionalidades de interfaz 75

Tabla 30: detalles de pruebas guardado de datos 76

Tabla 31: detalles de pruebas ventana principal 77

Tabla 32: resumen esfuerzo requerido 82

Tabla 33: detalle pines raspberry 89

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Introducción

Actualmente las soluciones informáticas y la tecnología en general, han obtenido una manipulación significativa del ser humano a lo largo de los años, que le ha facilitado la convivencia con estos mismos, ya sea en el ámbito profesional como en el cotidiano. El constante desarrollo de nuevos sistemas y la actualización de los que se encuentran obsoletos permite a los usuarios la adquisición de nuevas herramientas y funcionalidades que les permiten realizar los mismos procesos, pero de maneras mucho más eficientes, rápidas y aptas a todo público.

Para lograr este propósito es necesario realizar un estudio y análisis minucioso que permita identificar las deficiencias de un sistema, con el fin de actualizarlo en base a las necesidades del cliente o usuario. Tomando como punto de partida la reestructuración de un sistema obsoleto, basando su desarrollo en metodologías y tecnologías actualizadas que le otorguen una mejor experiencia y calidad a los usuarios finales de dicho sistema.

La universidad del Bío Bío está compuesta por diversos edificios y facultades, donde uno de ellos pertenece al Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción (CITEC), dicho edificio cuenta con múltiples dispositivos tales como: sensores, extractores y ventilas. Actualmente es controlado por un dispositivo PLC que limita al usuario establecer las opciones o parámetros que desee.

La finalidad de este documento es exponer los objetivos de investigación a cumplir para desarrollar una solución informática que sea capaz de utilizar los múltiples dispositivos que cuenta el edificio junto con capturar datos de relevancia útiles para el control y funcionamiento de este, detallando los pasos desarrollados para dicho sistema.

Para el desarrollo de este proyecto fue fundamental el análisis y estudio de los distintos dispositivos con los que cuenta el edificio y su método de recopilación de información, esta recopilación de datos permitió crear una solución que mejora la

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

eficiencia de los procesos implicados en dichos dispositivos y facilitación de su gestión, los cuales serán descritos en los siguientes apartados.

1 Definición de empresa o institución

En este capítulo se menciona y describe a la entidad a la cual está dirigido este proyecto, dando énfasis en quién es, cuáles son sus objetivos y su problemática.

1.1 Descripción de la Institución

La Universidad del Bío-Bío es una institución de educación superior ubicada en la provincia de Concepción. En su estructura académica, considera seis facultades compuestas por departamentos y escuelas dedicadas a la investigación, docencia y extensión de sus disciplinas.

Comprometida con los desafíos de la región y país, contribuye a la movilidad e integración social por medio de la generación y transferencia de conocimientos avanzados mediante la docencia de pregrado y posgrado. El desarrollo de la vinculación bidireccional con el medio y la formación continua impulsa el emprendimiento y la innovación, fortaleciendo la internacionalización y el desarrollo sustentable de sus actividades, las cuales están basadas en una cultura de participación centrada en el respeto a todas las personas.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Antecedentes generales de la Institución:

- Nombre: Universidad del Bio Bio.
- Rut: 60.911.006-6.
- Dirección: Collao N°1202 Casilla 5-C, Concepción.
- Rubro: Universidades.
- Rector: Mauricio Cataldo Monsalves
- Servicios que ofrece: Educación.
- Competencia Directa: Universidades Existentes, Entorno

1.1.1 Visión

Ser una universidad comprometida con su carácter estatal y birregional, innovadora, inclusiva y compleja, con su proyección nacional e internacional, que contribuye al progreso sostenible de su territorio y habitantes, de excelencia en la formación de personas con sentido social y género.

1.1.2 Misión

Crear y transmitir el conocimiento mediante la docencia, investigación, creación artística e interacción con el entorno social en las diversas áreas del conocimiento y cultura, basada en la responsabilidad social y en los principios de excelencia, pluralismo, transparencia y equidad de género. Contribuir a la formación de ciudadanos con espíritu

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

crítico y tolerantes, así como a la movilidad e integración social y al desarrollo sostenible, promoviendo la identidad cultural y la interculturalidad de las regiones del Bío-Bío y Ñuble, vinculada con los requerimientos y desafíos de su territorio y del país.

1.1.3 Objetivo de la institución

La Universidad del Bío-Bío tiene como objetivo la contribución, mediante el cultivo del saber, de la investigación, la asistencia técnica y la capacitación, formando y desarrollando profesionales sin perjuicio de poder extender sus actividades, si las condiciones así lo requieren al ámbito nacional e internacional.

1.1.4 Estructura Organizativa

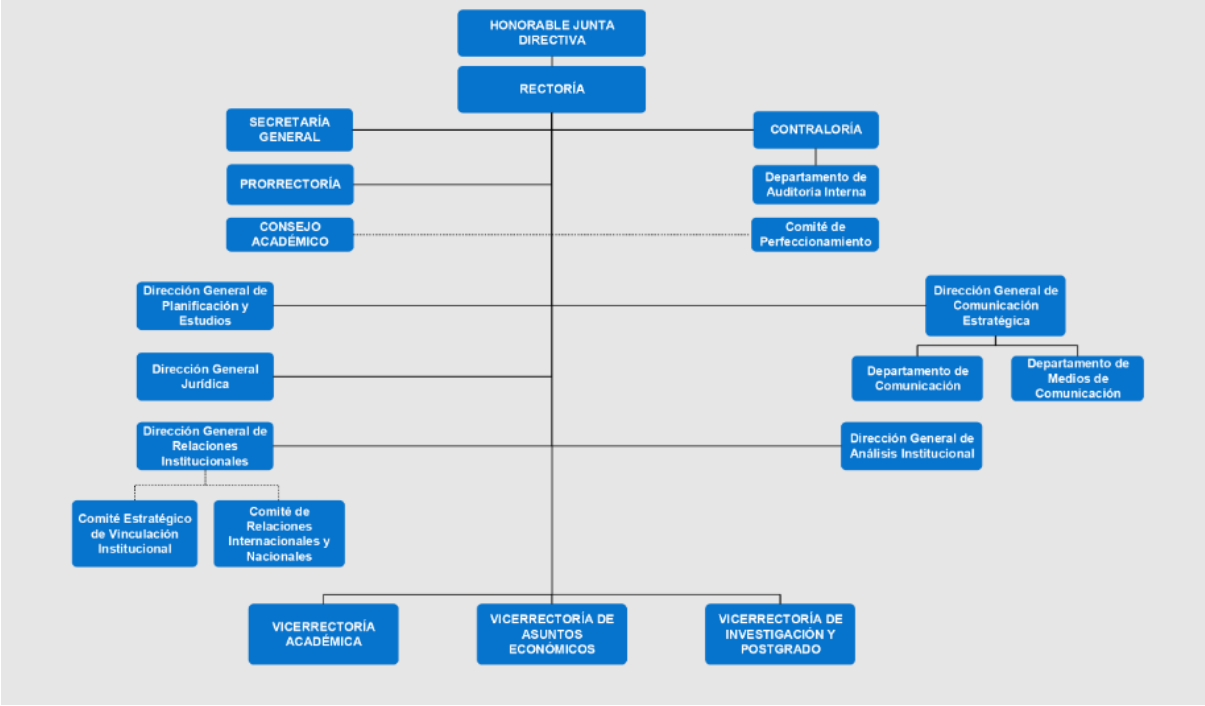


Ilustración 1: *Estructura organizativa Universidad del Bio Bio*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

1.1.5 Funciones importantes

Ilustración 1 presenta las principales divisiones que tiene la institución, todas ellas con un rol importante en sus funciones, contribuyendo a la universidad en el área académica, organizativa y administrativa.

1.2 Descripción del área de estudio

La Universidad del Bío-Bío cuenta con la división de Vicerrectoría Académica, que es la encargada de velar por el desarrollo, administración y coordinación de los asuntos académicos de la Universidad. Para ello cuenta con las siguientes unidades: Dirección de Extensión, Dirección de Formación Continua; Dirección de Graduados; Dirección de Administración y Registro Académico; Dirección de Desarrollo Estudiantil, Dirección de Bibliotecas, Dirección de Docencia, Unidad de Aseguramiento de la Calidad; Coordinación Institucional y Ediciones Universitarias del Biobío; a su vez cuenta con las siguientes Facultades: Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Facultad de Ciencias, Facultad de Ciencias Empresariales, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Facultad de Educación y Humanidades y Facultad de Ingeniería. La Facultad de Ingeniería ha definido como líneas prioritarias de su desarrollo los sistemas de producción, automatización y control de procesos, productividad y calidad total, gestión de operaciones, tecnologías de pequeña y mediana escala y sistemas energéticos, ciencia de la madera, tecnología de la madera y derivados. Para lograr lo mencionado anteriormente existe el laboratorio de sistemas automatizados de producción CIMUBB, además, siendo parte del Laboratorio Centro de investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC realiza actividades de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en áreas de la ciencias y tecnologías de la construcción, donde la temática es la Física de la Construcción, la Arquitectura y Construcción Sustentable.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

1.3 Descripción de la problemática

Para generar un ambiente ideal de trabajo el edificio cuenta con una serie de sensores los cuales se encargan de recopilar la información de la temperatura y controlar el Co2 del edificio, todo esto recopilado a través de un dispositivo controlador lógico programable (PLC), el cual, compromete su funcionamiento a unos parámetros fijos que no le permiten acceder a actualizaciones que mejoren su configuración y actividad.

Con la finalidad de resolver dichas limitaciones que impiden el funcionamiento eficaz del sistema se propone crear un nuevo software que contenga una nueva interfaz de usuario, esto permitirá mantener un control total del sistema de ambientación del edificio como lo hace actualmente el PLC, pero con la integración de nuevas funcionalidades que le permitan un desarrollo pleno de sus capacidades.

2 Planificación inicial del proyecto

En este capítulo se explican los objetivos, las herramientas, metodologías y técnicas que se aplicaron en la realización del proyecto.

2.1 Objetivos del proyecto

2.1.1 Objetivo general

Desarrollar un software de monitoreo y control ambiental del edificio CITEC con parámetros definidos por el cliente en tiempo real.

2.1.2 Objetivo específico

- Investigar los requerimientos necesarios para modelar el sistema a desarrollar.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

- Desarrollar un sistema de adquisición de variables ambientales de temperatura y CO2 para su visualización en pantalla y almacenamiento en un archivo txt.
- Desarrollo de una interfaz de usuario que integre todos los datos obtenidos anteriormente, con la funcionalidad de configurar los niveles y parámetros seleccionados por el usuario.

2.2 Ambiente de ingeniería de software

Para los efectos de la investigación se optó por una metodología ágil iterativa incremental, pues, para que el proyecto avance adecuadamente es esencial una comunicación activa con el cliente, realizar cambios y corregir los errores que se puedan presentar sobre la marcha.

Los beneficios de la implementación de dicha metodología son la adaptación de los requisitos del cliente de acuerdo sus necesidades, además de lograr que esté constantemente al tanto de cómo va evolucionando el software.

2.2.1 Técnicas y notaciones

Casos de uso: Una especificación de secuencias de acciones, incluidas secuencias variantes y secuencias de error que un sistema, subsistema o clase puede realizar al interactuar con usuarios externos (The UML Reference Manual).

BPMN (*Business Process Model and Notation*)**:** Notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de negocio. Esta notación ha sido diseñada especialmente para coordinar la secuencia de procesos y mensajes que fluyen entre participantes de actividades distintas.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

2.2.2 Estándares de documentación, producción o proceso

La Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío, proporcionó una plantilla de proyecto de título basado en estándares IEEE, que otorga los puntos necesarios para una documentación adecuada y comprensión del sistema a desarrollarse consideraron las siguientes especificaciones:

PMI "Project Management" Certificación en Gestión, dirección y desarrollo de proyectos.

IEEE 830-1998 para el ERS (Especificación de requerimientos de software).

2.2.3 Herramientas de apoyo

Para el desarrollo del proyecto, se utilizaron las siguientes herramientas:

Microsoft Word 2010: Software utilizado para la creación y edición del informe de proyecto de título.

Visual Studio Code: Editor de texto para la implementación de código y organización de la aplicación.

HHD Virtual Serial Port Tools: Simulador virtual de puertos COM, aplicaciones utilizadas para hacer pruebas de forma local.

COM Port Data Emulador: Programa para enviar datos de forma serial, utilizado para realizar pruebas de forma local.

TeamViewer: Aplicación para controlar de forma remota computador ubicado en laboratorio CIMUBB.

Google Drive: Almacenamiento de documentación relacionada al proyecto.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Gitlab: Repositorio y controlador de versiones de código fuente.

Discord: Aplicación utilizada para la comunicación mediante voz y video de manera remota.

Microsoft Visio Professional: Software hecho por Microsoft, diseñado con el propósito de brindar al usuario las herramientas para crear flujogramas, diagramas, organigramas, entre otros y compartirlos con otros usuarios.

Moqups: Aplicación web que ayuda a crear prototipos de interfaces gráficas, maquetas y diagramas.

Bizagi Modeler: Es un modelo de procesos de negocio, que permite diseñar e implementar de manera sencilla y rentable los procesos reales de negocio de cualquier organización.

GanttProject: Software de código abierto que tiene como objetivo brindar a los usuarios la posibilidad de administrar y planificar sus proyectos a través del diagrama de Gantt.

Zoom: Aplicación utilizada para la comunicación mediante voz y video de manera remota

Virtual Paradigm Online: Aplicación web utilizada para la creación de diagramas de casos de uso.

2.3 Definición de siglas y abreviaciones

- **Software:** Conjunto de instrucciones que debe ser seguido por una computadora las cuales permiten automatizar procesos.

- **Hardware:** Componentes físicos de un sistema informático.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

● **Layout:** Esquema de distribución de los elementos dentro de un diseño. En este caso la interfaz de usuario.

● **IoT**: La internet de las cosas es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Es, en definitiva, la conexión de internet más con objetos que con personas.

● **Raspberry Pi:** Computador del tamaño de una tarjeta de crédito. Su propósito es ser una plataforma que permita enseñar las bases del HW, los sistemas operativos, la programación y la computación en general.

● **Termocupla:** Sensor de temperatura más empleado a nivel industrial.

● **Multiplexor intech 2100-A16**: Artefacto industrial para la medición de variables ambientales (termocupla).

● **PLC:** El autómata programable o **PLC** recibe información de los sensores o dispositivos de entrada conectados, procesa los datos y activa las salidas basándose en parámetros programados.

● **Módulo Relé:** Un módulo de relé es una pequeña placa incrustada con uno o dos relés y una combinación de resistencias, diodos, transistores y terminales de tornillo. Puede conectar los circuitos de entrada y salida a través de los terminales de tornillo y suministrar energía usando los pines presentes en el módulo.

● **Conversor Usb A Rs485:** Dispositivo que establece comunicación bidireccional entre una PC (USB) y un microcontrolador/cámara PTZ/variador de frecuencia utilizando el protocolo RS485.

