

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO DE UN MONITOR AMBIENTAL PARA LA
CUANTIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
PARÁMETROS AMBIENTALES DE UN CENTRO DE DATOS**

POSTULANTE: ERLAN ALBERTO AVERANGA MARCANI

ASESOR: ING. HUGO BALDERRAMA

LA PAZ – BOLIVIA

2019



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

Dedicatoria

A lo largo de mi vida y en todo momento tuve el apoyo de mi familia, a quienes va dedicado este trabajo.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, por su apoyo moral y consejos.

Agradezco a mis profesores, quienes con su guía, tiempo y labor me transmitieron conocimiento, apoyo y entusiasmo para continuar explorando guiado por la curiosidad.

A mi asesor y docente de proyecto, que con sus consejos me guiaron para la conclusión del presente proyecto.

A mis amigos y compañeros que brindaron su amistad y comparten sus ideas e inquietudes.

Gracias

Erlan

Resumen

Un centro de datos es un ambiente dedicado diseñado especialmente al alojamiento de múltiples activos informáticos, destinados generalmente a un trabajo continuo. Esta instalación debe mantenerse dentro de cierto rango de medidas físicas medioambientales, denominados parámetros ambientales, con el objetivo de mantener las condiciones óptimas para el cuidado de los equipos contenidos.

Al tratarse de un ambiente de alta criticidad, es determinante conservar el ambiente con los parámetros ambientales adecuados, porque se corre el riesgo de destrucción equipos físicos y los bienes contenidos en ellos. Por esa razón se instalan sistemas para controlar los parámetros ambientales, denominado sistema de climatización. Estos sistemas tienen incorporado un conjunto de sensores, con los cuales se monitorizan los parámetros ambientales, para afinar su funcionamiento de acuerdo a las condiciones.

Las normativas referenciales para la administración de centros de datos recomiendan, contar con un sistema de monitorización de parámetros ambientales independiente de los proporcionados por sistemas de climatización. El presente proyecto es una propuesta de solución a este problema, con el diseño de un monitor ambiental, que contempla las siguientes funcionalidades: la adquisición, almacenamiento y la evaluación de los parámetros ambientales, alarma, interfaz gráfica y descarga de registros.

Índice General

RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	II
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación	5
1.4.1. Justificación General.....	5
1.4.2. Justificación Social.	6
1.4.3. Justificación Tecnológica.....	6
1.4.4. Justificación Académica.	6
1.5. Alcances y Limitaciones	7
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1. Escenario de aplicación.....	8
2.1.1. Centro de datos	8
2.1.1.1. Ubicación	9

2.1.1.2. Infraestructura de soporte.....	10
2.1.1.3. Aspectos intrínsecos de un centro de datos:.....	12
2.2. Parámetros ambientales y su importancia contextual	13
2.3. Normativa Referencial.....	15
2.3.1. TIA 942-ANSI Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers [5].	15
2.3.2. ICREA-Std-131-2015. NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCION E INSTALACION DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE MANEJO DE TECNOLOGIAS DE INFORACION Y SIMILARES [6].	16
2.4. Monitor ambiental y su efecto en las características de confiabilidad y disponibilidad 17	
2.5. Componentes del proyecto.....	18
2.5.1. Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22	18
2.5.2. Sensor de Temperatura DS18B20.....	19
2.5.3. Microcomputador Raspberry Pi.....	20
2.5.4. Sistema Operativo.....	21
2.5.4.1. Sistema Operativo Raspbian	22
2.5.5. Servidor web	23
2.5.5.1. El servidor Web HTTP Apache	23
2.5.5.2. El lenguaje HTML (Hyper Text Markup Lenguaje).....	24
2.5.5.3. El lenguaje de programación PHP (Hypertext Preprocessor).....	24
2.5.5.4. Sistema de gestión de base de datos MySQL	24
2.5.5.5. Archivo de texto CVS (coma-separated values)	25
2.5.5.6. BASH.....	25
2.5.5.7. CRON.....	26
2.5.5.8. Lenguaje de programación Python	26
2.5.5.9. Editor de texto Notepad++	26
2.5.6. Protocolos de comunicación	27
2.5.6.1. Protocolo de comunicación 1-Wire.....	27
2.5.6.2. Protocolo de comunicación TCP/IP	27
2.5.6.3. Intérprete de órdenes seguro (SSH)	28
2.6. Metodología para el desarrollo del proyecto: RUP.....	29
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE PROYECTO.....	30

3.1.	Componentes del sistema.....	30
3.2.	Subsistema Adquisición de parámetros ambientales	30
3.2.1.	Requerimientos del subsistema de adquisición de parámetros ambientales ...	30
3.2.2.	Modelo de casos de uso	31
3.2.2.1.	Diagrama de paquetes	31
3.2.2.2.	Actores	31
3.2.2.3.	Diagrama de casos de uso	32
3.2.3.	Documentación de casos de uso	32
3.2.3.1.	Caso de uso: Adquisición y almacenamiento de parámetros ambientales.....	32
3.2.4.	Arquitectura	33
3.2.5.	Diagrama de clases	34
3.3.	Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma	34
3.3.1.	Requerimientos del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma	34
3.3.2.	Modelo de casos de uso	35
3.3.2.1.	Diagrama de paquetes	35
3.3.2.2.	Actores	35
3.3.2.3.	Diagrama de casos de uso	36
3.3.3.	Documentación de casos de uso	36
3.3.3.1.	Caso de uso: Analizar parámetros ambientales.....	36
3.3.3.2.	Caso de uso: Activar alarma.	37
3.3.4.	Arquitectura	37
3.3.5.	Diagrama de clases	38
3.4.	Subsistema Gestor de descargas	38
3.4.1.	Requerimientos del Subsistema Gestor de descargas	38
3.4.2.	Modelo de casos de uso	38
3.4.2.1.	Diagrama de paquetes	38
3.4.2.2.	Actores	39
3.4.2.3.	Diagrama de casos de uso	39
3.4.3.	Documentación de casos de uso	40
3.4.3.1.	Caso de uso: Generar y descargar documento	40

3.4.4.	Arquitectura	40
3.4.5.	Diagrama de clases	41
3.5.	Subsistema Administración de usuarios	41
3.5.1.	Requerimientos del Subsistema Administración de usuarios y Sesión	41
3.5.2.	Modelo de casos de uso	41
3.5.2.1.	Diagrama de paquetes	41
3.5.2.2.	Actores	42
3.5.2.3.	Diagrama de casos de uso	42
3.5.3.	Documentación de casos de uso	43
3.5.3.1.	Caso de uso: Ingreso de datos de autenticación	43
3.5.3.2.	Caso de uso: Registrar nuevo usuario.	44
3.5.3.3.	Caso de uso: Eliminar Usuario.....	44
3.5.3.4.	Caso de uso: Administración de Permisos.	45
3.5.4.	Arquitectura	46
3.5.5.	Diagrama de clases	46
3.6.	Subsistema Interfaz de usuario	46
3.6.1.	Requerimientos del Subsistema Interfaz de usuario	47
3.6.2.	Modelo de casos de uso	47
3.6.2.1.	Diagrama de paquetes	47
3.6.2.2.	Actores	48
3.6.2.3.	Diagrama de casos de uso	48
3.6.3.	Documentación de casos de uso	48
3.6.3.1.	Caso de uso: Visualizar parámetro ambiental.....	48
3.6.3.2.	Caso de uso: Visualizar Descarga de documento de registros.....	49
3.6.4.	Arquitectura	49
3.6.5.	Diagrama de clases	50
CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO.....		51
4.1.	Descripción general	51
4.2.	Descripción por subsistemas.....	52
4.2.1.	Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	52
4.2.2.	Subsistema Evaluación de datos y Alarma	55
4.2.3.	Subsistema Gestor de descargas	56

4.2.4. Subsistema Administración de usuario	57
4.2.5. Subsistema Interfaz de usuario	58
4.3. Pruebas y resultados.....	60
4.4. Costos de los materiales.....	65
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. Conclusiones.....	67
5.2. Recomendaciones	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	74
ANEXO A: CÓDIGOS DE SOFTWARE IMPLEMENTADAS EN EL PROYECTO	75
ANEXO B: TIA-942 TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE STANDARD FOR DATA CENTERS, EN EL ANEXO G.6 ESPECIFICA:.....	81

Lista de Figuras

Figura 2.1. Ubicación de un Centro de Datos.....	9
Figura 2.2. Centro de Procesamiento de Datos.	10
Figura 2.3. Infraestructura de Centro de datos.	11
Figura 2.4. Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22.	18
Figura 2.5. Sensor de temperatura DS18B20.	19
Figura 2.6: Logo del microcomputador Raspberry Pi.	20
Figura 2.7. Raspberry 2 modelo B v1.1.....	21
Figura 2.8: Logo del Sistema Operativo Raspbian.....	22
Figura 2.9: Logo del Servidor Web HTTP Apache.....	23
Figura 2.10. Editor de Texto: Notepad++.	27
Figura 3.1. Diagrama de paquetes del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	31
Figura 3.2. Diagrama de casos de uso del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	32
Figura 3.3. Diagrama de secuencia del caso de uso: Adquisición y almacenamiento de parámetros ambientales.	33
Figura 3.4. Arquitectura del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	33
Figura 3.5. Diagrama de clases del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	34
Figura 3.6. Diagrama de paquetes del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.	35

Figura 3.7. Diagrama de casos de uso del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.	36
Figura 3.8. Diagrama de secuencia del caso de uso: Analizar parámetros ambientales.	36
Figura 3.9. Diagrama de secuencia del caso de uso: Analizar parámetros ambientales.	37
Figura 3.10. Arquitectura del Subsistema de Evaluación de datos y Alarma.	37
Figura 3.11. Diagrama de clases del Subsistema de Análisis de datos y Alarma	38
Figura 3.12. Diagrama de paquetes del Subsistema Gestor de descargas.	39
Figura 3.13. Diagrama de casos de uso del Subsistema Gestor de descargas.	39
Figura 3.14. Diagrama de secuencia del caso de uso: Generar y descargar documento.	40
Figura 3.15. Arquitectura del Subsistema Gestor de descargas.	40
Figura 3.16. Diagrama de clases del Subsistema Gestor de descargas.	41
Figura 3.17. Diagrama de paquetes del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.	42
Figura 3.18. Diagrama de casos de uso del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.	43
Figura 3.19. Diagrama de secuencia del caso de uso: Ingreso de datos de autenticación.	43
Figura 3.20. Diagrama de secuencia del caso de uso: Registrar nuevo usuario.	44
Figura 3.21. Diagrama de secuencia del caso de uso: Eliminar cuenta de usuario.	45
Figura 3.22. Diagrama de secuencia del caso de uso: Administrar permisos.	45
Figura 3.23. Arquitectura del subsistema de Administración de usuarios	46
Figura 3.24. Diagrama de clases del Subsistema de administración de usuarios	46
Figura 3.25. Diagrama de paquetes del Subsistema Interfaz de usuario.	47
Figura 3.26. Diagrama de casos de uso del Subsistema Interfaz de usuario.	48
Figura 3.27. Diagrama de secuencia del caso de uso: Visualizar parámetro ambiental, Visualizar administración de usuarios, Visualizar descarga de documento de registro.	49
Figura 3.28. Diagrama de la arquitectura: Interfaz web.	49
Figura 3.29. Diagrama de Clases: Interfaz web.	50
Figura 4.1. Esquema general del prototipo.	51
Figura 4.2. Esquema de las conexiones de los sensores al microcomputador.	52
Figura 4.3. Pines de microcomputador Raspberry Pi	53
Figura 4.4. Diagrama de flujo del software del subsistema de adquisición de datos.	54
Figura 4.5. Señal de alarma activada por el Subsistema Evaluación de datos y Alarma.	55

Figura 4.6. Diagrama de flujo del Subsistema de evaluación de parámetros ambientales y alarma.	56
Figura 4.7. Flujograma del software del subsistema Gestor de descarga.	57
Figura 4.8. Archivo descargado en formato CSV.	57
Figura 4.9. Esquema de conexión del dispositivo a una red Local.	58
Figura 4.10. Vista de Inicio	59
Figura 4.11. Vista de opciones del proyecto.	60
Figura 4.12. Prueba de respuesta de dispositivo.....	61
Figura 4.13. Prueba de información de valores en la interfaz web	62
Figura 4.14. Prueba de descarga de archivo, con la colección de los P.A.....	63
Figura 4.15. Vista del archivo en SO, Windows con sus características.....	63
Figura 4.16. Formato del archivo, abierto por un editor de texto.....	63

Lista de Tablas

Tabla 2.1. Rangos de operación.....	16
Tabla 2.2. Rangos de operación.....	16
Tabla 2.3. Características del Raspberry Pi 2 Modelo B.....	21
Tabla 3.1. Requerimientos del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	30
Tabla 3.2. Actores del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.	31
Tabla 3.3. Requerimientos del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.	34
Tabla 3.4. Actores del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.	35
Tabla 3.5. Requerimientos del Subsistema Gestor de descargas.....	38
Tabla 3.6. Actores del Subsistema Gestor de descargas.....	39
Tabla 3.7. Requerimientos del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.	41
Tabla 3.8. Actores del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.	42
Tabla 3.9. Requerimientos del Subsistema Interfaz de usuario.....	47
Tabla 3.10. Actores del Subsistema Interfaz de usuario.....	48
Tabla 4.1. Rango de seguridad para los parámetros ambientales.	64
Tabla 4.2. Variación de la temperatura para provocar activación de alarma.	64
Tabla 4.3. Variación de la humedad para provocar disparo de la alarma.....	65

Capítulo 1. Introducción

En la actualidad debido al crecimiento del volumen de información que se administra, surge la necesidad de implementar centros de datos en instituciones públicas y privadas, donde se maneja información que debe ser almacenada, compartida y centralizada. La tecnología informática esta soportada sobre una base física, la misma requiere de elementos mecánicos y electrónicos funcionando en sincronía. Estos soportes físicos para trabajar de forma estable requiere de un ambiente que mantenga los parámetros ambientales dentro de ciertos rangos de operación, los parámetros ambientales más importantes son la temperatura, nivel de humedad, nivel de vibración, flujo de aire, la presión. Entonces estos parámetros son críticos para el funcionamiento correcto del centro de datos y los mismos deben ser monitorizados de forma permanente, verificando las condiciones del estado actual son adecuados.

El presente proyecto está enfocado en el diseño de un sistema para monitorizar estos parámetros ambientales críticos, equipado con una alarma, en caso comportamiento peligroso, también para guardar el registro de los datos adquiridos de forma periódica. Estos registros son una fuente de información, importante para tomar medidas preventivas y/o correctivas, con miras a mejorar la robustez del ambiente.