● **Muro Trombe:** Sistema de captación solar pasivo que no tiene partes móviles y que no necesita casi ningún mantenimiento. Esta alternativa propone potenciar la energía solar que recibe un muro y así convertirlo en un sencillo sistema de calefacción.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

3 Investigación y Solución de Problemas

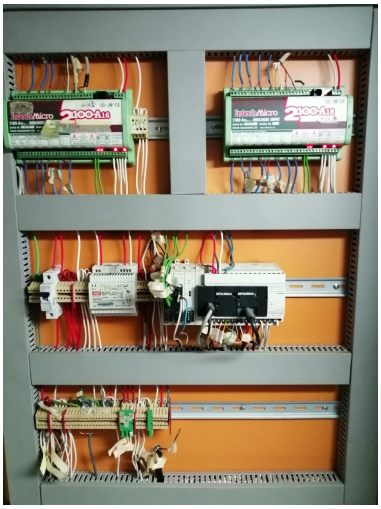
En este capítulo se habla del funcionamiento del edificio de la universidad, la justificación de la realización de este proyecto y la propuesta de solución presentada a la problemática.

3.1 Sistema de ambientación de edificio CITEC

El ambiente del edificio CITEC es controlado por un PLC que controla de forma estándar y automática la temperatura y CO2 respetando los parámetros previamente configurados en el dispositivo, dando un lugar de trabajo y estudio idóneo para los académicos y estudiantes presentes.

3.1.1 Proceso de funcionamiento

Los datos del edificio son adquiridos por múltiples sensores colocados en diferentes sectores del edificio, donde estos llegan a 2 Multiplexores intech 2100-A16 para que los procese y posteriormente los envía al PLC como se puede observar en la ilustración 2.



Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Ilustración 2: Multiplexores Intech CITEC Universidad del Bio Bio

El PLC recibe y compara los datos con los parámetros predefinidos, en donde dependiendo de los valores de estos, activa o desactiva ventilas y extractores de aire.

Los extractores se encargan de extraer aire de los pasillos y/o salas que exceden el límite de CO2, mientras que las ventilas introducen aire caliente desde un muro trombe hacia las salas que estén por debajo de la temperatura deseada.

3.2 Justificación: prescindir del dispositivo PLC

Los controladores lógicos programables (PLC) son dispositivos poco manipulables lo que conlleva a múltiples dificultades para el usuario al momento de trabajar con ellos tales como:

- Es un dispositivo limitado al momento de cambiar la configuración ya preestablecida al inicio.
- No cuenta con una interfaz de usuario, por lo cual, solo una persona altamente capacitada puede operar el dispositivo.
- Los parámetros preestablecidos no se pueden visualizar en el dispositivo, por lo tanto, si se necesitará saber de ellos, sería necesario buscar a la persona que los realizó inicialmente.

Por los puntos mencionados anteriormente, se opta por cambiar este dispositivo por un software donde el usuario pueda interactuar de una forma más simple y eficiente.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

3.3 Comunicación serial

La comunicación serial es un método común utilizado para el intercambio de datos entre computadoras y dispositivos periféricos, donde, respetando protocolos estrictamente definidos, permite seguridad y fiabilidad tanto al emisor como al receptor.

Se emplean interfaces y protocolos de comunicación en serie, entre los cuales está incluido el RS-232.RS-485. Se comunican mediante un intercambio binario digital en serie.

3.3.1 Conversor USB a RS485

El conversor USB a RS485 integra un conversor USB a serial TTL (CH340) y un chip serial a RS485 (MAX485). El conversor USB a RS485 permite establecer comunicación entre una PC (USB) y el Multiplexor Intech 2100-A16 utilizando la interfaz RS485. La interfaz RS485 es un estándar industrial ampliamente utilizado por su robustez, fácil implementación y buenas prestaciones. Estos elementos se pueden observar en la ilustración 3.



Ilustración 3: *Usb a RS485 / Multiplexor Intech 2100-A16*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

3.4 Edificio CITEC

El edificio CITEC cuenta con 2 pisos, donde cada uno de ellos cuenta con una sala principal en cada uno de sus lados separadas por un pasillo. En el primer piso se encuentra un auditorio al lado izquierdo y secretaria a la derecha, mientras que en el segundo piso una sala multiuso a la izquierda y la sala de ingeniería a la derecha.

En la parte frontal del edificio se encuentra un muro Trombe que conecta con las salas de auditorio y multiuso.



Ilustración 4: Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC Universidad del Bio Bio

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4 Especificación de requerimientos de software

En este capítulo se describen los objetivos a cumplir del software,además de las funcionalidades que realiza y las que no.También describen los requerimientos solicitados y su diseño propuesto.

4.1 Alcance

El software propuesto en este proyecto entrega las herramientas necesarias para analizar y controlar los niveles de Co2 y temperatura de las secciones del edificio, mostrando los valores en tiempo real y registrando los datos en un archivo en caso de ser requeridos, todo esto a través de la interacción del software instalado en una raspberry que a su vez estará conectado a unos adaptadores RS-485 que interactúan con dos multiplexores que envían y reciben la información de los dispositivos que captan los niveles de Co2 y temperatura en el edificio.

4.1.1 Aportes

- Control y visualización de parámetros en tiempo real.
- Control de ventilas y extractores de forma automática/manual.
- Compensación a valores recibidos de los sensores.
- Interfaz intuitiva y de fácil manejo.
- Almacenamiento de gran capacidad de datos y ocupación de espacio bajo.

4.1.2 Límites

- Requiere dispositivos externos para su funcionamiento.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

- Recopilación de datos sólo durante la energía eléctrica disponible en el edificio.

4.2 Objetivos del software

4.2.1 Objetivo general

Desarrollar un software de monitoreo y control ambiental del edificio CITEC con parámetros definidos por el cliente en tiempo real.

4.2.2 Objetivo específico

- Investigar los requerimientos necesarios para modelar el sistema a desarrollar.
- Desarrollar un sistema de adquisición de variables ambientales, temperatura y CO2.
- Desarrollar nueva funcionalidad para controlar los elementos actuadores del edificio, entiéndase ventilas y paneles que regulan la temperatura.
- Desarrollar algoritmos para controlar temperatura en lazo cerrado, basado en un nivel configurable.
- Desarrollar algoritmos para controlar CO2 en lazo cerrado, basado en un nivel configurable.
- Desarrollar un algoritmo para controlar el CO2 en base a la cantidad presente.
- Desarrollo de una interfaz de usuario que integre todos los datos obtenidos anteriormente, con la funcionalidad de configurar los niveles y parámetros.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4.3 Descripción global del producto

4.3.1 Interfaz de usuario

La interfaz del programa permitirá al usuario navegar entre múltiples pestañas que proyectarán información enfocada en distintas áreas del edificio.

El diseño de la interfaz está pensado bajo los requerimientos entregados por el personal que interactúe con este software con el fin que se logre una adaptación fácil y rápida.

Se implementó con una pestaña donde se le permitirá al usuario manipular los límites a los cuales los valores pueden llegar (Temperatura y Co2) indicando también a que sala pertenece.

En la última pestaña, se encuentra un control manual donde el usuario podrá activar y desactivar este modo permitiendo manipular el funcionamiento de los dispositivos independiente de los parámetros registrados.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4.3.2 Interfaz de hardware

Para el funcionamiento correcto del software se implementó un módulo relé de ocho canales que envía datos a los dispositivos, dos multiplexores conectados a través de un conversor RS-485 que se encargará de recibir los datos capturados por los dispositivos

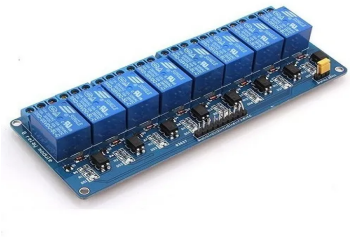


Ilustración 5: Módulo Relé de 8 pines

4.3.3 Interfaz de Software

Para el correcto funcionamiento del software se requirió las siguientes librerías nativas y externas de python 3.9.2 y de código abierto:

Pyserial 3.5b0: Librería para Python que permite la comunicación serial a través de puertos series (comunicación serial).

PyQt5 5.15.2: Biblioteca gráfica (GUI) para Python que permite una interfaz amigable para el usuario.

QThread: Librería de Python que permite ejecutar varios procesos o tareas al mismo tiempo.

Time: Librería enfocada en la utilización fecha y hora del sistema.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4.3.4 Interfaz de comunicación

Para la comunicación entre los módulos analógicos de entrada y salida de datos desde los Multiplexores 2100-A16 se utiliza el protocolo de comunicación RS-485:

- **Protocolo de comunicación RS-485:** estándar de comunicación multipunto de la 'EIA'. Es una especificación eléctrica (de la capa física del modelo OSI) de las comunicaciones.

Para la comunicación entre la raspberry PI 4 y los extractores/ventilas, se utilizó un módulo relé:

- **Módulo Relé:** Dispositivo de 8 pines que mediante una señal de 5V cambia el estado a una señal de 24V.

4.4 Requerimientos específicos

4.4.1 Requerimientos funcionales del sistema

ID	Nombre	Descripción
RF_01	Conexión multiplexor	Verifica y muestra el estado de conexión de los multiplexores con la raspberry pi 4.
RF_02	Visualizar estado	Mientras el sistema esté conectado a los dispositivos este mostrará la información correspondiente a cada sector del edificio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

RF_03	Registro de datos	El sistema generará un txt con los datos registrados hasta el momento de apertura del documento o cierre del programa.
RF_04	Establecer parámetros	Permite la selección de temperatura ideal y el límite de Co2 permitido.
RF_05	Modo manual/automático	Seleccionando el modo manual el sistema ignorará los parámetros ideales y se rige por las opciones seleccionadas en este modo. Seleccionando el modo automático el sistema compara los datos extraídos con los parámetros registrados y en base a ellos envía instrucciones a los dispositivos.
RF_06	Control de dispositivos ambientales	El software controla los dispositivos ambientales del edificio y les da instrucciones de activación y desactivación en base a parámetros ingresados por el usuario.

Tabla 1: *requerimientos funcionales*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4.4.2 Interfaz externa de entrada

ID	Nombre	Contenido en item
IE_01	Multiplexor	Nivel de temperatura, Nivel de Co2
IE_02	Control manual	Activador control manual
IE_03	Parámetro de control de temperatura	Nivel de temperatura ideal
IE_04	Parámetro de control Co2	Nivel de Co2 Máximo
IE_05	Parámetro de control manual	Activación y desactivación de dispositivo

Tabla 2: *Interfaz externa de entrada*

4.4.3 Interfaz externa de salida

ID	Nombre	Detalle del dato	Medio de salida

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

IS_01	Pantalla de estado	Niveles de Co2 y temperatura	Pantalla
IS_02	Registro de datos	Datos capturados por los dispositivos	Archivo txt

Tabla 3: *Interfaz externa de salida*

4.4.4 Atributos del producto

En este capítulo se presenta una breve explicación de los atributos de calidad del producto de software basados en el modelo de calidad ISO 25010.

Compatibilidad:

• **Interoperabilidad:** El software posee una comunicación con dispositivos que envían variables ambientales, los cuales son recibidos a través del puerto RS485. Su interoperabilidad es debido a la comunicación bidireccional entre dichos dispositivos y la central (computador).

Usabilidad:

• **Reconocimiento de idoneidad:** El producto de software está hecho de tal manera que el usuario final puede determinar si es adecuado para sus necesidades.

• **Capacidad de aprendizaje:** El sistema, al ser construido en base a principios minimalistas, otorga una rápida adaptación al usuario.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

• **Ergonómico:** El programa comprende las herramientas básicas para poder realizar el trabajo para cual fue diseñado, facilitando la interacción entre el usuario y los dispositivos utilizados.

• **Protección contra errores de usuario:** El sistema contará con opciones predefinidas con las que el usuario podrá interactuar evitando errores generados por el mismo.

• **Estética de interfaz de usuario:** La interfaz otorga una estética minimalista y colores concordantes a los de la universidad del Bío-Bío.

• **Accesibilidad:** El Sistema puede ser utilizado por cualquier profesor o estudiante que necesite obtener variables ambientales del laboratorio.

Fiabilidad/Confiabilidad:

• **Disponibilidad:** El sistema permanece operativo mientras se encuentre abierto al igual que cualquier otro programa. La central o computador del laboratorio, la cual está encendida la mayor parte del tiempo, no afectaría la disponibilidad del sistema, especialmente mientras está con un proyecto en ejecución.

• **Capacidad de recuperación:** Cada vez que la ejecución del software sea interrumpida, quedará registro de los archivos que contienen las variables ambientales, por ende, en caso de cierre forzoso de este, no se perderá el progreso hasta ese entonces.

Eficiencia de desempeño:

• **Comportamiento temporal:** Bajo las condiciones establecidas por el usuario el software responde en un tiempo óptimo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

• **Utilización de recursos:** El software fue diseñado para funcionar de manera eficaz bajo un computador de gama baja, logrando que sus procesos internos sean realizados de forma eficiente.

• **Capacidad:** El software tiene capacidad de estar en ejecución todo el tiempo, y estos se llevarán a cabo siempre y cuando otros factores como la energía eléctrica, el computador o fallo de dispositivos no alteren el proceso en curso.

Mantenibilidad:

• **Modularidad:** El sistema desarrollado permite la modificación de componentes por sí solo, sin que tenga un impacto significativo en los demás.

• **Reusabilidad:** El desarrollo del código está hecho en programación orientada a objetos y el uso de clases y funciones que sirven para ser utilizadas en otros componentes del sistema.

• **Capacidad para ser modificado:** El producto es suficientemente intuitivo como para ser modificado y escalable en el tiempo. Está hecho para que en futuros hipotéticos pueda ser perfeccionado y ampliado conforme se necesite.

Portabilidad:

• **Adaptabilidad:** El sistema actualmente está desarrollado para ser utilizado en el sistema operativo de Raspbian, ya que está adaptado al uso del edificio CITEC, el cual consta de computadores con dicho S.O.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

5 Estudio de factibilidad

En este capítulo se mencionan los requerimientos técnicos necesarios para ejecutar el software, incluyendo la factibilidad técnica y económica.

5.1 Factibilidad técnica

Los requerimientos técnicos de este proyecto se obtuvieron mediante entrevista a los encargados del Edificio CITEC y Laboratorio CIMUBB.

El Software requiere para su correcto funcionamiento una Raspberry que cumpla con los requerimientos mínimos descritos en la siguiente tabla:

Sistema Operativo	Raspbian
Versión	11
Procesador	Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) SoC de 64 bits a 1,5 GHz
Memoria RAM	8GB LPDDR4 (Actual)
Almacenamiento	1GB de Espacio fijo
Pantalla	Resolución de 1024 x 720 píxeles o superior.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 4: *requerimientos mínimos para funcionamiento*

Para el desarrollo de las aplicaciones son utilizados notebooks con las características descritas en la siguiente tabla:

Marca-Modelo	Raspbian
Sistema Operativo	11
Procesador	Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) SoC de 64 bits a 1,5 GHz
Memoria RAM	8GB LPDDR4 (Actual)
Tarjeta Gráfica	1GB de Espacio fijo
Almacenamiento	16GB

Tabla 5: *equipo de pruebas CIMUBB*

Marca-Modelo	HP pavilion gaming 15
Sistema Operativo	Windows 10 Home

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Procesador	Intel Core i5-8300H
Memoria RAM	16 GB
Tarjeta Gráfica	Nvidia Geforce GTX 1050Ti
Almacenamiento	512 GB

Tabla 6: *notebook desarrollador 1*

Marca-Modelo	LAPTOP-O01UQFMF
Sistema Operativo	Windows 10 Home
Procesador	Intel Core I5 10TH gen
Memoria RAM	8 GB
Tarjeta Gráfica	Gráficos integrados Intel
Almacenamiento	240 GB SSD

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 7: notebook desarrollador 2

5.2 Factibilidad operativa

La implementación de este software facilita y simplifica al usuario establecer los parámetros que requiera para así mantener un ambiente idóneo para el trabajo de forma automática y/o manual.

En términos de recursos, se mantendrán los mismos dispositivos del edificio, tales como: ventilas, extractores, cables, sensores, multiplexores, entre otros, por ende, se genera un gasto mínimo de recursos en la implementación del software.

La institución recibe un impacto positivo con la implementación del software gracias a la simplicidad en el manejo de parámetros, de registro y almacenamiento de los datos.

5.3 Factibilidad económica

Beneficios tangibles:

- Información en tiempo real y agilizada.
- Generación de archivos con información recopilada.
- Control seguro y eficiente.

Beneficios intangibles:

- Buen manejo y servicio.
- Buena imagen institucional.
- Agradable ambiente para los docentes y estudiantes.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

5.4 Conclusión de factibilidad

Analizando los puntos anteriormente mencionados, se llega a la conclusión de que la institución dispone de los dispositivos, infraestructura y personal necesarios para el desarrollo de este proyecto, sin necesidad de realizar una inversión económica en recursos tecnológicos, humanos y materiales.

6 Análisis

En este capítulo se visualizan los procesos de negocios futuros y las funcionalidades del software mediante el uso de casos de uso, donde se muestra su especificaciones y trazabilidad.

6.1 Procesos de negocio futuros

En la siguiente ilustración 6 se muestra el funcionamiento del software a un nivel comercial.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

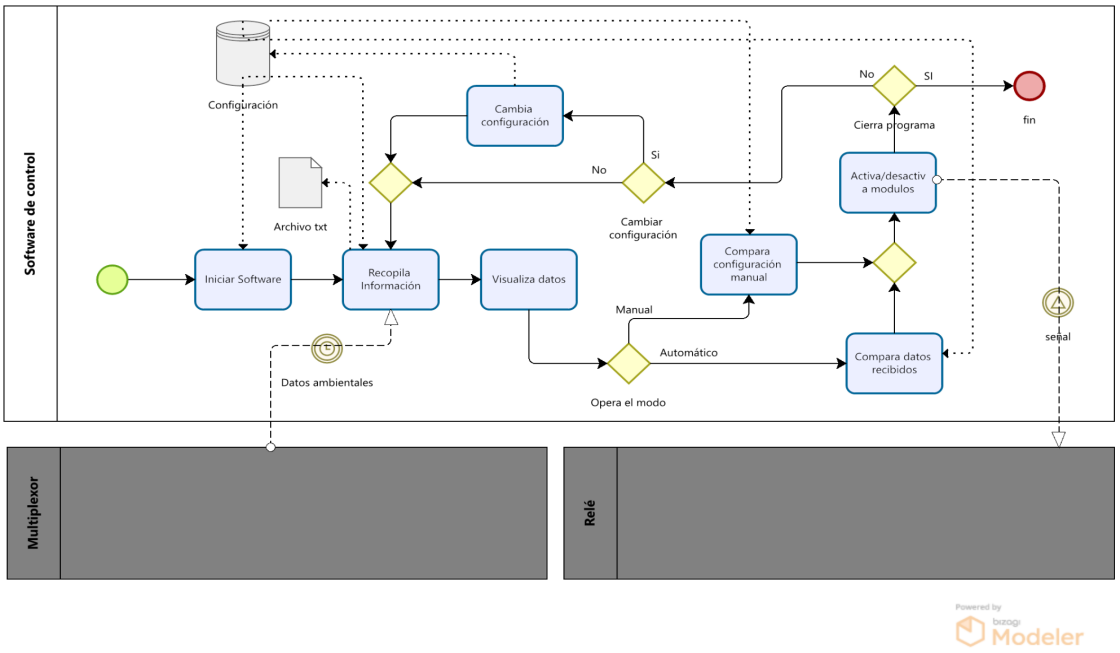


Ilustración 6: BPMN procesos de negocio futuros

6.2 Diagrama de casos de uso

A continuación, se presentan y describen mediante diagramas de casos de uso, la funcionalidad del software y los actores involucrados.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

6.2.1 Actores

A continuación, se identifica el actor que interactúa con el sistema, definiendo su rol y función dentro de la universidad, conocimiento informático requerido, nivel de privilegio en el sistema y las funcionalidades que el usuario tiene acceso al sistema.

Actor	
Cargo	Usuario a cargo
Funciones dentro de la universidad	Encargado del manejo y administración del control ambiental CITEC.
Conocimiento informático requerido	Nivel de usuario medio que posee conocimientos básicos en el uso de un sistema informático. La Capacitación máxima es de 1 jornada de 1 hora.
Nivel de privilegio en el sistema	Alto.
Funcionalidades del sistema a las que tiene acceso	Contará con libre acceso.

Tabla 8: *tabla de actores*

6.2.2 Casos de uso y descripción

A continuación, se presentan los diagramas de casos de uso respectivos a la descripción de los requerimientos funcionales del sistema.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso de conexión: Representa el proceso de conexión a los dispositivos, esto se hace de forma automática apenas se inicia el programa.

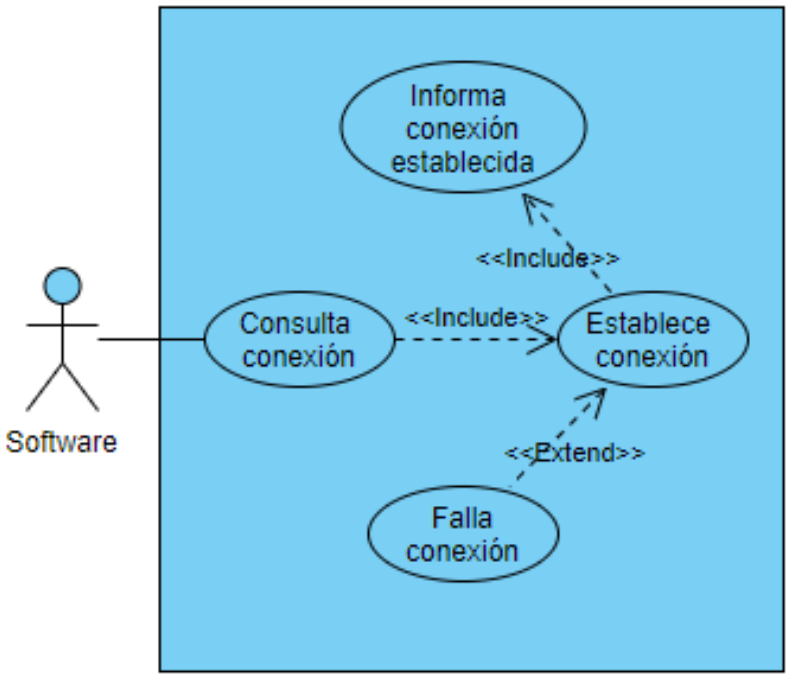


Ilustración 6: *Caso de uso conexión*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso Visualización de estado: Este caso de uso muestra el proceso de extracción de información y despliegue de tal en pantalla.

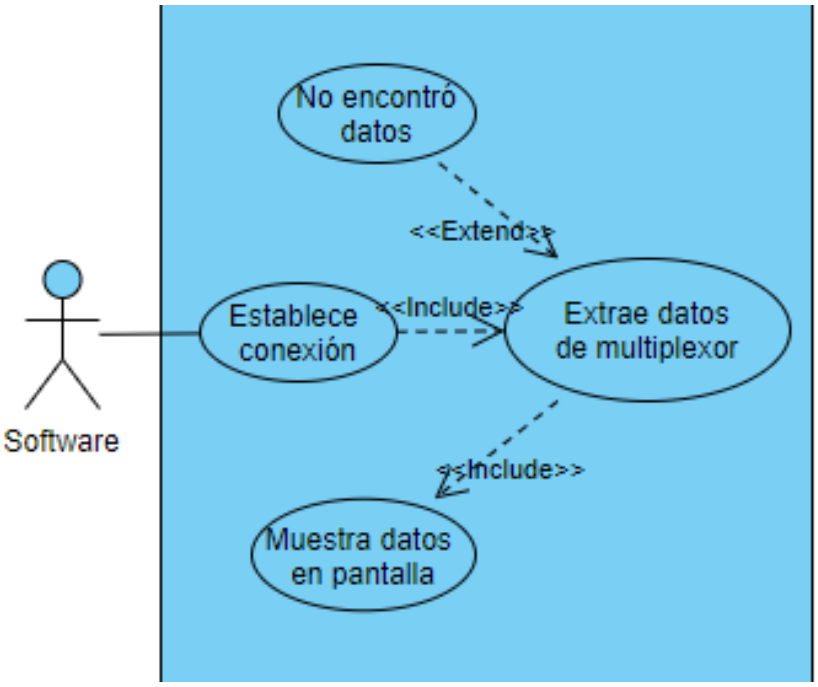


Ilustración 7: *Caso de uso visualización de estado*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso de registro de datos: Este caso de uso muestra el proceso de registro de datos en un archivo txt.

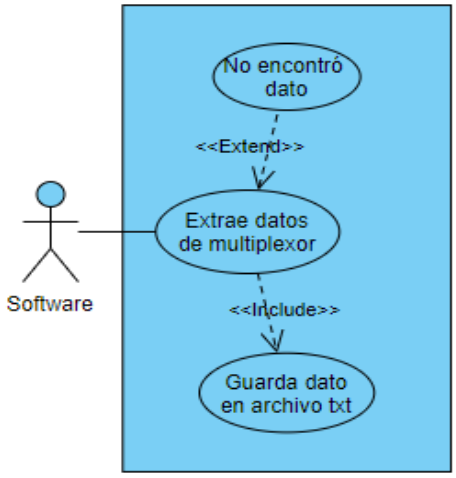


Ilustración 8: *Caso de uso visualización de registro de datos*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso Establecer parámetros: En este caso de uso se muestra el proceso manual de selección de parámetros a los cuales están sujetos a medida los dispositivos ambientales.

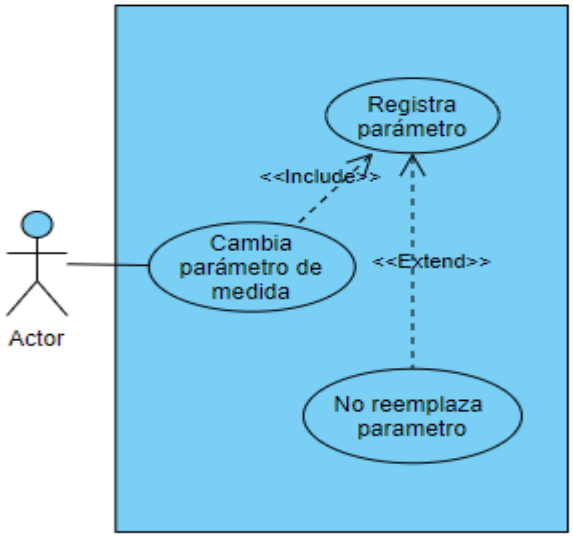


Ilustración 9: *Caso de uso establecer parámetros*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso modo manual/automático: Este procedimiento muestra el proceso para cambiar entre modo manual a modo automático dependiendo de lo que el usuario seleccione.

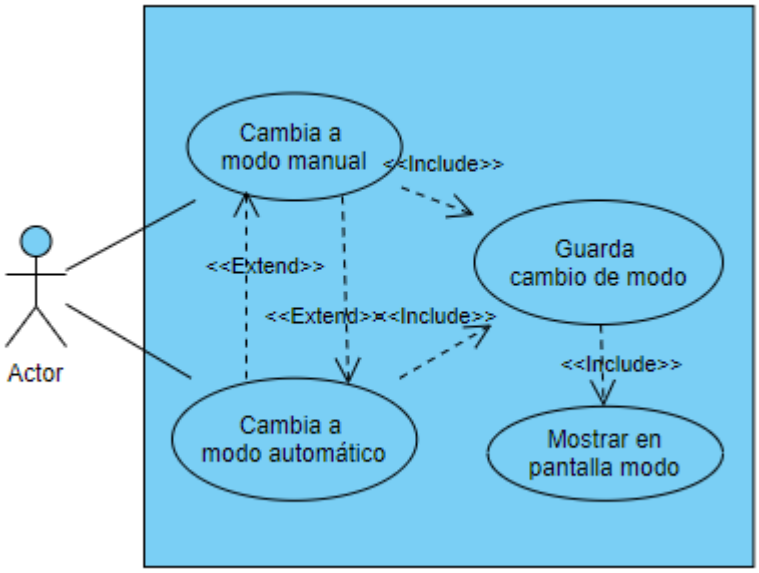


Ilustración 10: *Caso de uso modo manual/automático*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Caso de uso Control de dispositivos: Este caso de uso muestra el proceso de interacción con los dispositivos ambientales.

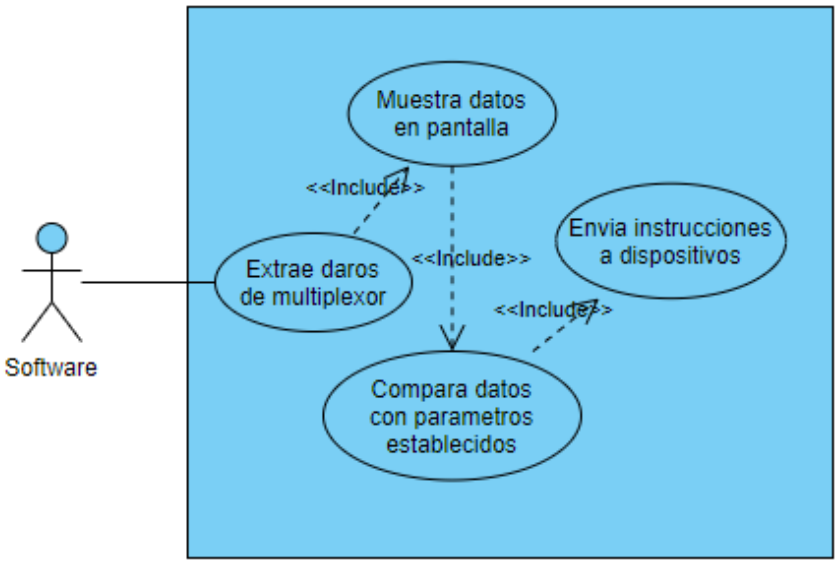


Ilustración 11: Caso de uso control de dispositivos

6.2.3 Especificación de casos de uso

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara
Caso de Uso: Consulta conexión
Descripción: Verifica que la raspberry está conectada con los multiplexores.
Precondición: Ejecutar el programa.
Flujo de Evento Básico

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema busca en las conexiones de la raspberry si hay un dispositivo multiplexor. 2) El sistema encuentra dispositivos multiplexor conectador.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
	2) El sistema no encuentra dispositivos multiplexor conectados.
Postcondición: El sistema toma conocimiento de los dispositivos conectados a la raspberry.	

Tabla 9: *detalle caso de uso consulta conexión*

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar	
Caso de Uso: Informa conexión establecida	
Descripción: Informa por pantalla si hay conexión establecida con el multiplexor.	
Precondición: Caso de uso establece conexión	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

	1) El sistema cambia el título de desconectado a conectado y cambia de color rojo a verde.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El software informa al usuario por pantalla que se establece conexión.	