1.1. Antecedentes

Son varios los trabajos e investigaciones realizados en relación a la temática del presente proyecto, mismo son desde distintas instituciones y finalidades, con diferentes propuestas de solución, entre las cuales se nombran y analizan algunas.

1.- Monitoreo de humedad y temperatura en colecciones biológicas con herramientas de software libre. [31]

Este trabajo fue realizado por el equipo informático del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica. El requerimiento es mantener muestras biológicas bajo ciertas condiciones ambientales, para su preservación. Además necesitan supervisar que las muestras biológicas, están bajo condiciones adecuadas. Por lo tanto deciden que se necesita un sistema de monitorización ambiental que funcione de forma permanente. Se hace un estudio y se concluye que tienen 3 posibles soluciones: La compra de sensores de humedad y temperatura, con un display que muestre los valores, requiere de una persona que tome los datos de forma permanente. Adquisición de un Monitor ambiental del mercado, costos elevados. Diseño e implementación de un monitor ambiental a medida, con ayuda de herramientas de informática opensource (código abierto).

El sistema propuesto consiste en sensores que utilicen la red informática, para enviar sus datos al servidor de base de datos. Implementar un servidor web capaz de acceder al servidor de base de datos y ofrecer las funcionalidades necesarias al usuario.

Del sensor, tiene que contar con un puerto USB, para comunicarse con una computadora que es la que se conecta a la red para enviar la información del sensor al servidor de base de datos.

Del computador conectado al sensor, es un computador de requerimientos mínimos, en este caso se usó plug-computer (Sheeva-Plug), de bajo coste, bajo consumo energía, y ocupa poco espacio, adecuados para funcionamiento continuo.

Del servidor de base de datos y servidor Web, se instalan de una máquina virtual alojada en el servidor principal de la institución.

El resultado fue satisfactorio, buen rendimiento y correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema con una carga de trabajo 24/7 (24 horas del día, los 7 días de la semana).

1.2. Planteamiento del Problema

En la ciudad de La Paz existen instituciones públicas y privadas, que cuentan con uno o varios centros de datos, los cuales deben cumplir con los reglamentos locales e internacionales y en algunos casos de forma obligatoria, este es el caso de las entidades financieras.

Actualmente la mayoría de los centros de datos, no cuentan con un sistema de monitoreo ambiental remoto, debido mayormente al costo elevado de la inversión que implica la implementación de esta herramienta. Por esta y otras razones se prescinde de la herramienta en favor de otros accesorios con características más limitadas en su accesibilidad y funcionalidad.

Los sensores actualmente utilizados deben ser leídos de forma presencial, la lectura debe ser realizada de forma periódica por personal a cargo, estos hacen la evaluación de los parámetros físicos debe estar familiarizado con los reglamentos respecto a los centros de datos. La capacitación es importante porque tendrá que observar y evaluar los valores que se presenten en los paneles de visualización de los sensores instalados, porque en base a ellos se toma medidas preventivas y correctivas, haciendo cumplir las recomendaciones establecidas para el funcionamiento del centro de datos. En el proceso de evaluación se puede observar y evaluar la medida con una realizada anteriormente, de forma manual o utilizando un software de apoyo para representar los resultados de forma gráfica. El proceso de recolección de datos es de forma manual. El periodo de tiempo de las muestras recolectadas generalmente es de varios días, de esa manera se presenta los datos que muestran el comportamiento dinámico de los parámetros ambientales en un lapso de tiempo suficiente para mostrar información relevante en el reporte. El tiempo de entrega del reporte varía, porque van a ser elaborados de forma manual. En los mejores casos y siempre que se cuenten con datos al día los resultados se presentan en una hora aproximadamente.

Ejecutar esta tarea es ineficiente y una carga innecesaria que hacen los encargados de los centro de datos, porque este proceso puede hacerse de forma automática y con mayor eficacia, con el monitor ambiental propuesto.

Otra medida es el uso de las medidas que ofrece el sistema de climatización. Practica que no es recomendada por la normativa. Porque estos datos pueden ser imprecisos y falibles, además se crea un punto único de falla, que supone un factor de riesgo.

El problema se observa en los centros de datos de instituciones que no cuentan con ningún tipo de monitoreo ambiental, la ausencia de este y sus características añaden un factor de riesgo a toda la infraestructura del centro de datos, en caso de un comportamiento anormal de algún parámetros ambiental, este evento será ignorado y puede ser la causa de daños catastróficos a los equipos contenidos y la consecuencias podrían ser: pérdida de información, pérdidas económicas, perjudicar la continuidad del negocio, daños en la reputación de la institución y muchos otros. Existen dos causas mayormente: la elevada inversión que representa la adquisición de un equipo de monitoreo ambiental y el desconocimiento de la importancia de los parámetros ambientales dentro de un centro de datos.

Planteado el problema, una posible solución es diseñar e implementar un sistema de monitorización de parámetros ambientales. Con la ayuda de tecnologías disponibles y el uso de herramientas de código libre y hardware adecuado para cumplir con los requerimientos. Lo expuesto anteriormente es la propuesta de este proyecto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un monitor ambiental para la cuantificación y almacenamiento de parámetros ambientales de un centro de datos, para mitigar el riesgo de falla, mejorando la confiabilidad y disponibilidad de un centro de datos.

1.3.2. Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo será necesario:

- Estudiar la relación existente entre el uso de un sistema de monitorización de parámetros ambientales, y el incremento de la confiabilidad, disponibilidad y mitigación del riesgo de falla de los equipos informáticos por condiciones ambientales inadecuadas.

- Estudiar los rangos de operación seguros de los parámetros ambientales de un centro de datos según las normas internacionales establecidas, para establecer los requerimientos necesarios en cuanto a modo de operación y configuración para obtener un diseño funcional del monitor ambiental.
- Diseñar el sistema utilizando la metodología RUP (Rational Unified Process), para el progreso del proyecto en sus diferentes etapas con claridad y con técnicas formales.
- Estudiar los componentes tecnológicos para diseñar y proponer el monitor ambiental.
- Diseñar y desarrollar una interfaz web con las siguientes características: imprimir en la vista la última cuantificación de los parámetros ambientales, descargar el registro histórico de una cantidad limitada de muestras y mostrar gráficamente el comportamiento de los parámetros ambientales de la última semana.
- Diseñar, desarrollar e implementar los diferentes subsistemas que conforman el prototipo funcional.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación General

La pérdida de información y la falla en la continuidad del negocio, constituye una causa de daños económicos y materiales. Este riesgo es serio con consecuencias perjudiciales para cualquier ente personal y especialmente institucional, desde la corrupción de simples fotografías del día, hasta el compromiso de información en una entidad financiera con implicaciones gravísimas.

Los activos informáticos dentro de una institución, contienen la información, y bienes intangibles de toda una comunidad de personas, los sistemas que lo soportan deben contar con una alta confiabilidad y un manejo responsable de los mismos. Elevar la confiabilidad es una tarea determinante para la continuidad del negocio y la confianza en la institución.

Realizar una monitorización de los parámetros ambientales, mitigar el riesgo de falla por causa de las variaciones anómalas condiciones ambientales dentro de un centro de datos, añadiendo así un nivel de protección más a la infraestructura del centro de datos.

Las funciones del dispositivo que se desarrolla, mejora notablemente la eficiencia del proceso de monitoreo de los parámetros ambientales, en cuanto a la precisión de los datos recopilados, el número de muestras, la accesibilidad a los datos, en la evaluación del comportamiento de los parámetros ambientales, en la ejecución de medidas correctivas y por consecuencia la prevención de cierto tipo de accidentes.

1.4.2. Justificación Social.

El proyecto beneficia de forma directa a las instituciones que la implementen y de forma indirecta a todo usuario porque su información está contenida en el centro de datos de la institución.

1.4.3. Justificación Tecnológica.

En los sistemas desarrollados en la actualidad, el requisito imprescindible para su éxito radica en la interconectividad que se posea, un dispositivo incapaz de compartir su información con el resto de activos informáticos, de inmediato queda obsoleto. La forma de establecer dicha comunicación con el resto de los activos informáticos actualmente es la conexión a una red local de Ethernet. Con este proyecto se pretende lograr una comunicación entre lo más básico de la electrónica como la activación de un led, hasta la interacción con el dispositivo mediante un navegador web. Dotar de acceso remoto a un sistema de monitoreo de parámetros ambientales para un centro de datos, supone el diseño de una herramienta que podría expandirse a todo tipo de dispositivos y aplicaciones, por ejemplo: Sistemas domóticos, control remoto de dispositivos en la red local o internet (administración vía internet no se abarca en este proyecto), recolección de continua de datos y otros similares.

El sistema se desarrollará a base de componentes tecnológicos disponible en el mercado.

1.4.4. Justificación Académica.

El presente proyecto permite incursionar en la aplicación de conocimientos de ingeniería para el diseño de un monitor ambiental, para la cuantificación y almacenamiento de parámetro ambientales de un centro de datos, tales como: definir una estructura física necesaria para la implementación del mismo dentro de un centro de datos, el diseño de una interfaz web, el diseño, desarrollo de algoritmos necesarios para el correcto funcionamiento del dispositivo.

Estas tareas requieren un grado de estudio y comprensión a nivel de Ingeniería Electrónica. Todo el proceso permite enriquecer y ejercitar los conocimientos, poniendo en práctica aspectos propios de la formación académica.

1.5. Alcances y Limitaciones

El sistema propuesto considera lo siguiente:

- Para el diseño del monitor ambiental, se desarrollarán diferentes subsistemas necesarios para su funcionamiento, además del uso de sensores, protocolos de comunicación, implementación de una interfaz web, alarma visual, almacenamiento de datos. El sistema se realizará con componentes electrónicos disponible preferentemente en el mercado local.
- El monitor ambiental para el registro y almacenamiento de los datos adquiridos, genera un registro del comportamiento de los parámetros ambientales de forma periódica, que se almacenan en el mismo dispositivo y esta colección de parámetros ambientales pueden ser descargados la interfaz web en un archivo CSV (Valores separados por coma), legible desde un procesador de texto, también desde herramientas de calcula como Excel de Microsoft office.
- El sistema monitor ambiental presentará la opción de generación de gráficas de comportamiento de los valores de los parámetros ambientales durante un tiempo de una semana.
- El desarrollo del proyecto abarca hasta el nivel de diseño del monitor ambiental y se implementa un prototipo, que permite observar la funcionalidad y viabilidad del proyecto, implementando parcialmente los subsistemas planteados en el diseño.
- Para abordar el desarrollo del proyecto, se toma como referencia a sistemas desarrollados con objetivos similares, tendencias tecnológicas ya implementadas que servirán de base para el desarrollo de este proyecto.
- El muestreo de datos tendrá un número limitado de registros y un periodo de muestreo de un minuto, un tiempo de recolección de parámetros ambientales de una semana.

Capítulo 2. Marco Referencial

En el presente capítulo se describirá el escenario de aplicación donde el proyecto se pretende desarrollar, aspectos generales del mismo, aspectos críticos que se tienen que tomar en cuenta para el correcto funcionamiento, normativa referencia, las diferentes categorías existentes para la clasificación según sus características más importantes, también se describirá de forma general los módulos, componentes electrónicos, las herramientas a usar, finalmente la metodología para un avance coherente y racional para cumplir con los objetivo del proyecto.

2.1. Escenario de aplicación

2.1.1. Centro de datos

Un centro de procesamiento de datos (CPD), es una infraestructura destinada a contener equipos informáticos, que almacenan y procesan grandes volúmenes de información, esta infraestructura tiene una gran importancia para la mayoría de las empresas.

Un CPD es un edificio o sala de gran tamaño usada para mantener en él una gran cantidad de equipamiento informático y electrónico. Suelen ser creados y mantenidos con objeto de tener acceso a la información. Prácticamente todas las compañías que son medianas o grandes tienen algún tipo de CPD, mientras que las más grandes llegan a tener varios.

Entre los factores más importantes para la creación de un CPD es el garantizar la continuidad del servicio a clientes, empleados, ciudadanos, proveedores y empresas colaboradoras, en estos ámbitos es muy importante la protección física de los equipos informáticos y de comunicaciones implicadas, así como servidores de bases de datos que puedan contener información crítica [8].

2.1.1.1. Ubicación

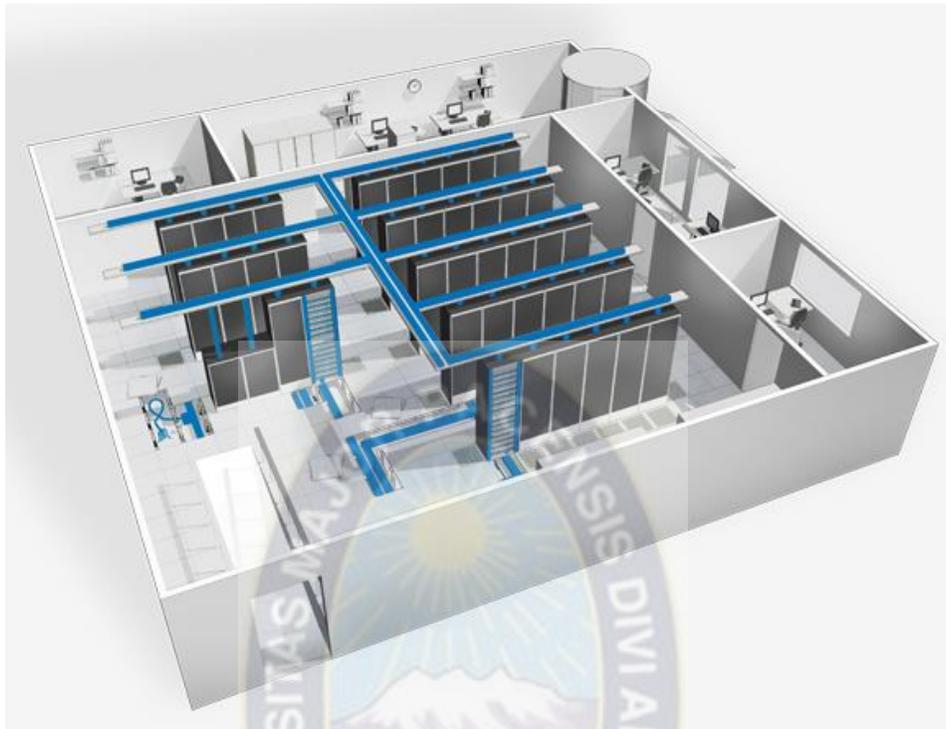


Figura 2.1. Ubicación de un Centro de Datos.
Fuente: Diseño de Centros de Procesamiento de Datos [9].