Tabla 10: *detalle caso de uso informa conexión establecida*

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar	
Caso de Uso: Falla conexión	
Descripción: Informa por pantalla que no se logró establecer conexión con el multiplexor.	
Precondición: Caso de uso establece conexión.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema informa por pantalla que no se establece conexión con el multiplexor.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El usuario es informado de la no conexión con el multiplexor.	

Tabla 11: *detalle caso de uso falla conexión*

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: Establece conexión	
Descripción: Establece conexión con multiplexor.	
Precondición: Caso de uso consulta conexión.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema establece conexión con el multiplexor.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema no logra establecer conexión con el multiplexor.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Postcondición: El sistema establece conexión con el multiplexor.

Tabla 12: detalle caso de uso establece conexión

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: Extrae datos de multiplexor	
Descripción: El sistema extrae la información recopilada por el multiplexor.	
Precondición: Caso de uso establece conexión.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema recopila la información recopilada por el multiplexor cada cierto tiempo dependiendo del parámetro de actualización. 2) El sistema traduce los datos a números enteros.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema no encuentra datos en el multiplexor.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Postcondición: El sistema recopila los datos registrados por los sistemas de control ambiental.

Tabla 13: detalle caso de uso extrae datos del multiplexor

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: No encontró dato	
Descripción: El sistema informa de la no recopilación de uno de los dispositivos de control ambiental.	
Precondición: Extrae datos del multiplexor.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema registra un NO DATA al no encontrar nada en el multiplexor. 2) El sistema informa por pantalla del no data del dispositivo correspondiente.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Postcondición: El usuario es informado de la no captación de información de un dispositivo ambiental.

__Tabla 14:__ detalle caso de uso no encontró dato

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: Muestra dato en pantalla	
Descripción: El sistema informa por pantalla los datos de cada dispositivo en el edificio.	
Precondición: Caso de uso extrae datos de multiplexor.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema ingresa los datos por pantalla en referencia al dispositivo que pertenece. 2) El sistema actualiza la información actual de las secciones del edificio.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Postcondición: El sistema muestra la información actual de las condiciones ambientales del edificio

Tabla 15: detalle caso de uso muestra datos en pantalla

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar	
Caso de Uso: Guarda dato en txt	
Descripción: El sistema registra los valores mostrados en pantalla con el fin de generar un historial de resultados.	
Precondición: Caso de uso extrae datos de multiplexor.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema almacenará los valores entregados por el multiplexor. 2) El sistema registrará los valores entregados por el multiplexor en un archivo txt.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
	2) El sistema no registra el valor entregado por el multiplexor y en su lugar

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

	registra un NO DATA.
Postcondición: El sistema generará un historial de las temperaturas y Co2 que se registraron en el edificio durante el funcionamiento del software.	

Tabla 16: detalle caso de uso guarda dato en txt

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar	
Caso de Uso: Cambia parámetro de medida	
Descripción: El usuario selecciona los parámetros por los cuales se regiran el modo automático y el modo manual.	
Precondición: Caso de uso establecer conexión.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
1) El actor selecciona la sección de modo automático/ modo manual. 3) El actor selecciona los parámetros de la sala que desea configurar.	2) El sistema desplegará la pantalla modo automático/modo manual.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
3) El actor no selecciona ningún	4) El sistema no reemplaza los

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

parámetro a actualizar.	parámetros.
Postcondición: El software cambia los parámetros del modo automático/manual.	

Tabla 17: detalle caso de uso cambia parámetro de medida

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar	
Caso de Uso: Registra parámetro	
Descripción: El sistema guarda los parámetros por los cuales se guiarán el modo automático y manual.	
Precondición: Caso de uso cambiar parámetros de medida	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema guarda los parámetros seleccionados por el actor. 2) El sistema compara los parámetros con los datos entregados por el multiplexor.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El software guarda los parámetros por los cuales se debe medir el modo automático y manual.	

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 18: detalle caso de uso registra parámetro

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: Cambia a modo manual	
Descripción: El actor activa /desactiva el modo manual del software.	
Precondición: Caso de uso establece conexión.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
1) El actor selecciona la pestaña de control manual. 3) El actor selecciona la opción activar manual.	2) El sistema despliega en pantalla el panel de control manual.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El actor selecciona el modo manual.	

Tabla 19: detalle caso de uso cambia a modo manual

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara	
Caso de Uso: Cambia a modo automático	
Descripción: El actor desactiva el modo manual.	
Precondición: Tener activo el modo manual.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
1) El actor selecciona la pestaña de control manual. 3) El actor desactiva la opción activar manual.	2) El sistema despliega en pantalla el panel de control manual.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: el actor selecciona el modo automático.	

Tabla 20: *detalle caso de uso cambia a modo automático*

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar
Caso de Uso: Guarda cambio de modo

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Descripción: El sistema guarda la nueva configuración seleccionada por el actor.	
Precondición: Caso de uso cambiar a modo manual o cambiar a modo automático.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El software guarda la configuración seleccionada por el actor. 2) El software manda instrucciones al relé dependiendo del modo seleccionado y su configuración.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El software envía instrucciones actualizadas en base a los nuevos parámetros.	

Tabla 21: *detalle caso de uso guarda cambio de modo*

Responsable de implementación: Roberto Sánchez Belmar
Caso de Uso: Mostrar en pantalla modo
Descripción: El sistema muestra en pantalla el modo en el cual se está ejecutando

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

actualmente	
Precondición: Caso de uso guardar cambio de modo	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema muestra en pantalla con un tic o en blanco dependiendo si el modo manual está activado o no respectivamente.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El actor es informado de forma visual cual es el modo que se está ejecutando.	

Tabla 22: *detalle caso de uso mostrar en pantalla modo*

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara
Caso de Uso: Compara datos con parámetros establecidos
Descripción: El sistema analiza si los datos extraídos cumplen con los parámetros y analiza a qué dispositivo pertenece el dato.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Precondición: Caso de uso muestra datos en pantalla.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema compara si el dato entregado por el multiplexor está por sobre el valor de los parámetros. 2) El sistema analiza a qué dispositivo de control ambiental pertenece el dato.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El software es informado de a qué dispositivo pertenece el dato entregado por el multiplexor.	

Tabla 23: *detalle caso de uso compara datos con parámetros establecidos*

Responsable de implementación: Manuel Pizarro Vergara
Caso de Uso: Envió instrucciones a dispositivo
Descripción: El software envía instrucciones a los dispositivos ambientales a través del relé.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Precondición: Caso de uso compara datos con parámetros establecidos.	
Flujo de Evento Básico	
El Actor	**El Sistema**
	1) El sistema envía instrucciones al dispositivo de control ambiental al cual pertenece el dato.
Flujo de Evento Alternativo	
El Actor	**El Sistema**
Postcondición: El software controla los dispositivos de control ambiental.	

Tabla 24: *detalle caso de uso envío de instrucciones a dispositivo*

6.2.4 Matriz de trazabilidad

CU/RF	RF_01	RF_02	RF_03	RF_04	RF_05	RF_06
CU_01	x					
CU_02	x					
CU_03	x					

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CU_04	x					
CU_05		x				
CU_06	x	x				
CU_07		x				
CU_08			x			
CU_09				x		x
CU_10				x		
CU_11					x	
CU_12					x	
CU_13					x	x
CU_14		x			x	
CU_15		x		x	x	
CU_16	x				x	x

Tabla 25: *matriz de trazabilidad*

7 Diseño

En este capítulo se describe la arquitectura y maquetas de diseño en la que se basa el desarrollo del software.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

7.1 Diseño de arquitectura funcional

El proyecto utiliza una arquitectura basada en eventos, donde, al activarse el primer evento se realiza un cambio de estado de los componentes de la aplicación. Estos estados que cambian constantemente son procesados por los multiplexores para luego traducirlos, mostrarlos y almacenarlos.

La arquitectura está compuesta por productores y consumidores. Los productores (Multiplexores 2100-A16) se encargan de detectar los eventos, mientras que los consumidores (Raspberry) los reciben y manipulan. Cabe destacar que los multiplexores envían los datos mediante un conversor RS485 a la Raspberry.

7.1.1 Modelo de arquitectura basada en evento

Una arquitectura de este tipo puede basarse en un modelo de flujo de eventos, donde los estos se almacenan en un registro para que de esta forma los consumidores puedan acceder a ellos en cualquier momento.

El flujo de eventos utilizado es el procesamiento simple, el cual surge cuando un evento, en este caso la obtención de las variables ambientales, desencadena inmediatamente acciones al consumidor y a los dispositivos asociados.

La arquitectura basada en eventos flexibiliza el sistema para que se adapte a los cambios, permitiendo la evolución de componentes, además de poseer una modularidad para eventos diversos. Estos se capturan a medida que ocurren desde sus fuentes, que en este caso son los sensores los que obtienen las variables ambientales, permitiendo que los productores y consumidores de eventos puedan compartir información en tiempo real.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

7.2 Diseño de interfaz y navegación

A continuación, se presentan las maquetas del software utilizando un diseño simple para que el usuario pueda manipularlo de forma cómoda y rápida. También se presentan la ubicación y componentes fundamentales del software.

- **Ventana base:** Enfocada en mostrar siempre el estado de conexión y hora actual mientras está en funcionamiento el software.



Ilustración 12: ventana base

- **Pestaña Inicio:** Enfocada en mostrar la Temperatura y CO2 actual de las salas del edificio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

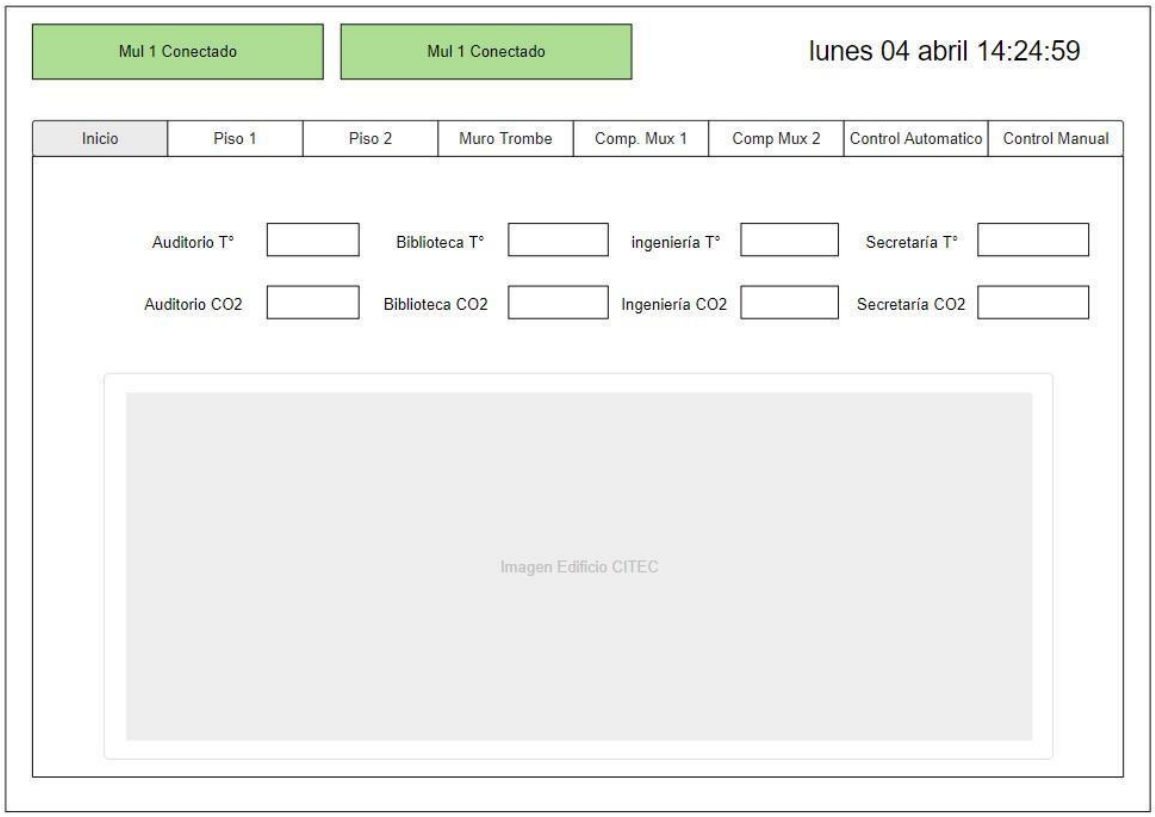


Ilustración 13: *pestaña inicio*

- **Pestaña Piso 1:** Enfocada en mostrar todos los datos ambientales obtenidos en el primer piso del edificio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

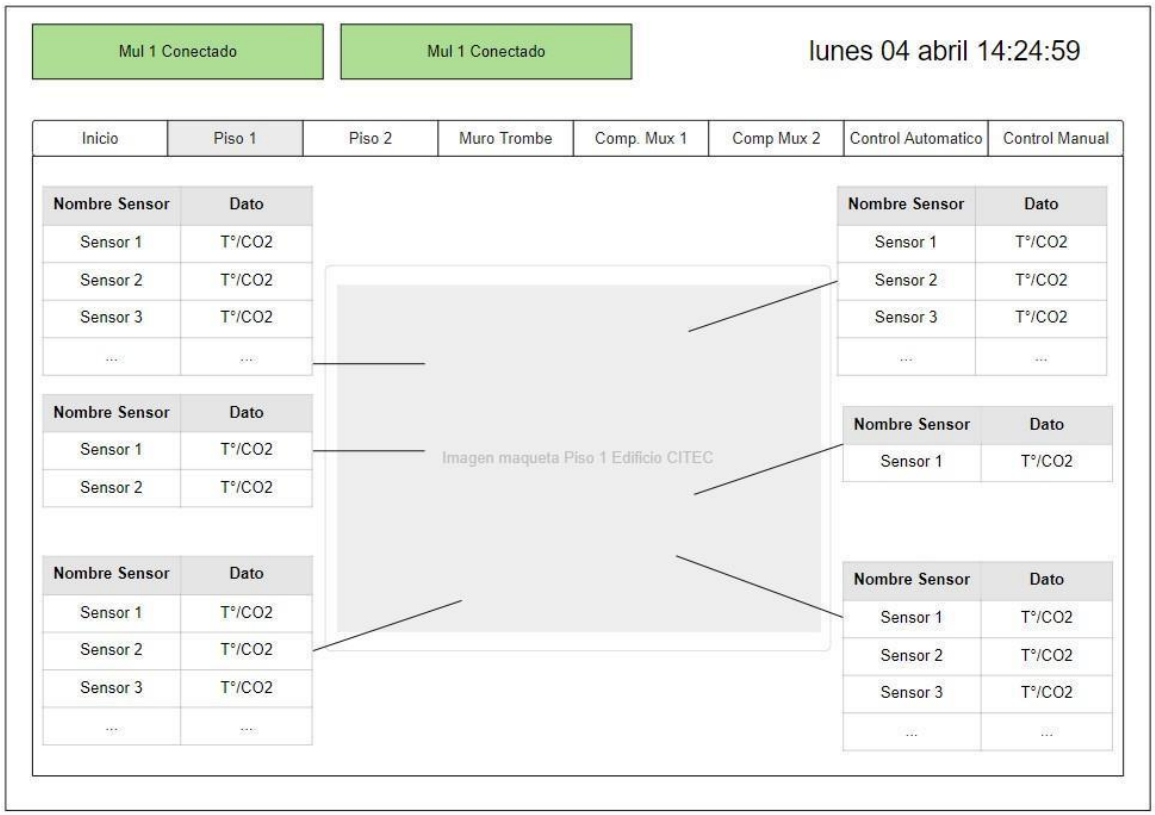


Ilustración 14: pestaña piso 1

- **Pestaña Piso 2:** Enfocada en mostrar todos los datos ambientales obtenidos en el segundo piso del edificio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