El diseño de un centro de procesamiento de datos comienza por la elección de su ubicación geográfica y requiere un equilibrio entre diversos factores [8]:

- Infraestructuras disponibles en las cercanías: energía eléctrica, carreteras, acometidas de electricidad, centralitas de telecomunicaciones, bomberos, etc.
- Riesgo: posibilidad de inundaciones, incendios, robos, terremotos, etc.

2.1.1.2. Infraestructura de soporte

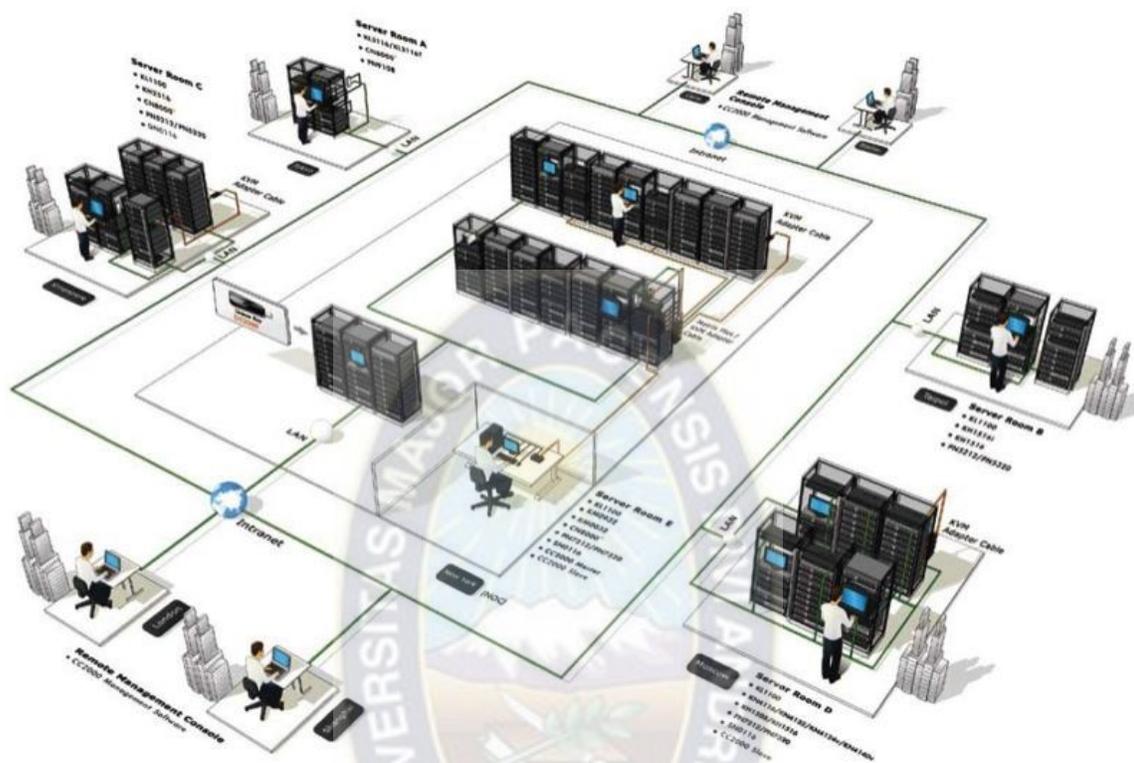


Figura 2.2. Centro de Procesamiento de Datos.
Fuente: Diseño de Centros de Procesamiento de Datos [9].

Una vez seleccionada la ubicación geográfica es necesario encontrar unas dependencias adecuadas para su finalidad, ya se trate de un local de nueva construcción u otro ya existente a comprar o alquilar. Algunos requisitos de las dependencias son:

- Doble acometida eléctrica.
- Muelle de carga y descarga.
- Montacargas y puertas anchas.
- Altura suficiente de las plantas.
- Medidas de seguridad en caso de incendio o inundación: drenajes, extintores, vías de evacuación, puertas ignífugas, etc.
- Aire acondicionado, teniendo en cuenta que se usará para la refrigeración de equipamiento informático.

- Almacenes.
- Orientación respecto al sol (si da al exterior).



Figura 2.3. Infraestructura de Centro de datos.

Fuente: Diseño de Centros de Procesamiento de Datos [9].

Incluso cuando se disponga del local adecuado, siempre es necesario algún despliegue de infraestructuras en su interior:

- Falsos suelos y falsos techos.
- Cableado de red y teléfono.
- Doble cableado eléctrico.
- Generadores y cuadros de distribución eléctrica.
- Acondicionamiento de salas.
- Instalación de alarmas, control de temperatura y humedad con avisos SNMP o SMTP.
- Facilidad de acceso.
- Cerraduras electromagnéticas.
- Cámaras de seguridad.
- Detectores de movimiento.
- Tarjetas de identificación.

Una vez acondicionado el habitáculo se procede a la instalación de las computadoras, las redes de área local, etc. Esta tarea requiere un diseño lógico de redes y entornos, sobre todo en áreas a la seguridad. Algunas actuaciones son:

- Creación de zonas desmilitarizadas (DMZ).
- Segmentación de redes locales y creación de redes virtuales (VLAN).
- Despliegue y configuración de la electrónica de red: pasarelas, enrutadores, conmutadores, etc.
- Creación de los entornos de explotación, pre-explotación, desarrollo de aplicaciones y gestión en red.
- Creación de la red de almacenamiento.
- Instalación y configuración de los servidores y periféricos.

2.1.1.3. Aspectos intrínsecos de un centro de datos:

- **Disponibilidad**

Es un factor de medida que cuantifica estadísticamente el tiempo de accesibilidad respecto al tiempo de no accesibilidad al centro de datos.

Los factores que afectan este aspecto son: tasas de velocidad insuficiente de conexión a la red, fallas de conexión a la red, fallas en el hardware que componen el centro de datos, fallas de software, fallas en el sistema de alimentación, fallas en el sistema de seguridad en el acceso a la información del centro de datos, prácticas inadecuadas en la administración de los activos informáticos del centro de datos.

- **Confiabilidad**

Capacidad de un producto de realizar su función de manera prevista, sin incidentes por un periodo de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

Los factores que afectan son: Fallas de sistemas de soporte, la corrupción en los datos, la asincronicidad en el tratamiento de la información, fallas en el hardware, fallas en el software, fallas en los sitios alternos.

2.2. Parámetros ambientales y su importancia contextual

Citaremos algunos de los parámetros más importantes a considerar al momento de evaluar la seguridad de la infraestructura.

Temperatura

Definido como: Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.

Cuanto mayor calor contiene un cuerpo, mayor será su temperatura.

Los equipos informáticos contenidos en el centro de datos, consumen energía eléctrica y generan calor, al incrementarse la cantidad de calor en el ambiente se incrementa la temperatura y sin un sistema de disipación de calor, la temperatura causara fallas de funcionamiento en los componentes electrónicos y electromecánicos de equipos. Ejemplo fusión de ciertos materiales, cambio de las características como la conductividad y resistencia.

Humedad relativa

Definido como: Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

La humedad relativa baja, puede provocar la acumulación de electricidad estática, que es nocivo para los componentes electrónicos, por el contrario si esta es alta, podría causar la condensación del vapor y producir gotas de agua líquida, y provocar cortos circuitos.

Presión

Definido como: Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

Monitorear la presión es indispensable para el funcionamiento de centros de datos con sistemas de presión positiva instalados, la presión positiva se utiliza para evitar el ingreso de agentes contaminantes en el ambiente.

Nivel de vibración

Definido como: Movimiento de vaivén, rápido y de poca amplitud.

Los dispositivos más sensibles a la vibración, son los discos duros. Al tratarse de un componente electromecánico tiene partes mecánicas que pueden ser afectados por el movimiento y provocar daños parciales o totales, como la pérdida de información y daño en el dispositivo.

Nivel de sonido.

Definido como: Sensación o impresión producida en el oído por un conjunto de vibraciones que se propagan por un medio elástico, como el aire.

Es necesario monitorear este parámetro porque suele portar información importante acerca de la operación de los equipos, y con ayuda de este se pueden detectar algunos problemas.

Ejemplo los discos duros producen ruidos extraños cuando están en un estado deteriorado, los ventiladores averiados empiezan a emitir ruidos diferentes. También si contamos con sistemas con alarmas audibles, en la activación esta acción quedara registrada.

Presencia de líquidos

La presencia de líquidos dentro de instalaciones, donde no deberían estar presentes es una señal de algún tipo de avería en el sistema de plomería de la instalación. Esta variable tiene que ser detectada y corregida inmediatamente, porque el grado de criticidad que tiene este parámetro es alto, capaz de provocar una falla y daño catastrófico a la infraestructura informática.

Presencia de humo

Generalmente suele producirse por causa del fuego en la instalación o algún tipo de calor excesivo anormal, las causas probablemente un corto circuito en el sistema eléctrico, falla en el sistema de climatización, falla en algún equipo.

Presencia de luz

Se suele usar para corroborar el acceso al data center, para determinar las horas en las que se encendió la luz del mismo. Este parámetro puede llegar a ser relevante, en el caso de una investigación o algún tipo de peritaje.

Nivel de vibración

Los equipos informáticos, utilizan discos electromagnéticos, los cuales tienen partes mecánicas, que son sensibles a las vibraciones. Los discos generalmente pueden tolerar cierto nivel de vibración, pero tiene un rango máximo antes de dañarse de forma permanente, como consecuencia se puede perder el dispositivo y la información en ella contenida.

2.3. Normativa Referencial

Los centros de datos fueron desarrollados e implementados ya hace bastantes años, desde entonces su administración ha sido materia de estudio, por lo que se cuenta con bastante experiencia en este campo, mismos que son recolectados en guías de buenas prácticas y en normativas, para un manejo eficiente.

Con la intensificación del uso de los centros de datos, surge la necesidad unificar estándares que ofrezcan una guía a la hora de implementar y administrar estas infraestructuras. Estos son los estándares de mayor relevancia:

2.3.1. TIA 942-ANSI Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers [5].

Este estándar especifica los requerimientos mínimos para la infraestructura de telecomunicaciones de centros de datos y ambientes destinados a alojar activos informáticos destinados al almacenamiento y procesamiento de datos, de una empresa o múltiples empresas, además la topología propuesta en este documento está pretendida para ser aplicable a cualquier tamaño de centro de datos.

Respecto a los parámetros ambientales:

El aire del ambiente del centro de datos debería ser capaz de mantener los parámetros ambientales dentro de los siguientes rangos de operación:

	Mínimo	Máximo	Valor normal
Temperatura (°C)	20	25	22
Humedad relativa (%)	40	55	45

Tabla 2.1. Rangos de operación.

Fuente: TIA-942.

Se debe tomar en cuenta en el sistema de refrigeración, también en el diseño de los planos del suelo y el flujo de aire, en una trayectoria paralela a la de los filas de los racks.

2.3.2. ICREA-Std-131-2015. NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCION E INSTALACION DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE MANEJO DE TECNOLOGIAS DE INFORACION Y SIMILARES [6].

Esta norma es un conjunto de recomendaciones y mejores prácticas consensuadas entre varios países y un grupo de expertos en centros de datos, que define la forma de construir un centro de datos, de acuerdo con los niveles de confiabilidad y seguridad deseados.

Acerca de los parámetros ambientales:

Respecto a los parámetros ambientales de interés para este proyecto, la norma nos indica nos muestra la siguiente tabla de rangos máximos tolerables.

	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor normal</i>
Temperatura (°C)	15	32	23
Humedad relativa (%)	20	80	50

Tabla 2.2. Rangos de operación.

Fuente: ICREA-Std-131-2015.

Se utilizan estos valores para la configuración de la alarma del dispositivo diseñado.

Acerca de la monitorización:

Se deberá contar con un sistema de monitoreo ambiental independiente al propio de los equipos de climatización, en el centro de datos, que verifique en todo momento el cumplimiento de los parámetros de temperatura, humedad, flujo de aire, presión diferencial, filtros de aire y polvo dentro del centro de datos y emita avisos locales y remotos indicando si estos parámetros se salen de su rango pre fijado. También el sistema de monitoreo ambiental debe vigilar, el derrame de líquidos en todo el piso, fugas de agua en los circuitos hidráulicos de agua helada y la presencia de gases en el cuarto donde se encuentren baterías. Así mismo parase debe contar con una alarma visual y audible que debe estar integrada al sistema de monitoreo del centro de datos.

2.4. Monitor ambiental y su efecto en las características de confiabilidad y disponibilidad

Para demostrar esta relación mencionaremos la siguiente frase: “Todo lo que se puede medir, se puede mejorar”. La observación de las medidas, permite detectar comportamientos peligrosos y obtener información, como la hora de los sucesos y la regularidad de los eventos, con estos datos se pueden gestionar mejor forma los recursos o tomar ciertas medidas necesarias, lo que implica que mejoren las condiciones ambientales del Centro de Datos.

Mejorando las condiciones ambientales del Centro de Datos, los equipos correrán menos riesgo de fallar por sobre calentamiento o humedad inadecuada, por lo tanto esto significa que la probabilidad de ejecutar sus tareas de forma normal se incrementara. Lo que significa que se eleva la confiabilidad. A su vez el tiempo que estará operativo se incrementa, por lo que la relación estadística tiempo operativo respecto al tiempo total se incrementa, esto significa un incremento en la disponibilidad.

También la relación esta por industria privada como OMEGA Engineering, esta es una compañía de fabricación de instrumentos de medición, que afirmo: *“El monitoreo medioambiental en los Data Center evita que se caiga el servidor y se paralice una industria”* [30].

2.5. Componentes del proyecto

2.5.1. Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22

El DHT22 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante. Requiere de un pin para la lectura de los datos, que envía mediante una señal digital. Es bastante simple de usar, el tiempo de censado es 2 segundos.

Para conectar varios sensores cada sensor requiere pines adicionales, uno por cada dispositivo adicionado, existen librerías que facilitan su implementación.



Figura 2.4. Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22.

Fuente: Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22 [11].

Especificaciones técnicas:

- Voltaje de Operación: 3V - 6V DC
- Rango de medición de temperatura: -40°C a 80°C
- Precisión de medición de temperatura: $<\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: De 0 a 100% RH
- Precisión de medición de humedad: 2% RH
- Resolución Humedad: 0.1%RH
- Periodo de muestreo: 2s

Para el desarrollo del prototipo se utiliza este sensor digital por sus características de comunicación, facilidad de implementación, y disponibilidad en el mercado local, para cuantificar la humedad del ambiente al interior de un centro de datos.

2.5.2. Sensor de Temperatura DS18B20

El sensor digital de Temperatura DS18B20, se comunica a través de un cable para datos (One-Wire) y se puede utilizar simultáneamente varios sensores en el mismo bus, ya que cada sensor tiene un identificador de fábrica distinto [12].

Entre sus aplicaciones más comunes está el censado de ambientes en edificios, aire acondicionado, maquinaria, control y monitoreo de procesos industriales, etc.



Figura 2.5. Sensor de temperatura DS18B20.

Fuente: Elaboración propia.

Especificaciones técnicas:

- Voltaje de Operación: 3.0V – 5.5V
- Rango de Trabajo: -55°C hasta +125°C (-67°F to +257°F)
- Precisión en el rango de -10°C hasta +85°C: $\pm 0.5^\circ\text{C}$.
- Resolución seleccionable de 9-12 bits
- Protocolo 1-Wire, solo necesita 1 pin para comunicarse.
- Identificación única de 64 bits.

Para el desarrollo del prototipo se utiliza este sensor digital por sus características de comunicación, y facilidad de implementación, para cuantificar la temperatura del ambiente al interior de un centro de datos.

2.5.3. Microcomputador Raspberry Pi

Raspberry Pi es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi [13].

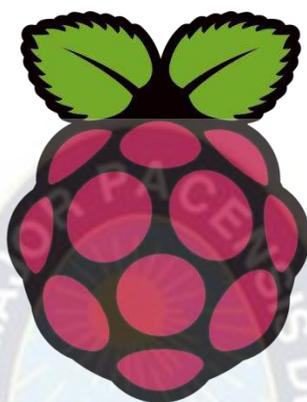


Figura 2.6: Logo del microcomputador Raspberry Pi.

Fuente: raspberrypi.org

Es un producto con propiedad registrada pero de uso libre. De esa forma mantienen el control de la plataforma pero permitiendo su uso libre tanto a nivel educativo como particular. En todas sus versiones incluye un procesador Broadcom, una memoria RAM, una GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet, 40 pines GPIO y un conector para cámara.

Raspberry Pi 2 Modelo B

Características	Raspberry Pi 2 Modelo B
Procesador	Broadcom BCM2836 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + Puertos USB)
Unidad Central de Procesamiento (CPU)	900 MHz quad-core ARM Cortex
Juego de Instrucciones	RISC de 32 bits
Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU)	Broadcom VideoCore IV
Memoria Dinámica de acceso aleatorio (SDRAM)	1GB (Compartidos con la GPU)
Puertos USB 2.0 (Bus Universal en Serie)	4

Pines de Entrada/Salida de Propósito General (GPIO)	40
---	----

Tabla 2.3. Características del Raspberry Pi 2 Modelo B.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.7. Raspberry 2 modelo B v1.1.

Fuente: Elaboración propia.

El Raspberry Pi al ser un computador de tamaño reducido (microcomputador), puede fácilmente ser implementado en sistemas embebidos, este computador se utiliza para alojar el servidor web.

Para la implementación del prototipo, utilizamos el microcomputador Raspberry pi 2, versión B, porque sus características son suficientes para nuestra necesidades, y está disponible en el mercado local. Además utilizaremos una memoria flash, para la instalación del sistema operativo y el almacenamiento de datos. Esta memoria flash tiene una capacidad de 8Gb (Gigabytes) y es de la marca Samsung.

2.5.4. Sistema Operativo

El Sistema Operativo [SO], es un conjunto de programas que se ejecutan de modo privilegiado, encargado de gestionar recursos de localización y protección de acceso al hardware y de prestar servicios a programas de aplicación. En la actualidad equipos como: computadoras, reproductor de video, teléfono móvil, enrutadores, televisores inteligentes, usan un sistema operativo para permitir su funcionamiento [14].

2.5.4.1. Sistema Operativo Raspbian



Figura 2.8: Logo del Sistema Operativo Raspbian.

Fuente: Elaboración propia

Es un sistema operativo basado en la distribución de GNU/Linux, llamado Debian, específicamente la versión 9.4. Raspbian fue desarrollado específicamente para la microcomputadora Raspberry Pi, optimizado para su hardware. Existen dos versiones:

Raspbian pixel y el Raspbian lite, Raspbian pixel tiene software para agregar al sistema operativo de mayor funcionalidad, por ejemplo: interfaz gráfica, navegador, video juegos, office y otros más, perfecto para una pc de escritorio. Raspbian lite no viene con la interfaz gráfica incluida, tampoco ningún software para escritorio, solo las herramientas necesarias para interactuar con el sistema en este caso utilizando consola.

Para nuestro este proyecto implementamos el sistema operativo Raspbian lite, por ser la más adecuada a nuestras necesidades, suficiente funcionalidad y ahorro en el uso de recursos.

Ahorro de recursos, tener el mínimo de procesos ejecutándose, tenemos más memoria y capacidad de procesamiento para las tareas necesarias.

2.5.5. Servidor web

Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente es renderizado por un navegador web. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo. Generalmente se usa el protocolo HTTP para estas comunicaciones, perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI. El término también se emplea para referirse al ordenador [16].

2.5.5.1. El servidor Web HTTP Apache

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, es multiplataforma funciona en Linux, Windows, Mac OS y otros. [17].



Figura 2.9: Logo del Servidor Web HTTP Apache.

Fuente: www.apache.org

El servidor Apache es desarrollado y mantenido por una comunidad de usuarios bajo la supervisión de la Apache Software Foundation dentro del proyecto HTTP Server.

Apache es fiable porque tiene bastante tiempo de desarrollo, también tiene soporte respaldado por la comunidad de usuarios, además de una abundante documentación sobre su uso y esta es actualizada constantemente.

Apache es escalable, se puede administrar miles de sitios web, sin mayor dificultad.

Apache tiene amplia aceptación en la red: desde 1996, Apache, es el servidor HTTP más usado.

En cuanto a la seguridad, las vulnerabilidades descubiertas y resueltas tan sólo pueden ser aprovechadas por usuarios locales y no remotamente.

Elegimos este software, por sus cualidades y porque el microcomputador y el sistema operativo, lo soportan. Además porque es de código abierto y se puede usar de forma libre.

2.5.5.2. El lenguaje HTML (Hyper Text Markup Lenguaje)

Lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. HTML sirve para indicar el orden del contenido de una página web, mediante marcas de hipertexto conocidos como tags. Actualmente es el estándar utilizados por todos los navegadores.

2.5.5.3. El lenguaje de programación PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto adecuado para el desarrollo web y que puede ser empujado en HTML [18].

Las páginas de PHP contienen HTML con código incrustado. El código de PHP está encerrado entre las etiquetas especiales de comienzo y final `<?php` y `?>` que permiten entrar y salir del "modo PHP".

PHP ejecuta código en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El cliente recibirá el resultado de ejecutar el script, aunque no se sabrá el código subyacente. El servidor web puede ser configurado incluso para que procese todos los ficheros HTML con PHP, por lo que no hay manera de que los usuarios puedan saber el código fuente.

Lo mejor de utilizar PHP es su extrema simplicidad para el principiante, pero a su vez ofrece muchas características avanzadas para los programadores profesionales.

2.5.5.4. Sistema de gestión de base de datos MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual GPL/Licencia comercial por Oracle Corporation y es bastante usado para entornos de desarrollo web [19].

MySQL es patrocinado por una empresa privada, que posee el copyright de la mayor parte del código. Esto es lo que posibilita el esquema de doble licenciamiento anteriormente

mencionado. La base de datos se distribuye en varias versiones, una Community, distribuida bajo la Licencia pública general de GNU, versión 2, y varias versiones Enterprise, para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos. Las versiones Enterprise incluyen productos o servicios adicionales tales como herramientas de monitorización y soporte oficial. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C y C++.4 Tradicionalmente se considera uno de los cuatro componentes de la pila de desarrollo LAMP y WAMP.

2.5.5.5. Archivo de texto CVS (coma-separated values)

Los archivos CSV son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas y las filas por saltos de línea [20].

El formato CSV es muy sencillo y no indica un juego de caracteres concreto, ni cómo van situados los bytes, ni el formato para el salto de línea. Estos puntos deben indicarse muchas veces al abrir el archivo.

El formato CSV no está estandarizado. La idea básica de separar los campos con una coma es muy clara, pero se vuelve complicada cuando el valor del campo también contiene comillas dobles o saltos de línea. Las implementaciones de CSV pueden no manejar esos datos, o usar comillas otra clase para envolver el campo. Pero esto no resuelve el problema: algunos campos también necesitan embeber estas comillas, así que las implementaciones de CSV pueden incluir caracteres o secuencias de escape.

Esto puede causar problemas en el intercambio de datos, por ello muchas aplicaciones que usan archivos CSV tienen opciones para cambiar el carácter delimitador.

2.5.5.6. BASH

Sus siglas Son BASH (Bourne Again Shell), es un programa informático que permite interpretar órdenes introducidos por teclado o almacenados en un archivo de texto plano, denominado como Script.

Básicamente es la interfaz de usuario de los sistemas operativos basados en Unix.

2.5.5.7. CRON

Es un administrador regular de procesos en segundo plano, se inicia solo una vez generalmente en el arranque de sistema operativo. Permite ejecutar automáticamente scripts a una hora y fecha específica.

Cron se ejecuta en segundo plano y cada minuto revisa la tabla de tareas, en el archivo Crontab. Crontab es un archivo de texto plano que contiene una lista de comandos a ejecutar en un tiempo específico.

2.5.5.8. Lenguaje de programación Python

Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible [21].

Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma.

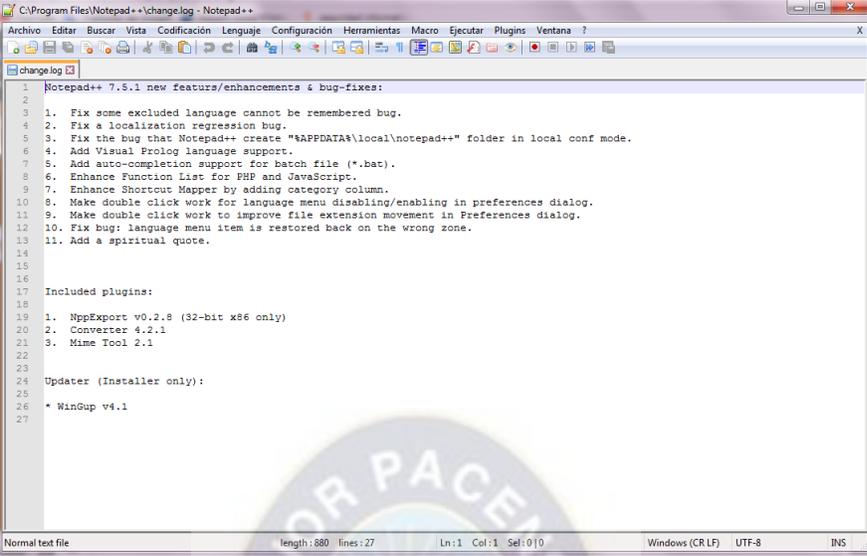
Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores.

2.5.5.9. Editor de texto Notepad++

Es un editor de texto y de código fuente libre con soporte para varios lenguajes de programación. De soporte nativo a Microsoft Windows [27].

Se parece al Bloc de notas en cuanto al hecho de que puede editar texto sin formato y de forma simple. No obstante, incluye opciones más avanzadas que pueden ser útiles para usuarios avanzados como desarrolladores y programadores.

Se distribuye bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU.



```

1 Notepad++ 7.5.1 new featurz/enhancements & bug-fixes:
2
3 1. Fix some excluded language cannot be remembered bug.
4 2. Fix a localization regression bug.
5 3. Fix the bug that Notepad++ create "%APPDATA%\local\notepad++" folder in local conf mode.
6 4. Add Visual Prolog language support.
7 5. Add auto-completion support for batch file (*.bat).
8 6. Enhance Function List for PHP and JavaScript.
9 7. Enhance Shortcut Mapper by adding category column.
10 8. Make double click work for language menu disabling/enabling in preferences dialog.
11 9. Make double click work to improve file extension movement in Preferences dialog.
12 10. Fix bug: language menu item is restored back on the wrong zone.
13 11. Add a spiritual quote.
14
15
16
17 Included plugins:
18
19 1. NppExport v0.2.8 (32-bit x86 only)
20 2. Converter 4.2.1
21 3. Mime Tool 2.1
22
23
24 Updater (Installer only):
25
26 * WinGup v4.1
27

```

Figura 2.10. Editor de Texto: Notepad++.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.6. Protocolos de comunicación

2.5.6.1. Protocolo de comunicación 1-Wire

Es un protocolo de comunicaciones en serie diseñado por Dallas Semiconductor. Está basado en un bus, un maestro y varios esclavos de una sola línea de datos en la que se alimentan. Por supuesto, necesita una referencia a tierra común a todos los dispositivos [22].

2.5.6.2. Protocolo de comunicación TCP/IP

TCP, es un protocolo de transmisión de datos. Fue implantado en la red ARPANET, la primera red de área amplia (WAN), desarrollada por encargo de DARPA, una agencia del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y predecesora de Internet [25].

El modelo TCP/IP es usado para comunicaciones en redes y, como todo protocolo, describe un conjunto de guías generales de operación para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario.

El modelo TCP/IP y los protocolos relacionados son mantenidos por la Internet Engineering Task Force (IETF).

Para conseguir un intercambio fiable de datos entre dos equipos, se deben llevar a cabo muchos procedimientos separados. El resultado es que el software de comunicaciones es complejo. Con un modelo en capas o niveles resulta más sencillo agrupar funciones relacionadas e implementar el software modular de comunicaciones.

Las capas están jerarquizadas. Cada capa se construye sobre su predecesora. El número de capas y, en cada una de ellas, sus servicios y funciones son variables con cada tipo de red. Sin embargo, en cualquier red, la misión de cada capa es proveer servicios a las capas superiores haciéndoles transparentes el modo en que esos servicios se llevan a cabo. De esta manera, cada capa debe ocuparse exclusivamente de su nivel inmediatamente inferior, a quien solicita servicios, y del nivel inmediatamente superior, a quien devuelve resultados.

Capa 4 o capa de aplicación: aplicación, asimilable a las capas: 5 (sesión), 6 (presentación) y 7 (aplicación), del modelo OSI. La capa de aplicación debía incluir los detalles de las capas de sesión y presentación OSI. Crearon una capa de aplicación que maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo.

Capa 3 o capa de transporte: transporte, asimilable a la capa 4 (transporte) del modelo OSI.

Capa 2 o capa de internet: Internet, asimilable a la capa 3 (red) del modelo OSI.