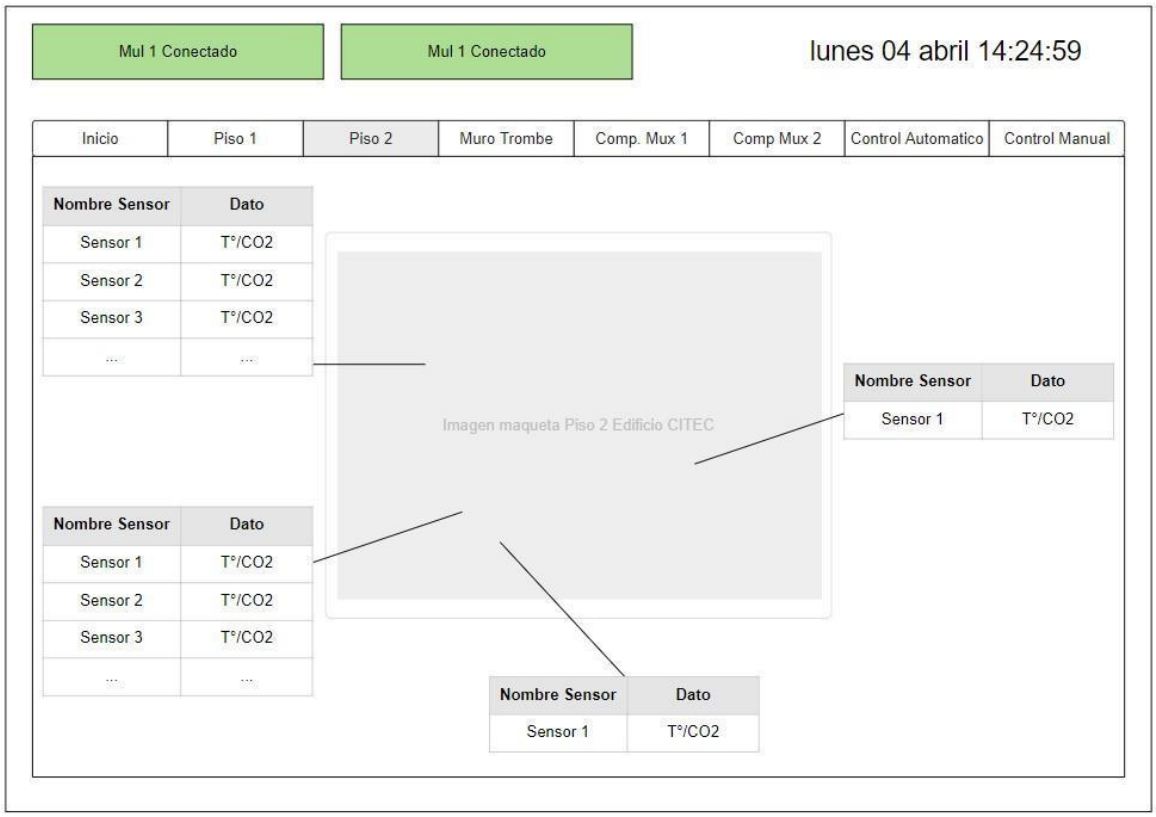


Ilustración 15: *pestaña piso 2*

- **Pestaña Muro Trombe:** Enfocada en mostrar todos los datos ambientales obtenidos en el Muro Trombe.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

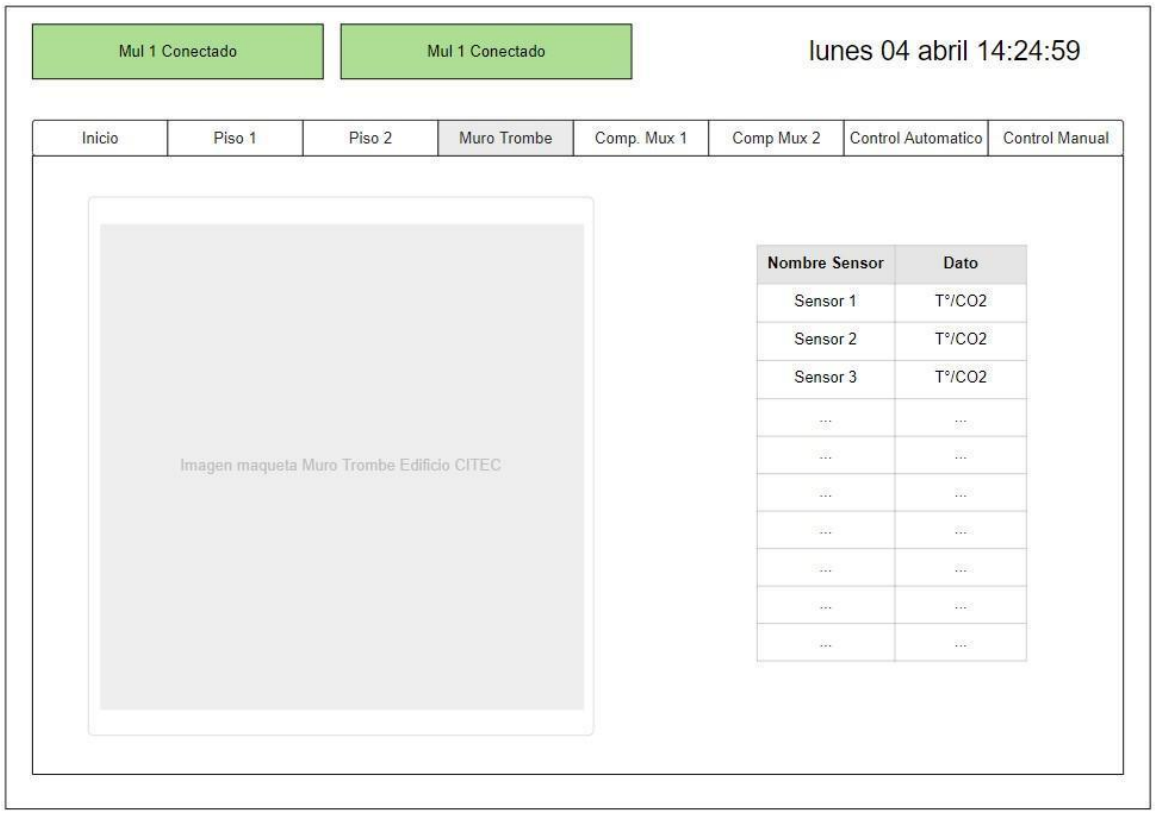


Ilustración 16: *pestaña muro trombe*

- **Pestaña Compensación de Multiplexor 1:** Enfocada en mostrar la compensación aplicada a cada uno de los sensores del Multiplexor 1.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

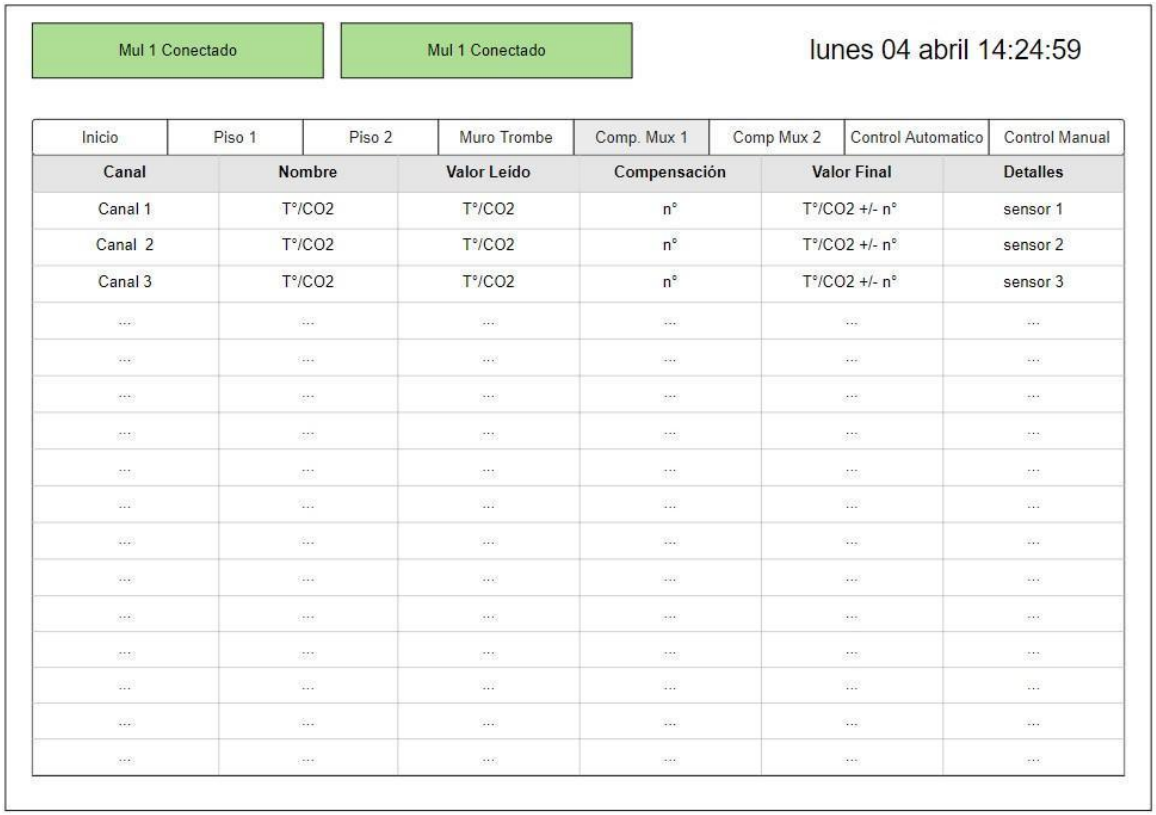


Ilustración 17: *pestaña compensación multiplexor 1*

- **Pestaña Compensación de Multiplexor 2:** Enfocada en mostrar la compensación aplicada a cada uno de los sensores del Multiplexor 2.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

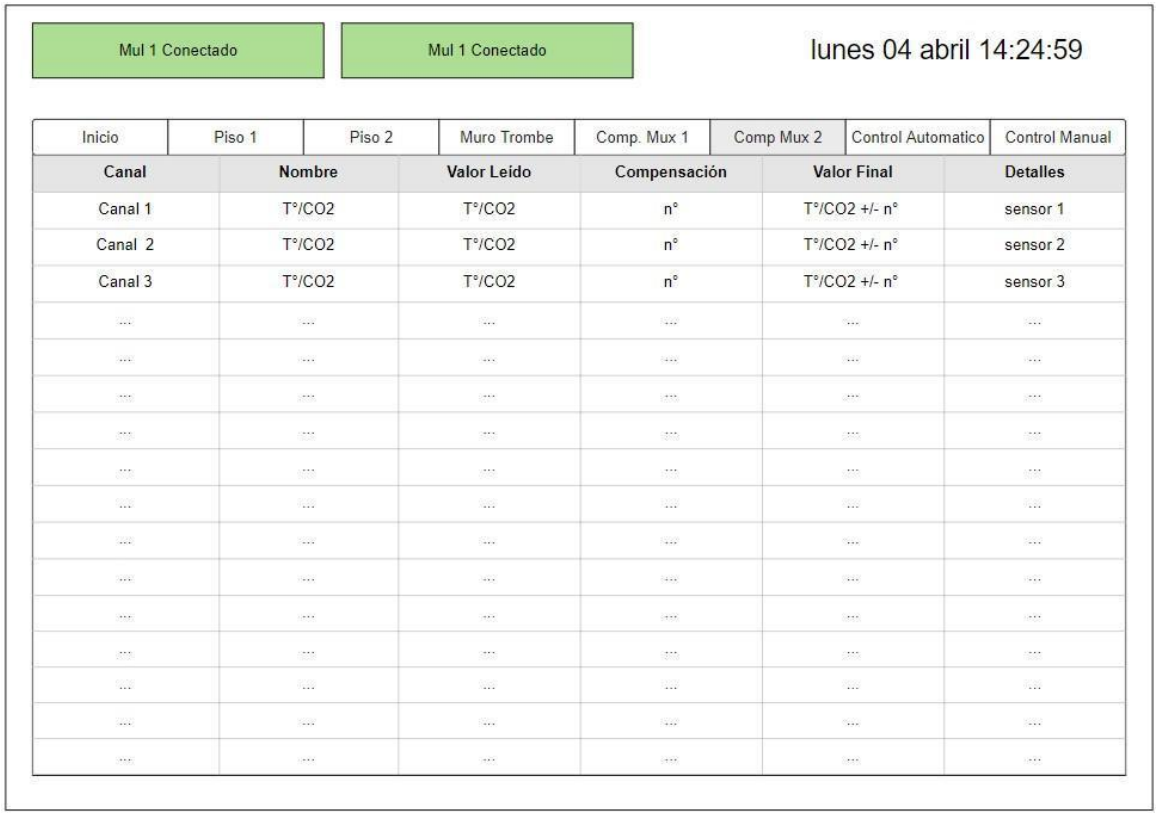


***Ilustración 18**: pestaña compensación multiplexor 2*

- **Pestaña de Control Automático:** Enfocada en la administración de los valores idóneos que desee seleccionar el usuario en las respectivas salas del edificio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

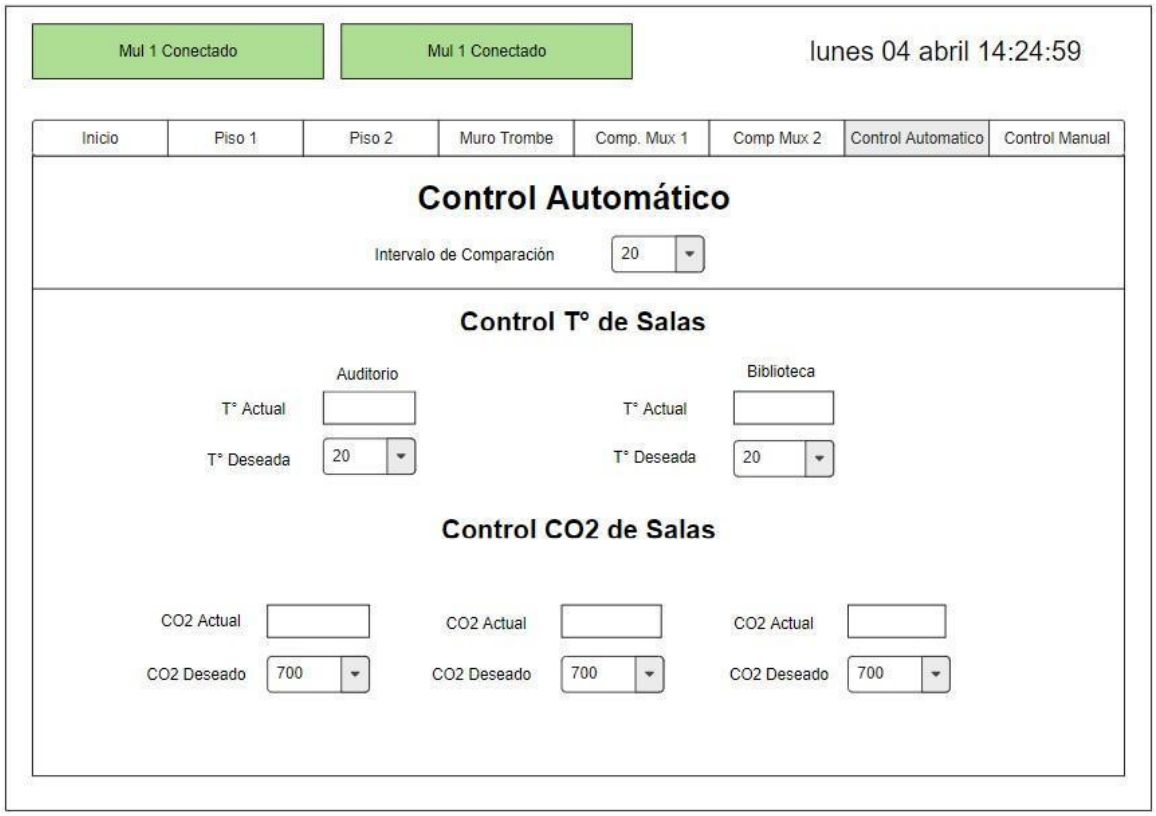


Ilustración 19: *pestaña control automático*

- **Pestaña de Control Manual:** Enfocada en la administración manual de los dispositivos del edificio, ya sean ventilas o extractores de aire.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