Capa 1 o capa de acceso al medio: acceso al medio, asimilable a la capa 2 (enlace de datos) y a la capa 1 (física) del modelo OSI.

2.5.6.3. Intérprete de órdenes seguro (SSH)

Es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa (Secure Shell, en español: intérprete de órdenes seguro) y sirve para acceder servidores privados a través de una puerta trasera. Permite manejar por completo el servidor mediante un intérprete de comandos. Se le asignó el puerto TCP 22 [26].

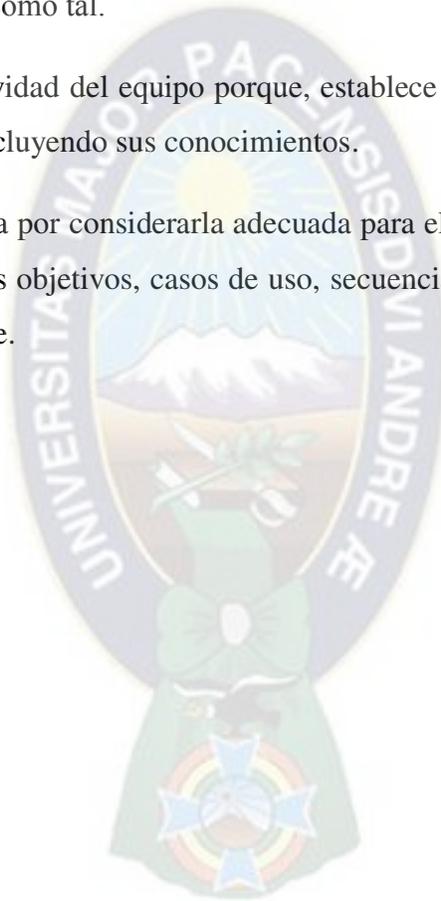
Además de la conexión a otros dispositivos, SSH nos permite copiar datos de forma segura gestionar claves RSA para no escribir claves al conectar a los dispositivos y pasar los datos de cualquier otra aplicación por un canal seguro tunelizado mediante SSH.

2.6. Metodología para el desarrollo del proyecto: RUP

El Rational Unified Process o Proceso Unificado de Racional. Es un proceso de ingeniería de software que suministra un enfoque para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta y de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios que tienen un cumplimiento al final dentro de un límite de tiempo y presupuesto previsible. Es una metodología de desarrollo iterativo que es enfocada hacia “diagramas de los casos de uso, y manejo de los riesgos y el manejo de la arquitectura” como tal.

El RUP mejora la productividad del equipo porque, establece que todos del equipo accedan a una misma base de datos incluyendo sus conocimientos.

Utilizamos esta metodología por considerarla adecuada para el desarrollo del dispositivo, para tener una visión clara de los objetivos, casos de uso, secuencias de funcionamiento y muestra la interrelación del hardware.



Capítulo 3. Desarrollo de proyecto

En este capítulo se describe los requerimientos, modelado de comportamiento necesario para el desarrollo del sistema, considerando la propuesta de solución y los detalles del diseño propuesto, para posteriormente poder realizar el diseño de la arquitectura con todos sus componentes integrantes del sistema propuesto. Se usa como guía la metodología formal de desarrollo llamado Proceso unificado racional (RUP) con el Lenguaje unificado de modelado (UML).

3.1. Componentes del sistema

El sistema para su funcionamiento completo está compuesto de los siguientes subsistemas: Subsistema Adquisición de parámetros ambientales, Subsistema de Evaluación de datos y Alarma, Subsistema Gestor de descargas, Subsistema Administración de usuarios y Sesión, y Subsistema Interfaz de usuario.

3.2. Subsistema Adquisición de parámetros ambientales

3.2.1. Requerimientos del subsistema de adquisición de parámetros ambientales

Los requerimientos para este subsistema se listan en la tabla.

Nº	Requerimientos
1	Adquisición de parámetros ambientales de forma periódica
2	Almacenamiento de parámetros ambientales.

Tabla 3.1. Requerimientos del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Modelo de casos de uso

3.2.2.1. Diagrama de paquetes

El Subsistema Adquisición de parámetros ambientales tiene como componentes principales: Disparador periódico temporizado que da inicio a la operación de adquisición, Sensores digitales, base de datos y la función de adquisición y almacenamiento de parámetros ambientales.



Figura 3.1. Diagrama de paquetes del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.2. Actores

Los actores que interactúan con el subsistema se describen en la tabla.

Actor	Presentación	Descripción
Evento Temporizado		Es un evento temporizado que se activa de forma periódica e inicia la cadena de eventos para la adquisición de parámetros ambientales.

Tabla 3.2. Actores del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.3. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales, se muestra en la figura.

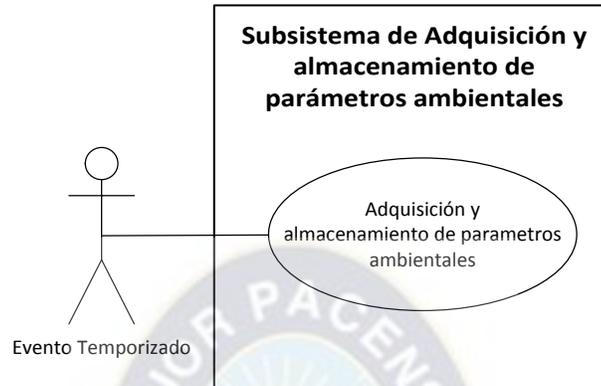


Figura 3.2. Diagrama de casos de uso del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Documentación de casos de uso

3.2.3.1. Caso de uso: Adquisición y almacenamiento de parámetros ambientales

Este caso de uso permite hacer petición de datos a los sensores, guardar los datos de forma temporal y guardar los parámetros ambientales de forma permanente en la base de datos, de manera que se podrá consultar en cualquier momento, para cualquier tipo de aplicación que requiera estos datos.

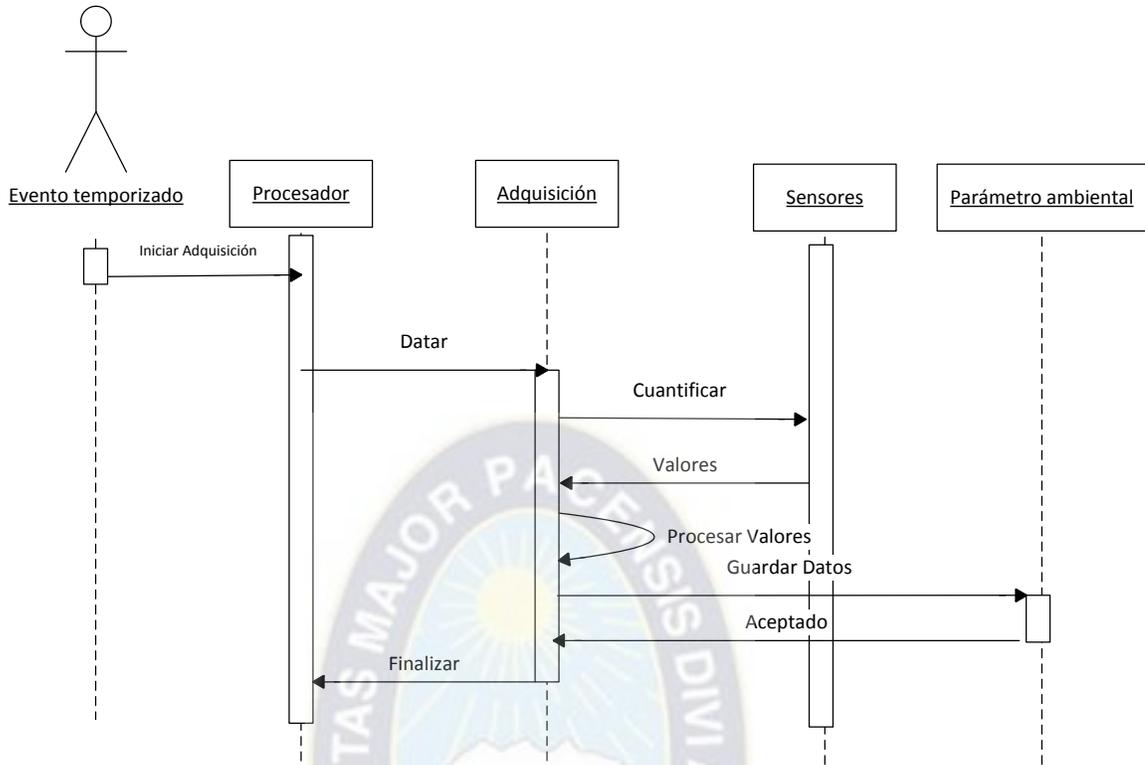


Figura 3.3. Diagrama de secuencia del caso de uso: Adquisición y almacenamiento de parámetros ambientales.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Arquitectura

La arquitectura del subsistema se observa en la siguiente imagen.

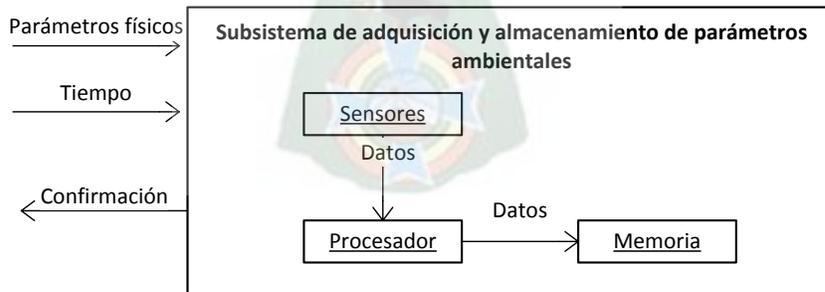


Figura 3.4. Arquitectura del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Diagrama de clases

El diagrama de clases del subsistema de adquisición de parámetros ambientales se observa en la siguiente figura.



Figura 3.5. Diagrama de clases del Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma

3.3.1. Requerimientos del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma

Los requerimientos para este subsistema se listan en la tabla.

Nº	Requerimientos
1	Adquisición de parámetros ambientales.
2	Evaluar últimos parámetros ambientales y Alarma

Tabla 3.3. Requerimientos del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Modelo de casos de uso

3.3.2.1. Diagrama de paquetes

El Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma tiene como componentes principales: Una función para consultar, y evaluar los últimos parámetros ambientales si se encuentran en un rango tolerable, una función para activar la alarma en caso de ser necesario, un componente físico para mandar señal de alarma (Audible y/o visible).

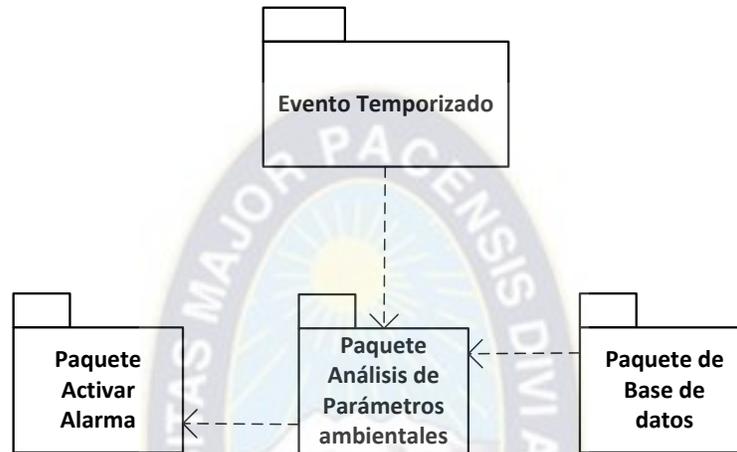


Figura 3.6. Diagrama de paquetes del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2. Actores

Los actores que interactúan con el subsistema se describen en la tabla.

Actor	Presentación	Descripción
Evento Temporizado	 Evento Temporizado	Es un evento temporizado que se activa de forma periódica e inicia la cadena de eventos para hacer la evaluación de los parámetros ambientales adquiridos.

Tabla 3.4. Actores del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.3. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del Subsistema de Análisis de datos y Alarma, se muestra en la figura.

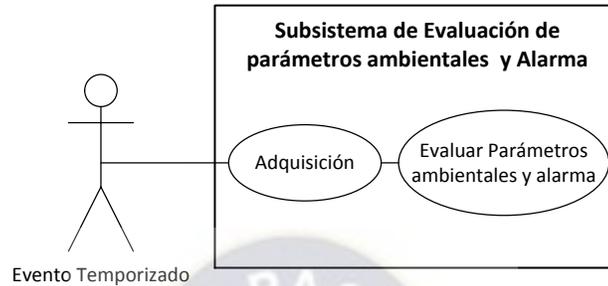


Figura 3.7. Diagrama de casos de uso del Subsistema de Evaluación de parámetros ambientales y Alarma.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Documentación de casos de uso

3.3.3.1. Caso de uso: Analizar parámetros ambientales

Este caso de uso permite hacer una consulta a la base de datos de los últimos datos adquiridos, posteriormente hace un análisis de los parámetros si se encuentran dentro un rango tolerable, si cumple entonces no hace ninguna tarea y finaliza, pero si los parámetros se encuentran fuera del rango tolerable entonces se hace una llamada al caso de uso Activar alarma.



Figura 3.8. Diagrama de secuencia del caso de uso: Analizar parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.2. Caso de uso: Activar alarma.

Este caso de uso permite activar una alarma audible o visible por un lapso de tiempo. Este caso de uso responde a una invocación del caso del uso Analizar parámetros ambientales.

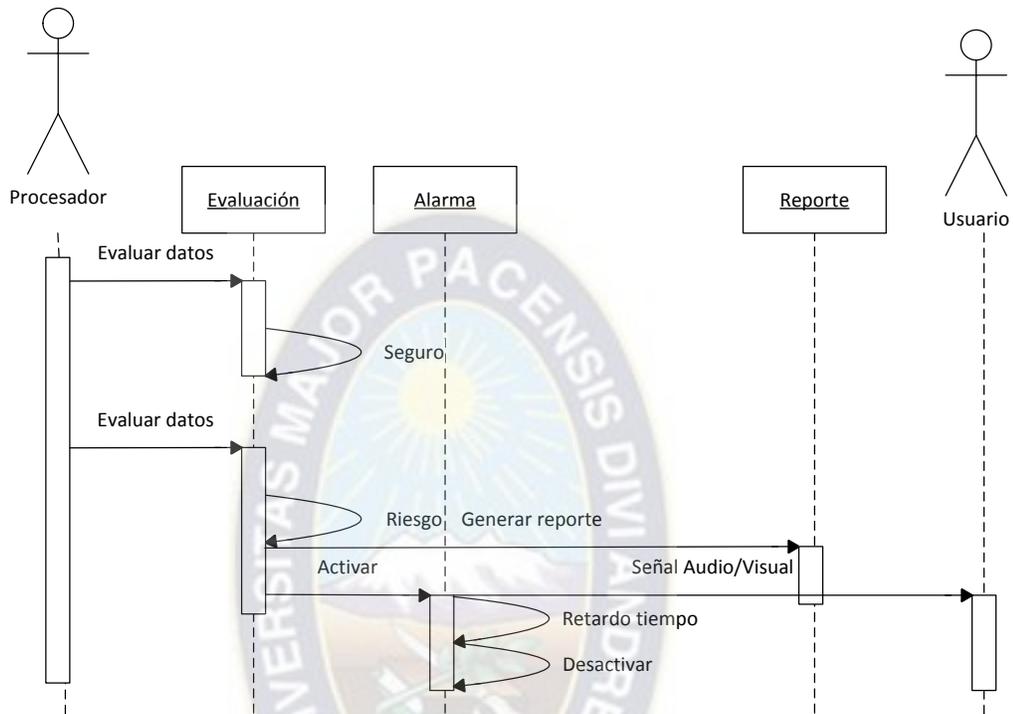


Figura 3.9. Diagrama de secuencia del caso de uso: Analizar parámetros ambientales.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Arquitectura

La arquitectura del subsistema se observa en la siguiente imagen.

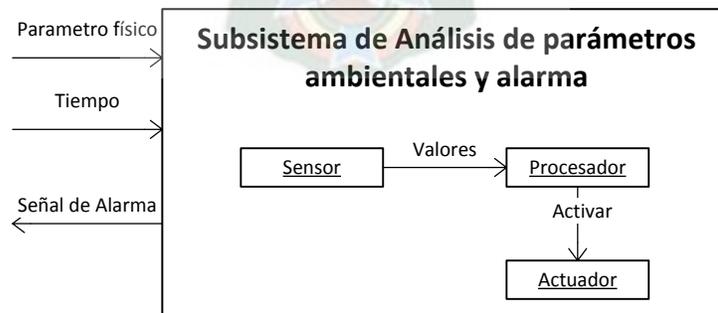


Figura 3.10. Arquitectura del Subsistema de Evaluación de datos y Alarma.

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Diagrama de clases

El diagrama de clases del Subsistema de Análisis de datos y Alarma se observa en la siguiente figura.

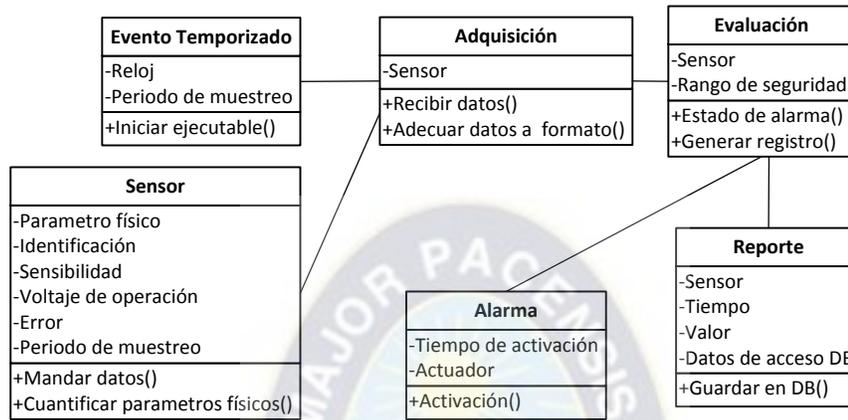


Figura 3.11. Diagrama de clases del Subsistema de Análisis de datos y Alarma

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Subsistema Gestor de descargas

3.4.1. Requerimientos del Subsistema Gestor de descargas

Los requerimientos para este subsistema se listan en la tabla.

Nº	Requerimientos
1	Generar y descargar documento del registro del parámetros ambientales

Tabla 3.5. Requerimientos del Subsistema Gestor de descargas.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Modelo de casos de uso

3.4.2.1. Diagrama de paquetes

El subsistema gestor de descarga tiene como componentes principales: Una función para consultar la base de datos, una función para crear el documento y descargarlo mediante un navegador convencional, una interfaz para ingresar el intervalo de fechas que interesan.

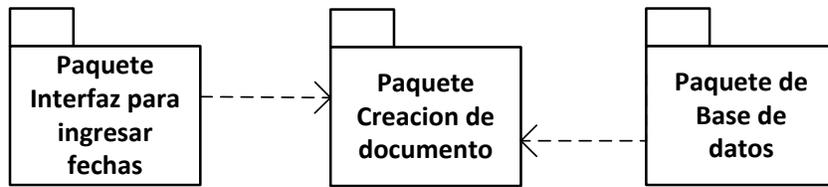


Figura 3.12. Diagrama de paquetes del Subsistema Gestor de descargas.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.2. Actores

Los actores que interactúan con el subsistema se describen en la tabla.

Actor	Presentación	Descripción
Usuario		<p>El actor administrador ingresa datos e inicia la cadena de eventos para hacer la creación y descarga del documento de registro de los parámetros ambientales de interés.</p>

Tabla 3.6. Actores del Subsistema Gestor de descargas.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.3. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del subsistema Interfaz de usuario, se muestra en la figura.

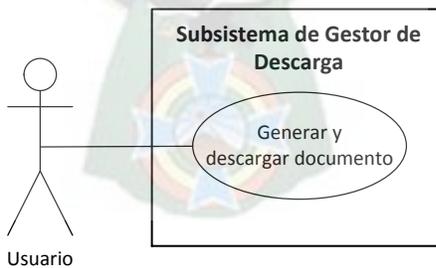


Figura 3.13. Diagrama de casos de uso del Subsistema Gestor de descargas.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Documentación de casos de uso

3.4.3.1. Caso de uso: Generar y descargar documento

Este caso de uso permite crear un documento y descargarlo, dicho documento es creado a partir de la consulta a la base de datos y será descargado en un formato adecuado para ser visualizado y analizado con herramientas básicas de software.

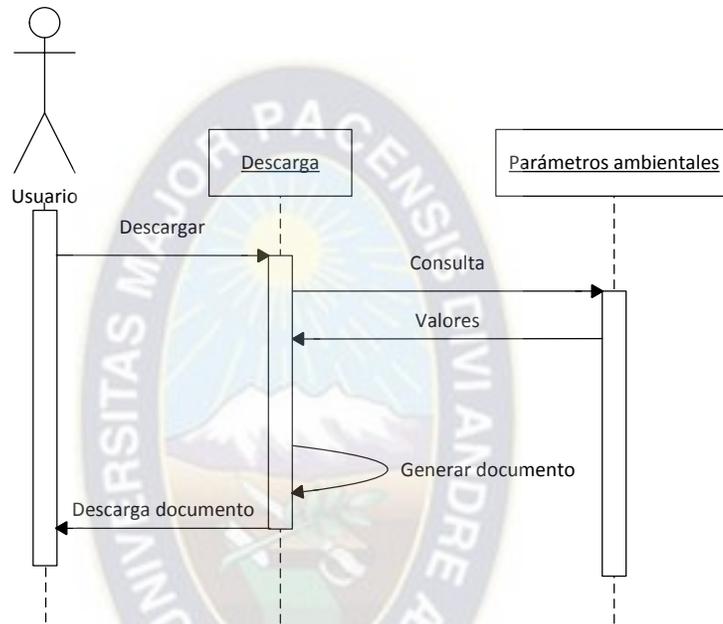


Figura 3.14. Diagrama de secuencia del caso de uso: Generar y descargar documento.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. Arquitectura

La arquitectura del subsistema se observa en la siguiente imagen.

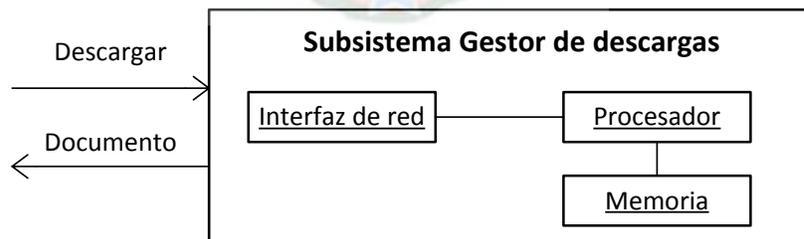


Figura 3.15. Arquitectura del Subsistema Gestor de descargas.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. Diagrama de clases

El diagrama de clases del Subsistema de Gestor de descargas se observa en la siguiente figura.

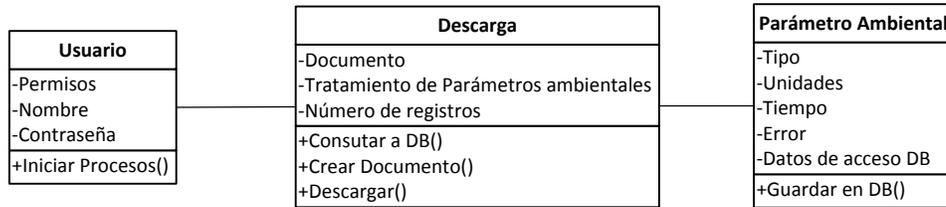


Figura 3.16. Diagrama de clases del Subsistema Gestor de descargas.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Subsistema Administración de usuarios

3.5.1. Requerimientos del Subsistema Administración de usuarios y Sesión

Los requerimientos para este subsistema se listan en la tabla.

Nº	Requerimientos
1	Ingreso de usuarios
2	Registro de usuario
3	Asignación de permisos
4	Eliminación de usuario

Tabla 3.7. Requerimientos del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Modelo de casos de uso

3.5.2.1. Diagrama de paquetes

El Subsistema Administración de usuario y Sesión permite administrar dos tipos de usuario, denominados usuario administrador y usuario normal, el usuario administrador tiene todos los permisos, el usuario normal tiene acceso solo acceso a tareas asignadas. Este subsistema permite diferenciar el tipo de usuario y los permisos que le corresponden.

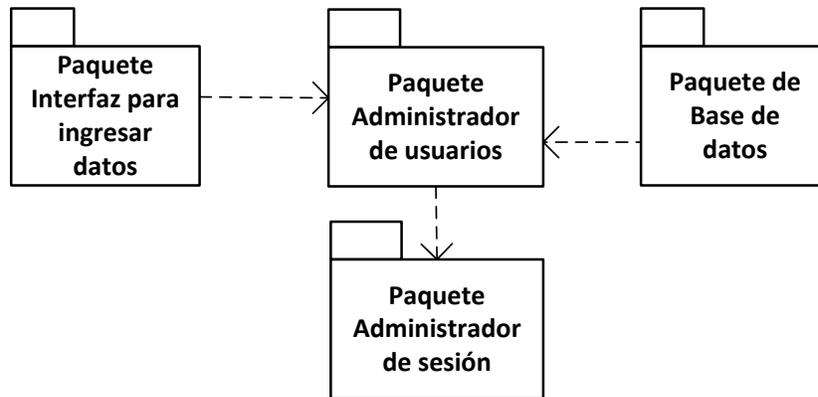


Figura 3.17. Diagrama de paquetes del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2. Actores

Los actores que interactúan con el subsistema se describen en la tabla.

Actor	Presentación	Descripción
Administrador	 <p>Administrador</p>	El actor administrador ingresa datos, se validan en la bases de datos e ingresa al sistema para realizar tareas permitidas.
Usuario	 <p>Usuario</p>	El actor usuario ingresa datos e ingresa al sistema para realizar tareas permitidas.

Tabla 3.8. Actores del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.3. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del Subsistema Administración de usuarios y Sesión, se muestra en la figura.

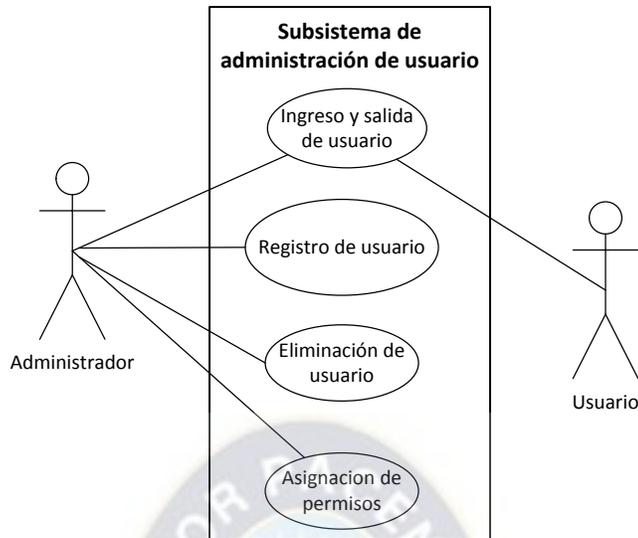


Figura 3.18. Diagrama de casos de uso del Subsistema Administración de usuarios y Sesión.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Documentación de casos de uso

3.5.3.1. Caso de uso: Ingreso de datos de autenticación

Este caso de uso permite ingresar datos de autenticación ofreciendo una interfaz en un navegador convencional, dichos datos se usa para validar e iniciar sesión en caso de ser correspondientes a un usuario valido.

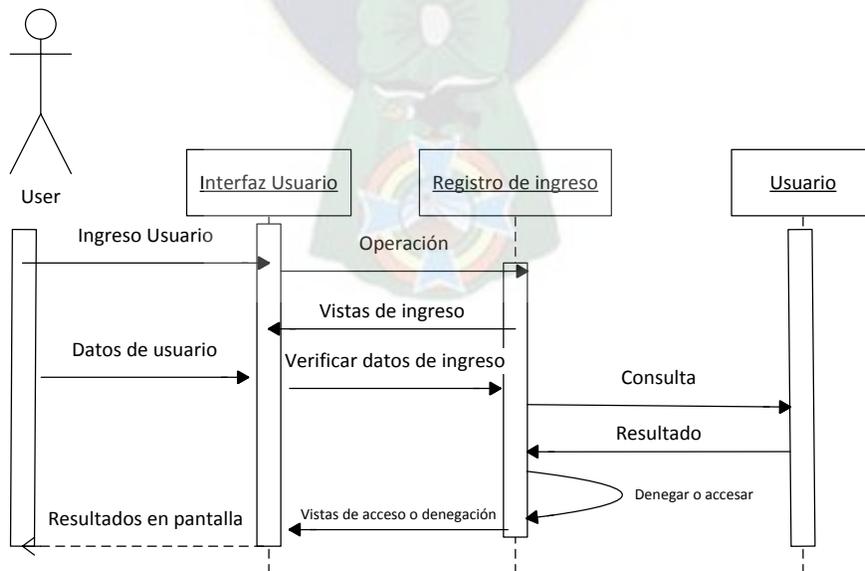


Figura 3.19. Diagrama de secuencia del caso de uso: Ingreso de datos de autenticación.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.2. Caso de uso: Registrar nuevo usuario.