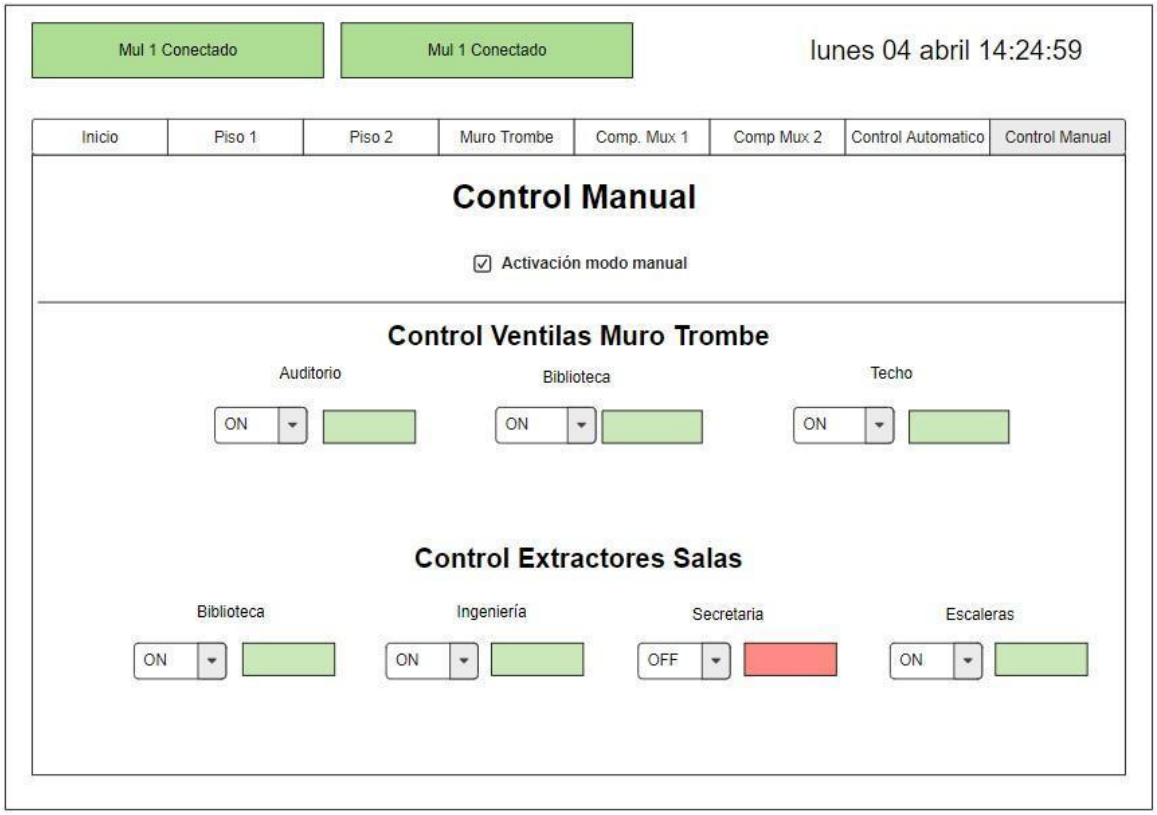


Ilustración 20: *pestaña control manual*

8 Pruebas

En este capítulo se explica el proceso de pruebas por el que pasó el software para ver si cumplía los objetivos propuestos, de igual forma de informe del responsable del área a cargo de las pruebas y el tiempo que demoró.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

8.1 Elementos de prueba

Con el objetivo de encontrar fallas en el software, se especificarán a continuación los módulos que serán probados:

- Conexión
- Funcionalidades de interfaz.
- Guardado de datos.
- Ventana Principal

8.2 Especificación de las pruebas

Características a probar	**Nivel de prueba**	**Objeto de prueba**	**Enfoque para definición de casos de prueba**	**Técnica para la Definición de Casos de Prueba**	**Actividad de Prueba**	**Criterios de Cumplimiento**
Funcionalidad	Unidad	Conexión	Caja negra	Valor Límite, Participación Equivalente	1 Establece conexión 2 muestra estado de conexión	1 Muestra en pantalla cual multiplexor está conectado
Funcionalidad	Unidad	Recepción de datos	Caja negra	Valor Límite, Participación Equivalente	1 Impresión en pantalla de temperatura y Co2 2	1 muestra de datos en pantalla 2 Datos corresponden al área correcta del

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

					Actualización de temperatura y Co2	edificio
Funcionalidad	Unidad	Configuración de parámetros	Caja negra	Valor Límite, Participación Equivalente	1 Modificación de parámetros de temperatura y Co2	1 El relé se activa si los nuevos parámetros lo piden 2 El relé se desactiva si los nuevos parámetros lo exigen
Funcionalidad	Unidad	Envío de instrucciones	Caja negra	Valor Límite, Participación Equivalente	1 Modo automático 2 Modo manual	1 Manda instrucciones dependiendo de parámetros 2 Activación del relé cuando el parámetro lo exija 3 Desactivación del relé cuando el parámetro lo exija
Funcionalidad	Unidad	Registro de historial	Caja negra	Valor Límite, Participación	1 Registra datos	1 Al mostrar en pantalla los

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

				Equivalente	mostrados en pantalla	datos, estos mismos se guardaran en un archivo txt indicando a qué área pertenece

Tabla 26: *especificación de pruebas*

8.3 Responsables de las pruebas

El responsable de realizar la fase de Testeo es Luis Vera Quiroga encargado del Laboratorio CIMUBB.

8.4 Calendario de pruebas

Prueba	Fecha
Pruebas funcionales	02 al 30 de julio

Tabla 27: *calendario de pruebas*

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

8.5 Detalle de las pruebas

Serán Detalladas las Pruebas que Fueron Especificadas:

- Conexión

id	Descripción requerimiento funcional	Entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/ Fracaso	Criticidad en caso de fracaso
01	Establece conexión: conectados al multiplexor y relé	Conexión automática al multiplexor	Conexión establecida	Conexión establecida Muestra en verde el multiplexor conectado	Éxito	Ninguna
02		Conexión automática al multiplexor fallida	Conexión fallida Muestra en rojo el multiplexor y dice desconectado	Conexión fallida Muestra en rojo el multiplexor y dice desconectado	Éxito	Ninguna
03		Extracción de datos exitoso	Muestra datos capturados por dispositivos	Muestra datos capturados por dispositivos	Éxito	Ninguna

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

			ambientales y muestra en pantalla	ambientales y muestra en pantalla		
04		Extracción de datos fallida	Muestra un NO DATA correspondiente al dispositivo que no emite datos	Muestra un NO DATA correspondiente al dispositivo que no emite datos	Éxito	Ninguna

Tabla 28: *detalles de pruebas conexión*

- Funcionalidades de interfaz:

id	**Descripción requerimiento funcional**	**Entrada**	**Salida esperada**	**Salida obtenida**	**Éxito/ Fracaso**	**Criticidad en caso de fracaso**
01	Selecciona distintos paneles	Selección de distintas pestañas del software	Cambia a la pestaña requerida	Cambia a la pestaña requerida	Éxito	Ninguna

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

02	Cambio de modos automático/manual	Activa el modo manual	Activa modo manual y muestra en pantalla la activación de tal	Activa modo manual y muestra en pantalla la activación de tal	Éxito	Ninguna
03		Activación del modo automático	Activa modo automático y muestra en pantalla la activación de tal	Activa modo automático y muestra en pantalla la activación de tal	Éxito	Ninguna
04	Configuración de parámetros de temperatura ideal y Co2 máximo	Selección de nuevo parámetro de temperatura o Co2	Actualización del nuevo parámetro y mostrado en pantalla	Actualización del nuevo parámetro y mostrado en pantalla	Éxito	Ninguna
		No seleccionar ningúna opción para la nueva configuración de parámetro	Se mantiene el último parámetro establecido de forma correcta	Se mantiene el último parámetro establecido de forma correcta	Éxito	Ninguna
05	Compensación de valores	modifica datos antes de mostrar en pantalla por	Muestra datos acorde a los parámetros	Muestra datos acorde a los parámetros	Éxito	Ninguna

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

		la pérdida de información				
06	Inicio automático	Iniciando el programa se tiene que ejecutar las funciones automáticam ente	Conexión al multiplexor, extracción de datos, envío de instrucciones en base a parámetros default y registro en txt	Conexión al multiplexor, extracción de datos, envío de instrucciones en base a parámetros default y registro en txt	Éxito	Ninguna

Tabla 29: *detalles de pruebas funcionalidades de interfaz*

- Guardado de datos

id	**Descripción requerimiento funcional**	**Entrada**	**Salida esperada**	**Salida obtenida**	**Éxito/ Fracaso**	**Criticidad en caso de fracaso**
01	Registro de datos en archivo txt	Datos mostrados en pantalla deben ser registrados en un archivo historial	Datos entregados por pantalla son guardados en archivo txt	Datos entregados por pantalla son guardados en archivo txt	Éxito	Ninguna

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 30: detalles de pruebas guardado de datos

- Ventana Principal

id	Descripción requerimiento funcional	Entrada	Técnica	Criterio de Completitud	Resultado	Condiciones Especiales
01	Detectar errores de navegación en la ventana principal	Verificar que los botones se visualicen correctamente y ejecuten sus funciones correspondientes	Utilización de la interfaz.	Los botones funcionan correctamente.	Éxito	Ninguna
02	Detectar errores ortográficos en el sistema	Verifica que no existan faltas de ortografía en los textos de la aplicación.	Utilización de la interfaz.	No existen errores ortográficos.	Éxito	Ninguna

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Tabla 31: detalles de pruebas ventana principal

8.6 Conclusión de pruebas

Todas las pruebas fueron realizadas en una Raspberry Pi4 conectada a dos multiplexores y un relé. Estas fueron realizadas en el laboratorio CIMUBB.

El sistema operativo del dispositivo en el que está instalado el software es Raspbian 5.15, el cual cumple con las características mínimas de implementación.

Se concluye que toda prueba fue superada con éxito y que el hardware logra un funcionamiento constante en ejecución sin presentar sobrecalentamientos y cumpliendo con todas las funciones establecidas.

- Dispositivos de realización de pruebas:
    - Raspberry Pi4

9 Plan de capacitación y entrenamiento

En este capítulo se menciona plan de capacitación, el entrenamiento para los usuarios del software de adquisición, de registro y el monitoreo de variables ambientales para el edificio sensorizado del CITEC,la cual se llevará a cabo de la siguiente manera:

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

● Usuarios para capacitar: Los usuarios que serán capacitados son:

○ Profesores a cargo del edificio CITEC.

○ Alumnos que, a cargo de un profesor, necesiten realizar pruebas o crear proyectos.

● Tipos de capacitación: Para llevar a cabo las capacitaciones se evidencian los siguientes tipos:

o Capacitación general: Es llevada a cabo en los primeros minutos, donde los aspectos generales del software son presentados a los usuarios.

o Entrenamiento de usuario: Se exponen las características para que el usuario siga las instrucciones dadas por el responsable de la capacitación.

o Prueba de nivel: Luego del entrenamiento, se le pide al usuario que utilice el sistema y explique en qué consiste las funcionalidades del software. Si no aprueba, se le refuerza los aspectos no comprendidos y se le realiza una nueva prueba de nivel.

● Funcionalidad o aspectos que serán abordados: En las capacitaciones o entrenamientos, se llevará a cabo lo siguiente:

• Prueba de nivel de cada usuario capacitado.

• La entrega de un manual de usuario.

• Se revisarán todas las funcionalidades que el usuario dispondrá.

● Tiempo estimado: El tiempo estimado será máximo 2 jornadas de 1 hora, en donde la primera jornada se enseñará el funcionamiento total del sistema y la

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

segunda hora se llevará a cabo la prueba de nivel y el repaso de características no comprendidas en caso de ser necesario.

● Responsables: Los responsables de las capacitaciones y entrenamiento son:

• Manuel Pizarro Vergara

• Roberto Sánchez Belmar

● Calendario: Para estipular los tiempos de trabajo, se coordinará un horario con los usuarios a capacitar, luego de la revisión del software.

● Recursos requeridos: Para realizar la capacitación a los usuarios es necesario contar con:

• El espacio físico del laboratorio CIMUBB.

•Raspberry Pi4 del laboratorio operativo al momento de realizar la capacitación.

• Multiplexores Intech A16-2100.

• Monitor.

10 Plan de implementación y puesta en marcha

La implementación y puesta en marcha del sistema considera la disponibilidad y correcto funcionamiento de los dispositivos del laboratorio, entre ellos los Multiplexores y relé. La habilitación y disponibilidad de los dispositivos mencionados consta de una previa instalación de los mismos.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Luego de corroborar el correcto funcionamiento de los dispositivos, se proseguirá a realizar la instalación y pruebas del software en la raspberry del laboratorio, para finalmente poner en marcha el software.

Lo anterior, se realizará en la Universidad del Bío Bío por los siguientes motivos:

- La implementación del sistema se llevará a cabo en el edificio CITEC de la universidad.
- El sistema debe ser testeado en las instalaciones de dicho edificio, ya que ahí se encuentran los dispositivos de adquisición de variables necesarios para el objetivo del software.
- El sistema debe ponerse a prueba para identificar posibles fallas.

El proceso se llevará a cabo al finalizar la planificación de la Carta Gantt y contendrá todas las características del software, dirigida a los profesores a cargo del edificio.

11 Resumen esfuerzo requerido

En la siguiente tabla se muestra gráficamente el resumen del esfuerzo requerido en el desarrollo.

Actividades / Fases	**N° Horas**
Toma de requerimientos	20
Investigación	110
Análisis y Diseño	50
Desarrollo	300

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Pruebas	20
Documentación	20
TOTAL	**520**

Tabla 32: *resumen esfuerzo requerido*

El esfuerzo requerido para llevar a cabo este proyecto fue de 4 horas diarias aproximadamente, que sumadas fueron aproximadamente 20 horas semanales, en un tiempo de 6 meses, dando como resultado 520 horas en total.