Este caso de uso requiere que el usuario administrador cree nuevos usuarios, y asignarles los accesos correspondientes.

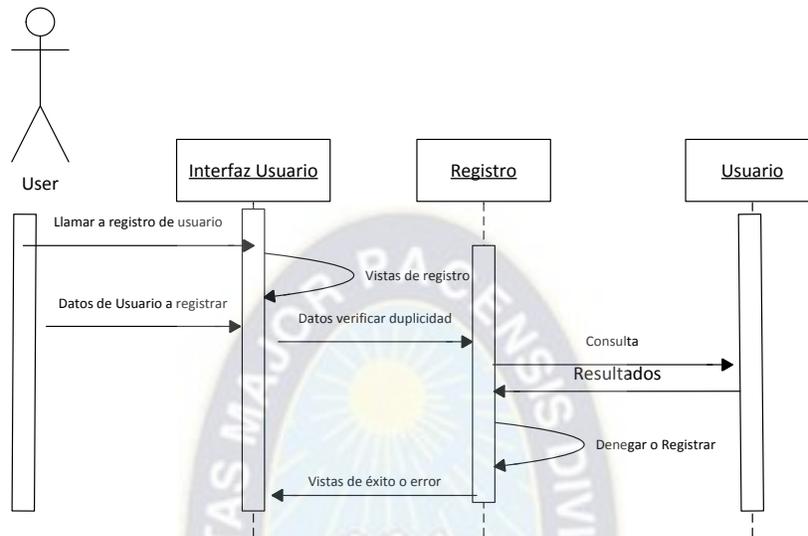


Figura 3.20. Diagrama de secuencia del caso de uso: Registrar nuevo usuario.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.3. Caso de uso: Eliminar Usuario.

Este caso de uso requiere que el usuario administrador cree nuevos usuarios, y asignarles los accesos correspondientes.

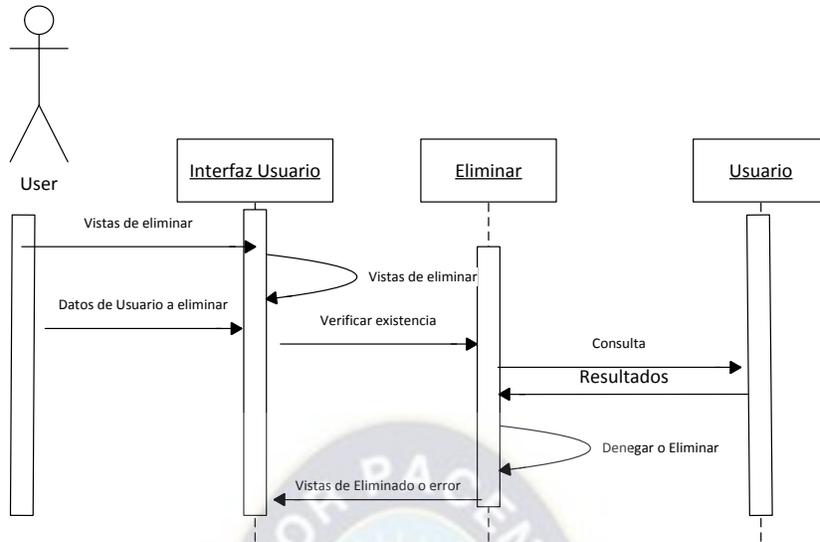


Figura 3.21. Diagrama de secuencia del caso de uso: Eliminar cuenta de usuario.
Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.4. Caso de uso: Administración de Permisos.

Este caso de uso requiere que el usuario administrador cree nuevos usuarios, y asignarles los accesos correspondientes.

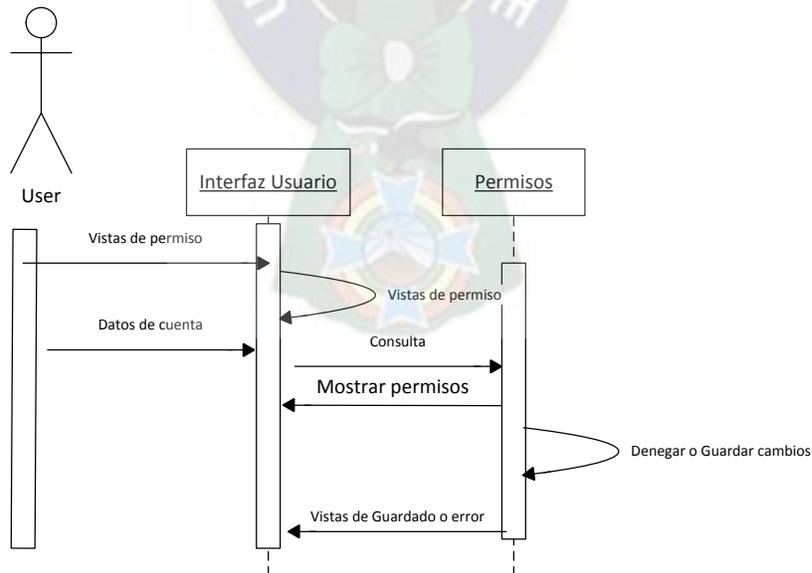


Figura 3.22. Diagrama de secuencia del caso de uso: Administrar permisos.
Fuente: Elaboración propia.

3.5.4. Arquitectura

La arquitectura del subsistema se observa en la siguiente imagen.

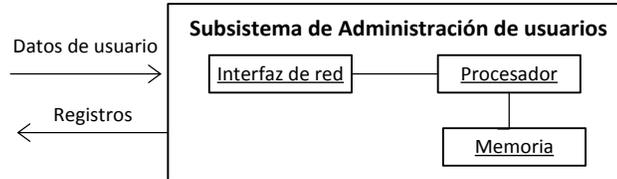


Figura 3.23. Arquitectura del subsistema de Administración de usuarios

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. Diagrama de clases

El diagrama de clases del Subsistema de administración de usuarios se observa en la siguiente figura.

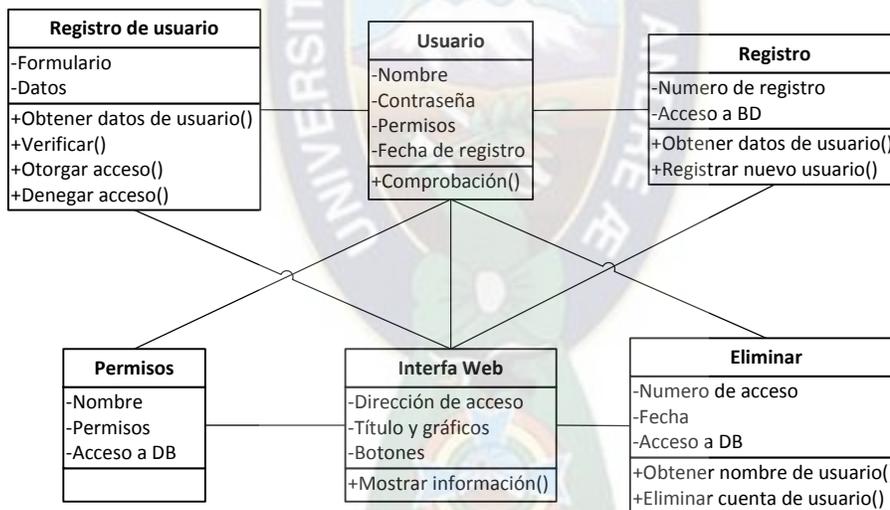


Figura 3.24. Diagrama de clases del Subsistema de administración de usuarios

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Subsistema Interfaz de usuario

Este subsistema se mostrará la interfaz de usuario, misma que permite interactuar al usuario con el sistema para ejecutar las diferentes operaciones y configuraciones.

3.6.1. Requerimientos del Subsistema Interfaz de usuario

Los requerimientos para este subsistema se listan en la tabla.

N	Requerimientos
1	Visualizar valor del ultimo parámetro ambiental
2	Visualizar la interfaz de Administración de usuarios
3	Visualizar interfaz para ejecutar descarga de documento de registro de valores histórico de los parámetros ambientales.
4	Visualizar interfaz para Administración de usuarios

Tabla 3.9. Requerimientos del Subsistema Interfaz de usuario.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Modelo de casos de uso

3.6.2.1. Diagrama de paquetes

El Subsistema Interfaz de usuario tiene como componentes de hardware, el procesador principal y como componente de software, las funciones PHP, el sistema operativo Linux, y apache.

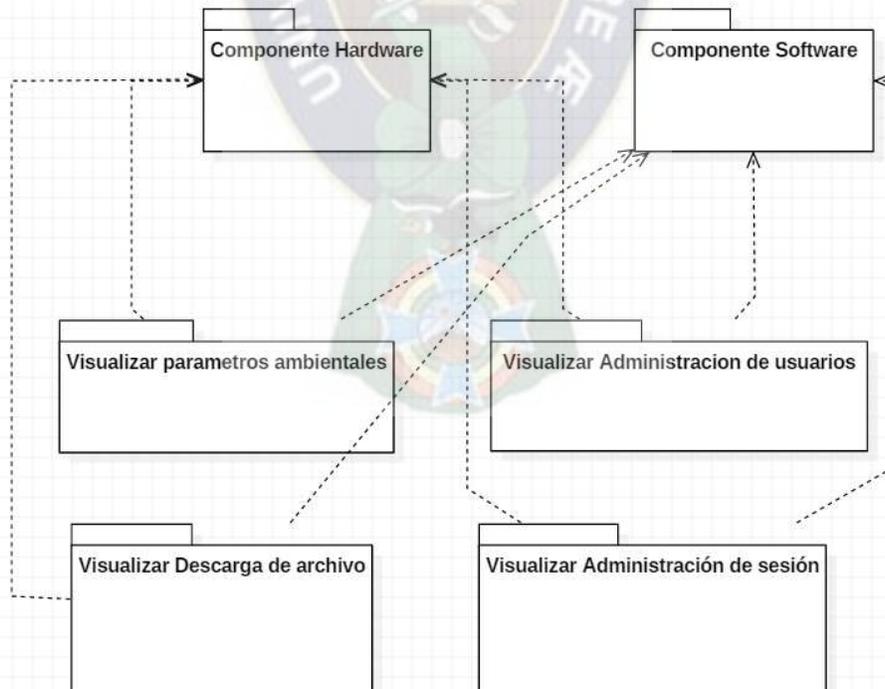


Figura 3.25. Diagrama de paquetes del Subsistema Interfaz de usuario.

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2. Actores

Los actores que interactúan con el subsistema se describen en la tabla.

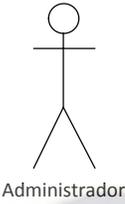
Actor	Presentación	Descripción
Administrador	 <p>Administrador</p>	Es la persona que accede mediante un navegador web a la interfaz de usuario.

Tabla 3.10. Actores del Subsistema Interfaz de usuario

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.3. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso del subsistema Interfaz de usuario, se muestra en la figura.

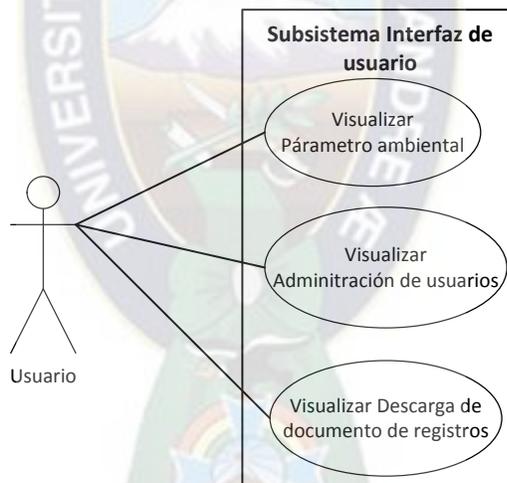


Figura 3.26. Diagrama de casos de uso del Subsistema Interfaz de usuario.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Documentación de casos de uso

3.6.3.1. Caso de uso: Visualizar parámetro ambiental

Este caso de uso permite visualizar el último dato adquirido y almacenado en la base de datos, para poder ejecutar la función se tiene que pulsar un botón en la interfaz de usuario, después del cual se muestra la información requerida. Se muestra en la figura 3.27.

3.6.3.2. Caso de uso: Visualizar Descarga de documento de registros

Permite al administrador visualizar la interfaz para ejecutar la operación de descarga de documento de registro de datos.

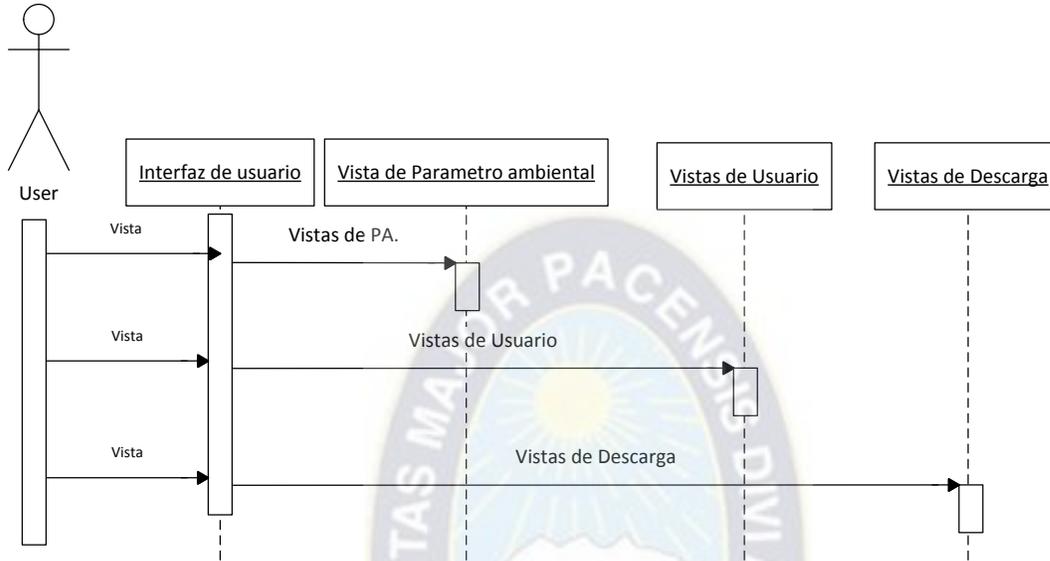


Figura 3.27. Diagrama de secuencia del caso de uso: Visualizar parámetro ambiental, Visualizar administración de usuarios, Visualizar descarga de documento de registro.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4. Arquitectura

La arquitectura del subsistema se observa en la siguiente imagen.