12 Conclusión

El presente proyecto surgió de la necesidad de innovar a través de tecnologías que están relacionadas con los procesos de adquisición y monitoreo de variables ambientales a través de sensores industriales especializados para su obtención, por ende, se inició una investigación de los dispositivos y componentes utilizados actualmente para ver su funcionamiento. Luego, se analizó y decidió cómo realizar un software que cumpla con los requerimientos deseados en el proyecto.

El diseño de la aplicación permite la interacción entre los dispositivos y el medio ambiente mediante los multiplexores, permitiendo la adquisición de datos ambientales, registro y el monitoreo de las variables de manera automática.

Como desarrolladores del software final podemos expresar que el desarrollo de este proyecto fue un desafío complejo, conduciéndonos al uso de ingeniería inversa para

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

la obtención de comandos para la comunicación con los Multiplexores y una gran cantidad de tiempo en investigación para el entendimiento del uso de los hardware utilizados. A pesar de ello se logró cumplir con este objetivo.

Logramos recopilar la información necesaria para avanzar adecuadamente en el desarrollo del software.

Logramos cumplir con los objetivos de la interfaz gráfica para el usuario, aunque nos tomó una cantidad de tiempo moderada.

Logramos satisfacer todas las funcionalidades de control automático/manual y almacenamiento, aunque existieron dificultades al momento de ejecutar los cambios y dar problemas en la eficiencia. Esto se dio solución con el tiempo, dando como resultado un sistema de rápida respuesta y utilización de bajos recursos.

El software cuenta con una capacidad de mejora a futuro que permitirá un programa con más complementos que ayudan al monitoreo y control ambiental del edificio, donde a su vez, pueden verse plasmadas en la interfaz de usuario agregando pestañas y funcionalidades a estas. Además, se podrá complementar con otros proyectos relacionados al edificio.

13 Bibliografía

2100-XX Protocol. *Multiplexor A16-2100*. Recuperado de https://www.intech.co.nz/wp-content/uploads/2019/10/2100-XX-protocol.pdf

Microprocesador. *Raspberry*. Recuperado de https://www.raspberrypi.com/documentation/

Van Rossun (2008). *Lenguaje de programación Python 3.9.2*. Recuperado de https://www.python.org/doc/

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Chris Liechti (2020). *Librería de puertos serial para python pyserial 3.5.* Recuperado de

https://pypi.org/project/pyserial/3.5b0/

AENOR presenta su Plataforma de Confianza: *Garantizar la Calidad del Software y los Datos*. (2021). ISO 25010. Recuperado de https://iso25000.com/index.php/normas-iso25000/iso-25010/19-iso-iec-25010

PyQt5 Reference Guide — PyQt v5.15.2 Reference Guide. (s. f.). riverbankcomputing. Recuperado de https://www.riverbankcomputing.com/static/Docs/PyQt5/

Terminal Serial Python|PyQt5. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=4LfNUH039ls&t=333s&ab_channel=DoTic

Metodología de desarrollo. *Metodología ágil, interactiva e incremental.* Recuperado de

https://www.digite.com/es/agile/desarrollo-iterativo-e-incremental/

Anexo 1: Reuniones de Control de Cambios con Usuario

R1 1.1: Cambios en la gestión del proyecto relacionado a tiempos establecidos.

En fecha 3 de diciembre del año 2021, se realizó una reunión en la cual se decidió pausar el desarrollo del proyecto debido a limitaciones con los dispositivos y acceso al edificio CITEC.La fecha acordada para la reanudación del proyecto es el inicio del primer semestre académico de la universidad del BioBio.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Name	Begin date	End date
Análisis e inicio de proyecto	20-09-21	30-09-21
Reunión y toma de requiriemientos	20-09-21	22-09-21
Analizar Requerimientos	23-09-21	24-09-21
Visitar las Instalaciones	27-09-21	27-09-21
Redacción Propuesta	28-09-21	29-09-21
Entrega Propuesta	30-09-21	30-09-21
Primera Iteración	04-10-21	03-12-21
Investigación a tecnologías a ocupar	04-10-21	06-10-21
Diseño de Software	07-10-21	08-10-21
Programación de conexión de software	11-10-21	29-10-21
Prueba de software y corrección de errores	01-11-21	03-12-21
Segunda Iteración	15-03-22	22-04-22
Corrección de errores	15-03-22	18-03-22
Investigación a tecnologías a ocupar	21-03-22	25-03-22
Diseño de Software	28-03-22	01-04-22
Programación del software	04-04-22	15-04-22
Prueba de software y corrección de errores	18-04-22	22-04-22
Tercera Iteración	25-04-22	27-05-22
Corrección de errores	25-04-22	29-04-22
Investigación a tecnologías a ocupar	02-05-22	06-05-22
Diseño de Software	09-05-22	13-05-22
Programación del software	16-05-22	20-05-22
Prueba de software y corrección de errores	23-05-22	27-05-22
Cuarta Iteración	30-05-22	15-07-22
Corrección de errores	30-05-22	03-06-22
Investigación a tecnologías a ocupar	06-06-22	10-06-22
Diseño de Software	13-06-22	17-06-22
Programación del software	20-06-22	24-06-22
Prueba de software y corrección de errores	27-06-22	01-07-22
Documentación e Informe	04-07-22	15-07-22
Redacción de Informe Final	04-07-22	15-07-22
Ultima Iteración	04-07-22	04-07-22
Entrega final de proyecto	04-07-22	04-07-22
Entrega informe final	04-07-22	04-07-22

Ilustración 21: Carta gantt

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Las fechas estarán sujetas a cambios respecto a la disponibilidad del Laboratorio CIM , el edificio CITEC y de los dispositivos necesarios para el desarrollo del software.

R2 1.2: Ajustes y cambios en requerimiento funcional de software.

En fecha 15 de abril del año 2022, se realizó una reunión con el profesor Luis Vera, jefe de laboratorio CIM, en esta reunión se trataron los siguientes temas:

1. Captura de voltaje de edificio CITEC.

   De acuerdo a la ausencia de sensores y dispositivos necesarios para la obtención de datos (Voltaje) del edificio,se llegó al acuerdo de la omisión de este requerimiento funcional requerido inicialmente.

2. Datos idóneos que se necesitan en el software.

   Se nos dio a conocer los posibles valores para la Temperatura y CO2 óptimos.

   - T°: 10;15;20;25 °C
   - CO2: 700;800;900;1000;1100 ppm

3. Interfaz de usuario.

   Se decidió a una interfaz distribuida por pestañas, donde se separarán por los siguientes temas:

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

- Pantalla inicial.
- Datos Piso 1.
- Datos Piso 2.
- Datos de Muro Trombe.
- Datos de compensación a los sensores del edificio.
- Control de la autorregulación del edificio.
- Control Manual de los dispositivos del edificio (extractores y ventilas).

Además, se mencionó que el usuario podrá elegir si el software funciona de forma autónoma o manual cuando lo necesite.

Anexo 2: Manual de Usuario

Para el correcto funcionamiento del software, se debe tener los siguientes dispositivos a disposición:

- Raspberry Pi4
- 2 Multiplexores A16-2100
- 2 Adaptador USB RS-485
- 1 Módulo relé de 8 pines (5V)

El sistema operativo recomendado es **Raspberry PI OS** versión año 2022, donde el nombre de usuario al momento de la instalación debe ser **labcim**.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Conexión e Instalación

Primero se deben conectar los conversores USB a RS-485, con sus correspondientes multiplexores, en el orden indicado en la imagen, en donde, **primero** se debe conectar el multiplexor n°1 de n° serial 8207293 y luego el multiplexor n°2 de n° serial 8207296.

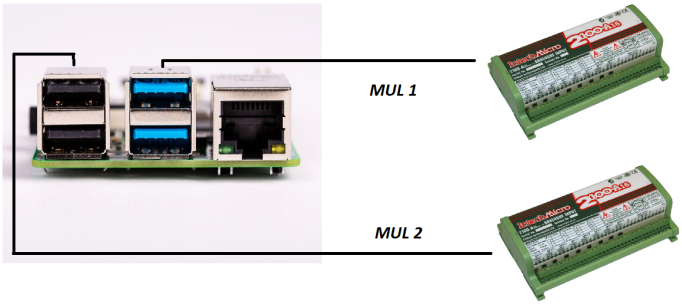


Ilustración 22: *conexión Raspberry-multiplexor*

➔ Luego debe estar conectado los Pines de las Raspberry al relé de la siguiente manera:

Relé	Raspberry/N° PIN
GND	Ground / PIN 6
IN1	GPIO 17 / PIN 11
IN2	GPIO 27 / PIN 13
IN3	GPIO 22 / PIN 15

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

IN4	GPIO 5 / PIN 29
IN5	GPIO 6 / PIN 31
IN6	GPIO 19 / PIN 35
IN7	GPIO 26 / PIN 37
IN8	-
VCC	5V power / PIN 2

Tabla 33: *detalle pines raspberry*

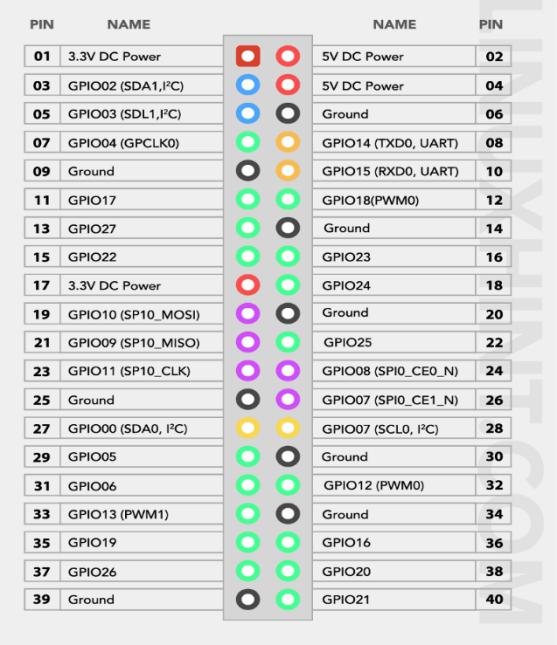


Ilustración 23: conexión pines raspberry

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Con lo anterior completado, se da inicio a la configuración del software, para un correcto funcionamiento.

➔ En la carpeta del software se encuentra un acceso directo, donde este ejecuta el software.

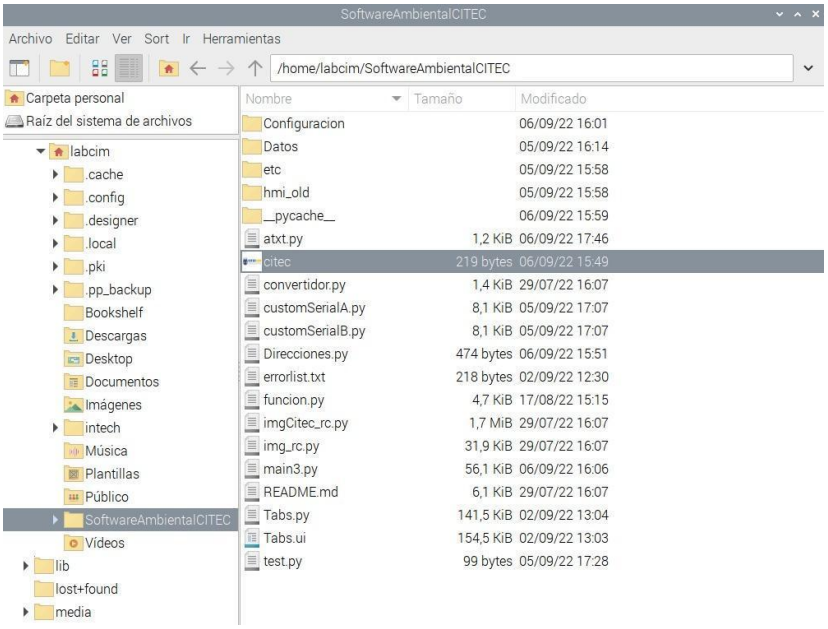


Ilustración 24: *acceso directo citec*

➔ El acceso directo debe colocarse en una carpeta llamada **“autostart”** ,ubicada en la carpeta **“.config”** del directorio de usuario como lo indica la ilustración 25.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

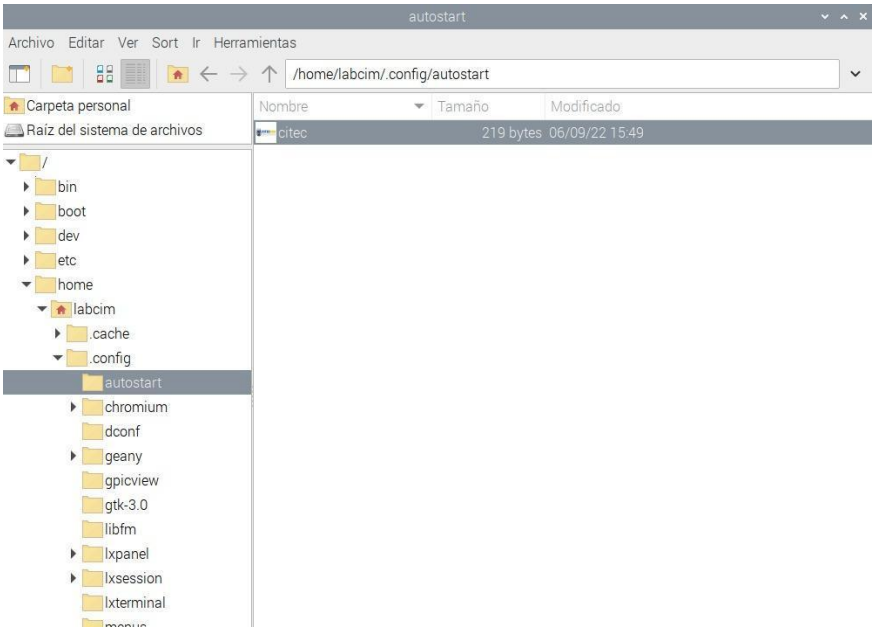


Ilustración 25: *directorio .config*

Esto hará que el software inicie al encender la raspberry pi 4.Si no lo hace, asegurarse de dar permisos de ejecución en propiedades del archivo.

➔ Se recomienda colocar la carpeta del **"SoftwareAmbientalCITEC"** en el directorio raíz de usuario, donde el nombre de usuario por defecto es **"labcim"** como lo muestra la ilustración 26.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

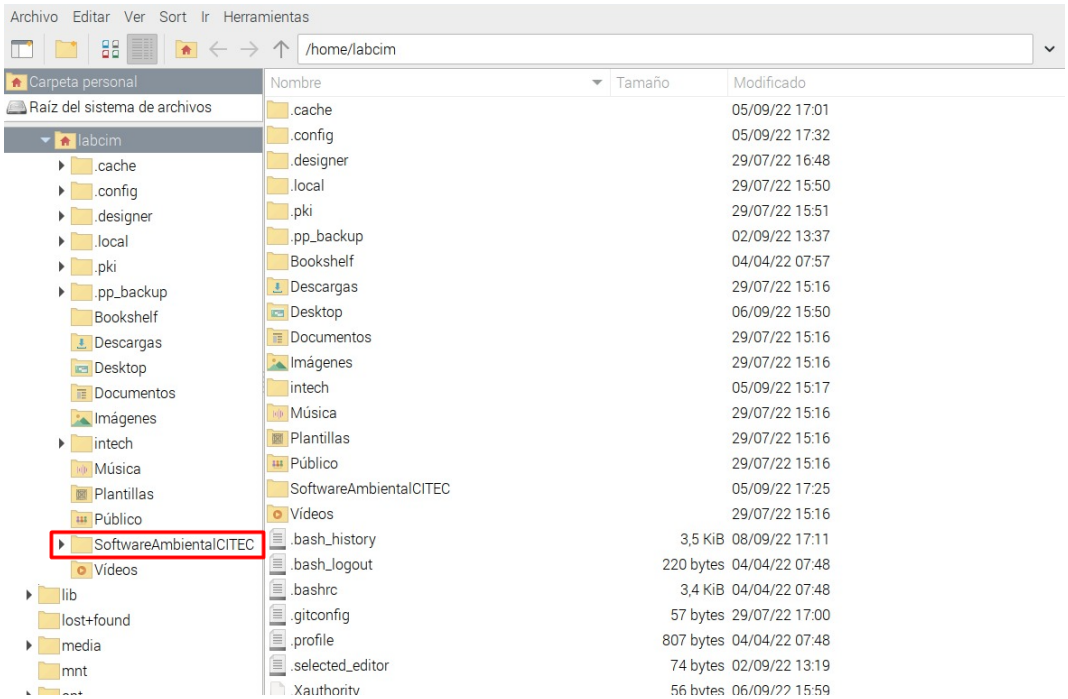


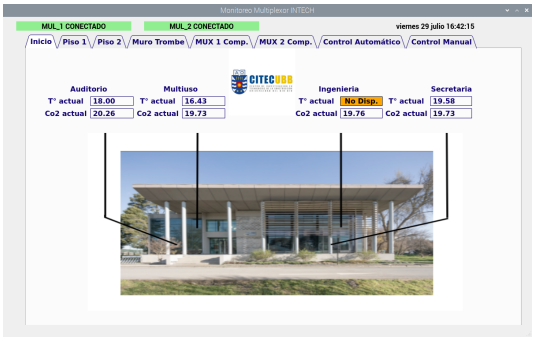
Ilustración 26: *directorio usuario*

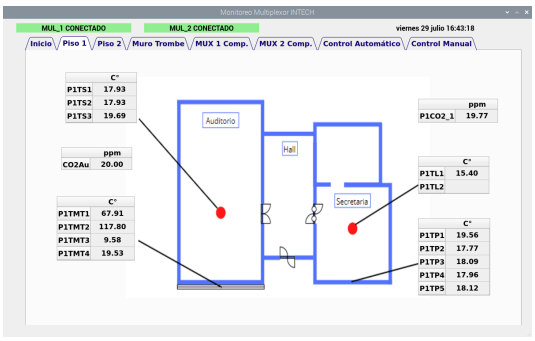
Uso de Software

El software consta de 8 pestañas, donde se dividen en 2 categorías:

Pantallas Estáticas:

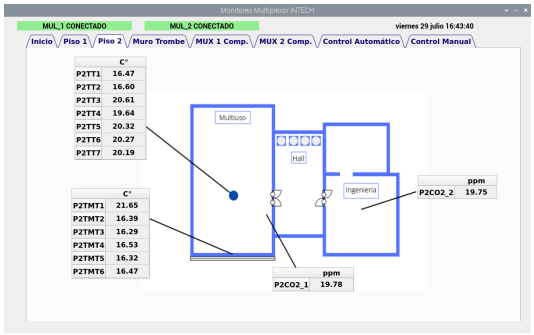
Las pantallas de las siguientes ilustraciones son solamente para visualizar los datos en tiempo real.





Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Ilustración 27: Pantalla Inicio / Pantalla Piso 1



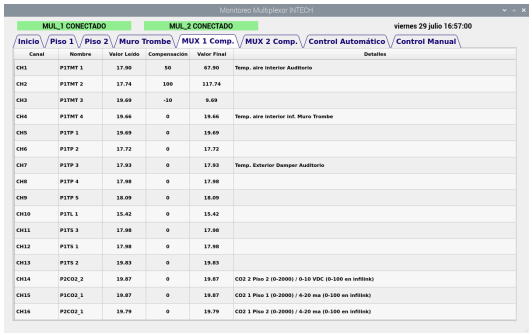
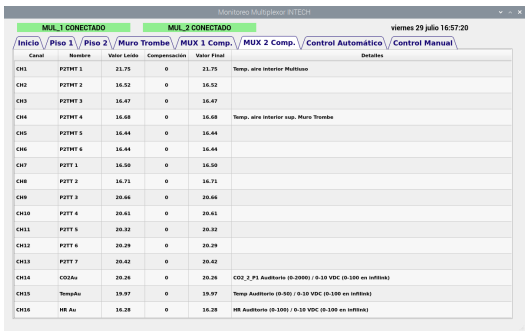


Ilustración 28: Pantalla Piso 2 / Pantalla Comp Mul 1



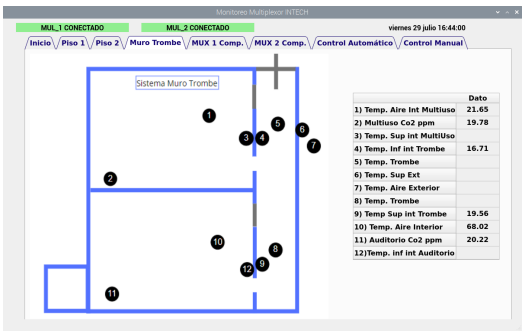


Ilustración 29: Pantalla Comp Mul 2 / Pantalla Muro Trombe

Donde estas pantallas cumplen las siguientes funcionalidades:

- **Pantalla Inicio:** Mostrar las temperaturas y co2 de las correspondientes salas del edificio.
- **Pantallas Piso 1,Piso 2 y Muro Trombe:** Pantallas destinadas a mostrar la información de todos los sensores del edificio.
- **Pantallas de Comp Mul 1 y 2:**Pantallas destinadas a mostrar los datos en bruto de cada uno de los sensores, donde se le suma la compensación necesaria para dar con el dato real de trabajo y monitoreo. Estos datos de

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

compensación pueden ser modificados en archivos de configuración ubicados en la carpeta del software mostrada en la ilustración 32.

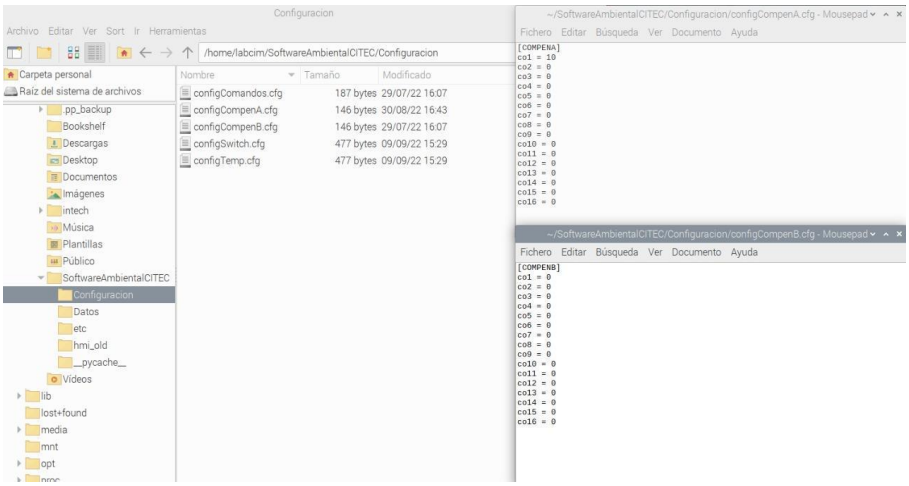


Ilustración 30: *Archivos de configuración de compensación*

Pantallas Dinámicas:

En estas pantallas se puede elegir las funcionalidades del control Manual y el control automático de las ventilas y extractores del edificio CITEC.

En modo automático se puede seleccionar las temperaturas ideales que se desee y la cantidad de Co2 máxima que pueda existir, donde dependiendo de estas, se abrirán o cerrarán los extractores y/o ventilas del edificio de forma autónoma. Además se puede seleccionar el tiempo entre las consultas que hace el Software entre los datos(Ilustración 34).

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

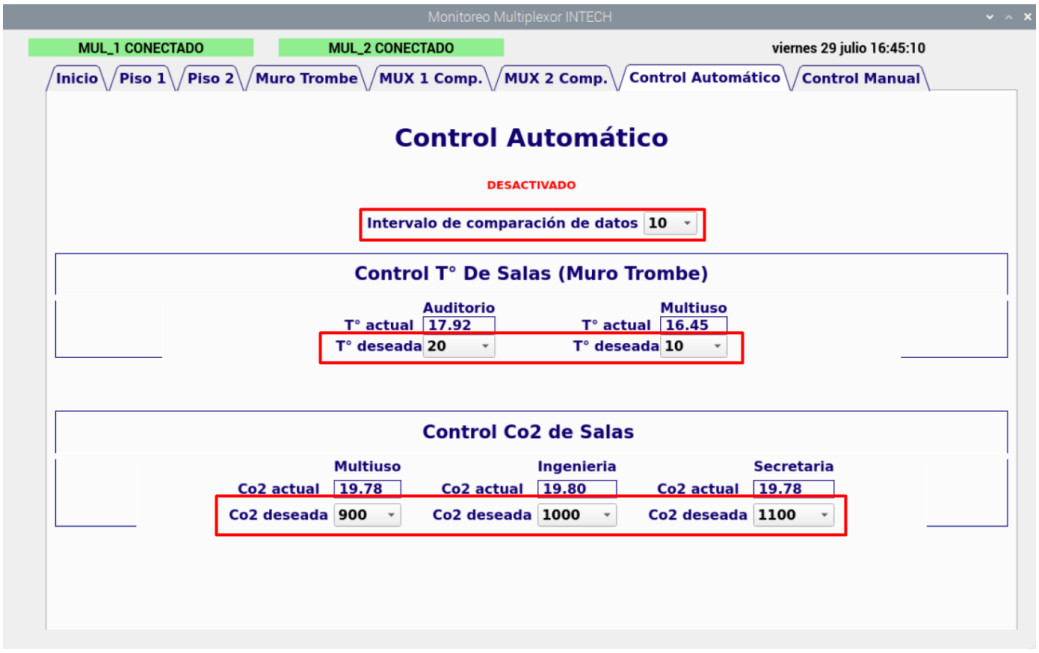
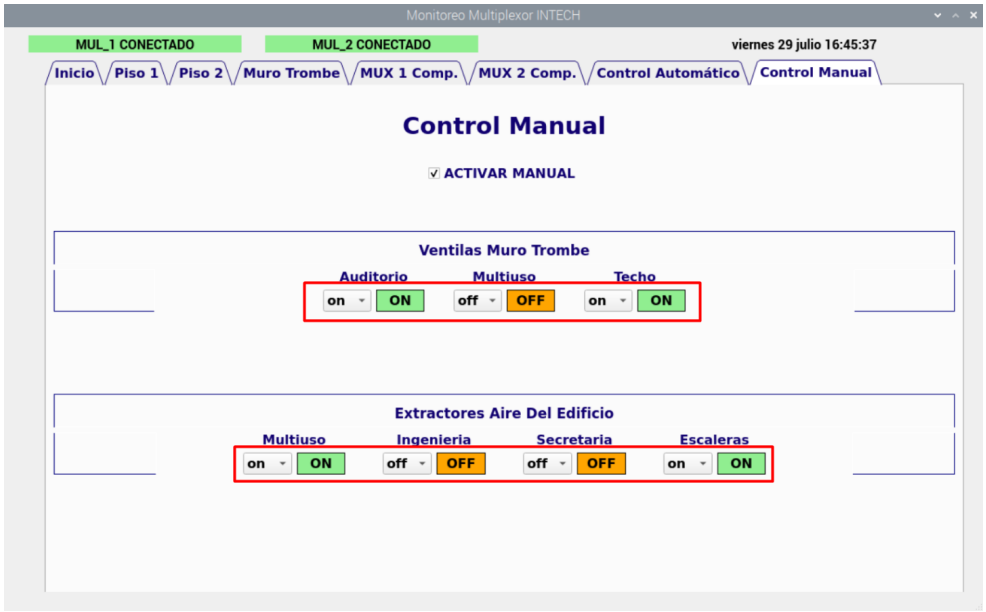


Ilustración 31: Pestaña final Control automático

En la pantalla de modo Manual es controlada directamente por el usuario, donde se elige el estado de las ventilas y/o extractores de aire del edificio cambiando entre las opciones “ON” y “OFF” desplegadas en un combobox (Ilustración 35).



Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Ilustración 32: Pestaña final Control manual

Control de estado y errores de Sistema

El sistema contiene un sector en la pantalla inicio donde se puede interpretar el estado actual del Software como se muestra en la ilustración 35.

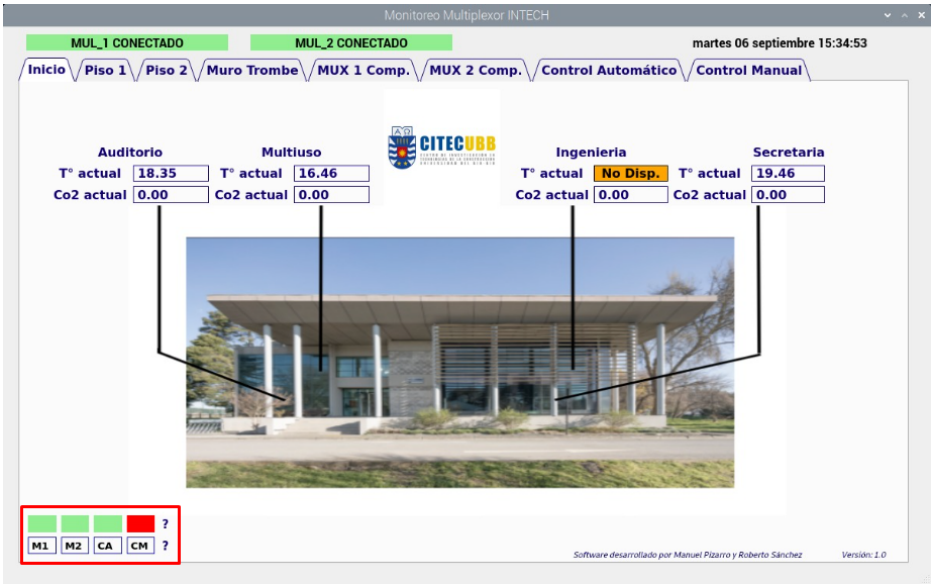


Ilustración 33: Pestaña final Control manual

En los puntos marcados en recuadro rojo, se aprecian diferentes botones y siglas,las cuales significan lo siguiente:

- **M1:**Estado de almacenamiento de txt del multiplexor 1.
- **M2:**Estado de almacenamiento de txt del multiplexor 2.
- **CA:**Estado del control automático.
- **CM:**Estado del control manual.

Donde cada uno de estos estados son representados con un color,que son los siguientes.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

- **Verde**:Estado en funcionamiento.
- **Rojo:**Estado desactivado y/o apagado.
- **Azul:**Estado sin funcionamiento por problemas del Sistema.