Figura 3.28. Diagrama de la arquitectura: Interfaz web.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5. Diagrama de clases

El diagrama de clases del Subsistema de administración de usuarios se observa en la siguiente figura.

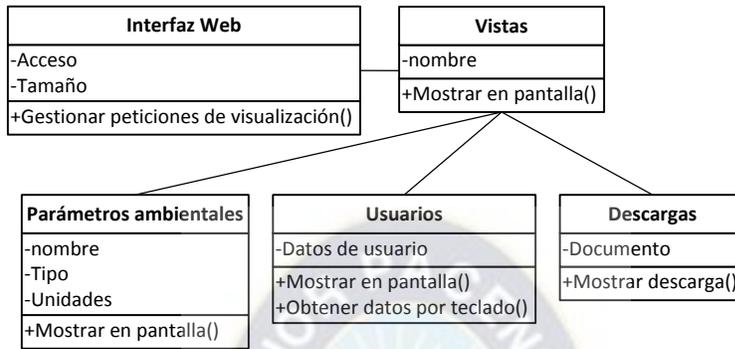


Figura 3.29. Diagrama de Clases: Interfaz web.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Presentación del prototipo

En el presente capítulo se muestran las características más importantes del prototipo propuesto para el proyecto, verificando de esta manera la viabilidad del cumplimiento de los objetivos propuestos.

Los componentes de soporte físico para el prototipo son: Microcomputador Raspberry PiV2, sensor digital de temperatura el DS18B20, el sensor de humedad dth22, un led y resistor, una fuente de alimentación de 5 voltios y 2 Amperios, cables para su conexión.

El software que se instaló en el dispositivo fue: Sistema operativo Raspbian Jessie, interprete de comandos Python, librería de generación de gráficos highcharts, paquete de instalación servidor web HTTP Apache.

4.1. Descripción general

El prototipo a mostrar está diseñado en base a los subsistemas y requerimientos expuestos en capítulos anteriores.

En el esquema mostrado en la figura 4.1, se muestra con un mayor grado de abstracción los diferentes componentes del prototipo y su disposición.



Figura 4.1. Esquema general del prototipo.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción por subsistemas

En esta sección se muestra los componentes de hardware y software, también el funcionamiento de cada subsistema.

4.2.1. Subsistema Adquisición de parámetros ambientales.

Este subsistema se encarga de gestionar la recepción de la información procedente del medio ambiente en el cual se encuentra, de manera que se pueda utilizarla posteriormente.

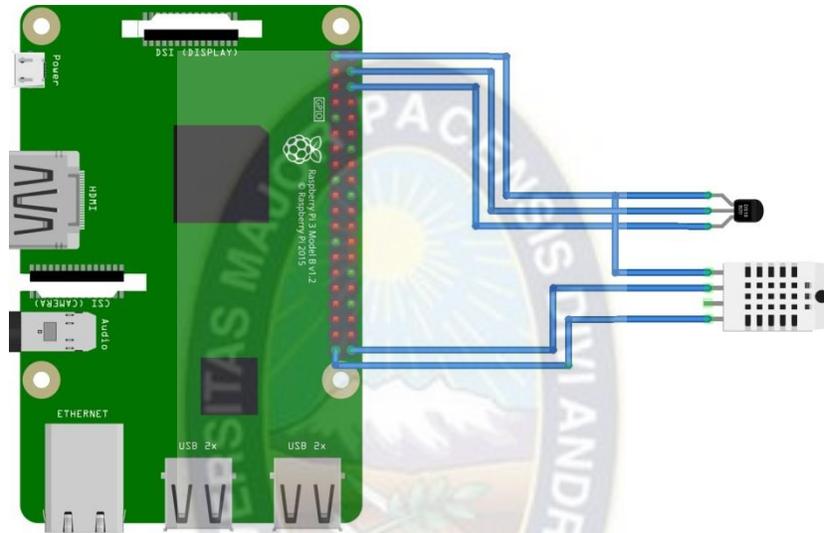


Figura 4.2. Esquema de las conexiones de los sensores al microcomputador.

Fuente: Elaboración propia.

Para establecer la comunicación serial sensores y microcomputador se están utilizando los puertos GPIO. Estos puertos son compatibles eléctricamente con los sensores utilizados.

El sensor de temperatura DB18B20, se conecta mediante tres cables: alimentación, tierra y datos. Para las conexiones se necesita una tabla que muestre los pines del microcomputador, información que se muestra en la figura [40].

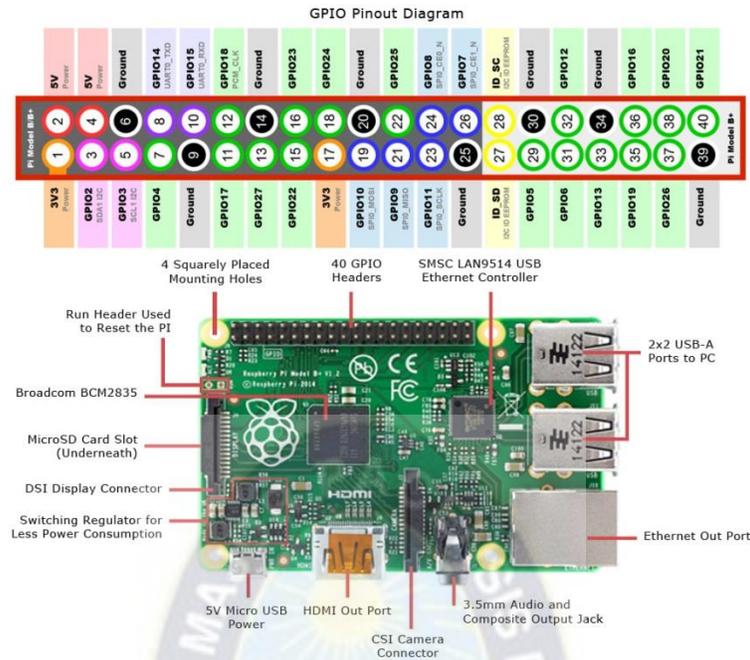


Figura 4.3. Pines de microcomputador Raspberry Pi

Fuente: Pines del Raspberry Pi [13]

Entonces las conexiones a la alimentación y tierra, es indiferente para la programación del software, solo se tiene que consideramos la tabla y conectar en algunos de los pines asignados para tal función, pero el cable de comunicación debe ser conectado al pin asignado por software para este fin, en este caso lo conectamos al pin GPIO 4.

El sensor de humedad que se utiliza es el DHT22, este dispositivo requiere alimentación, masa y un pin para la comunicación, este dispositivo entonces requiere tres cables conectados al microcomputador. Por lo tanto se conecta alimentación y masa de forma indiferente a los pines, pero hay que tomar nota del pin para la comunicación, en este caso se conecta al pin 23. Con esto los sensores están energizados y listos para establecer comunicación.

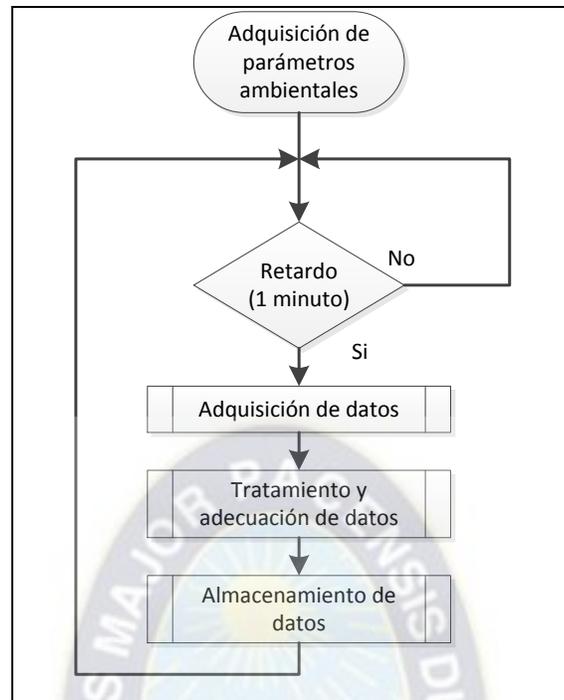


Figura 4.4. Diagrama de flujo del software del subsistema de adquisición de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Para acceder a la información del sensor se implementa una función desarrollada en lenguaje de programación Python que cumple con el flujograma que se muestra en la figura 36, y el código de programación se encuentra en el anexo 1.

El algoritmo ejecuta los siguientes pasos: se ejecuta un proceso llamado “leerHumTempSQL3.py”, de forma periódica cada minuto usando cron, mediante el cual inicia un proceso que realiza una datación de los parámetros ambientales en ese instante, entonces se establece una comunicación con los sensores y se hace una solicitud de nueva medida, estos envían los datos solicitados. Estos datos están en un formato de cadena de texto, entonces se ejecuta un proceso más para extraer los datos numéricos que corresponden a la cuantificación del parámetro ambiental de interés, se continúa accediendo a la base de datos del sistema para hacer el almacenamiento correspondiente. Se cierra la conexión establecida y se concluye con el proceso.

Las funciones necesarias para hacer la adquisición de datos de los sensores está implementado en el microcomputador, y utilizando el lenguaje de programación Python.

4.2.2. Subsistema Evaluación de datos y Alarma

Este subsistema está encargado de evaluar la última adquisición de parámetros ambientales, evaluando si los valores se encuentran fuera de rango, y detectando de esta manera un peligro potencial para la infraestructura. En el caso de que los parámetros ambientales estén fuera de ese rango, esta función se encarga de activar la alarma, esta se mantendrá activada durante el tiempo que se mantenga el peligro. El rango seguro de operación se registra en la base de datos.

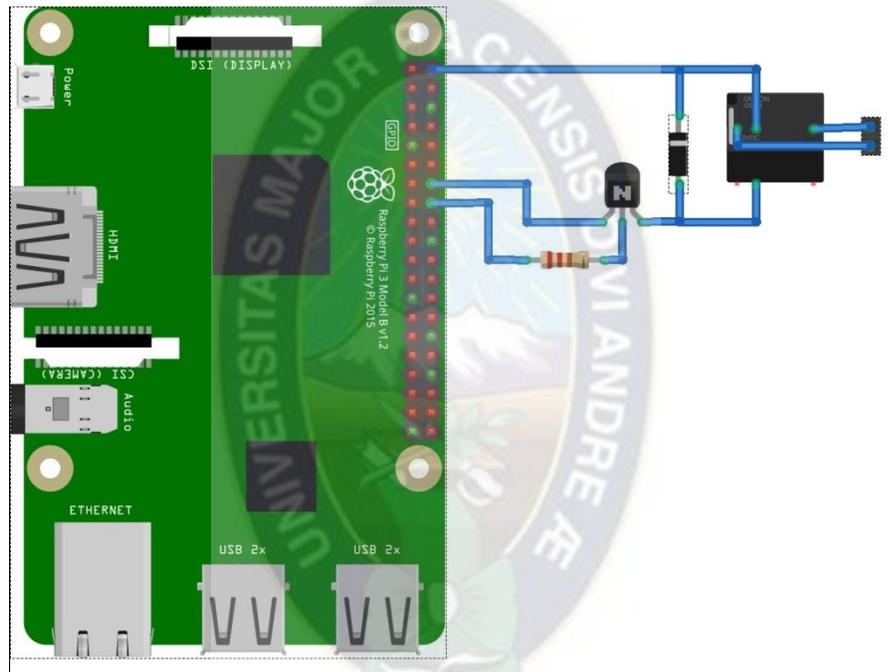


Figura 4.5. Señal de alarma activada por el Subsistema Evaluación de datos y Alarma.

Fuente: Elaboración propia.

En el esquema de la figura 37, muestra básicamente la activación del pin GPIO 26, el cual está conectado a una resistencia limitadora de corriente de 220 ohmios, conectado en serie un led. Cuando la Alarma se dispara el led se ilumina, pero esta señal puede usarse para energizar a un relé, agregando una interface de adaptación de potencia, y este relé puede suministrar potencia una bocina o una sirena.

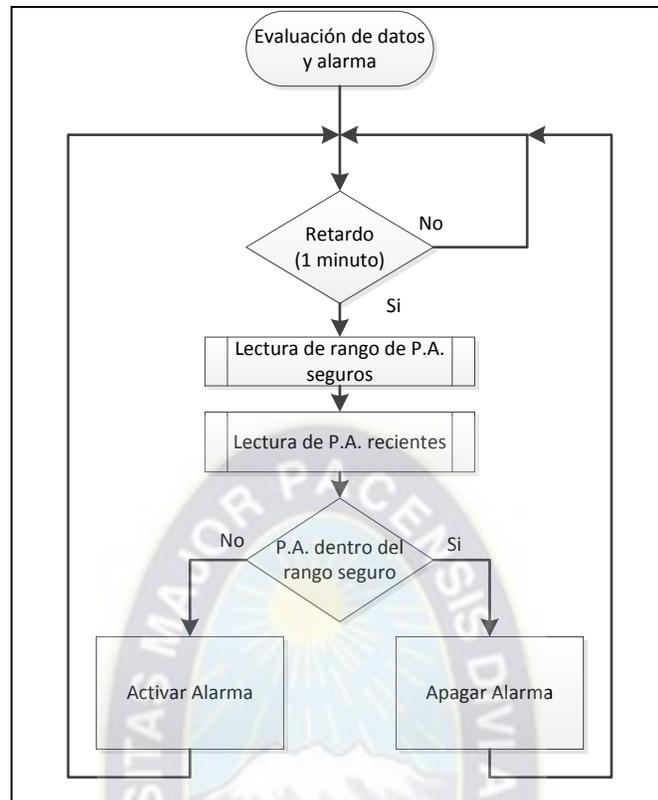


Figura 4.6. Diagrama de flujo del Subsistema de evaluación de parámetros ambientales y alarma.

Fuente: Elaboración propia.

El software programado para este subsistema, primero hace una consulta a la base de datos, donde se obtiene el rango de parámetros seguros, seguidamente se obtiene el último dato registrado de los parámetros ambientales, posteriormente hace la evaluación entre los datos, disparando la alarma en caso de que los valores de parámetros ambientales, estén fuera del rango seguro.

El nombre de este proceso es “consultaAlarma.py” se encuentra implementado en el microcomputador en lenguaje de programación Python y el código se encuentra en el anexo 1.

4.2.3. Subsistema Gestor de descargas

Este subsistema está conformado solo por software, su función es hacer un reporte con el registro de los valores de los parámetros ambientales recolectados durante la última semana, mediante el subsistema de adquisición de parámetros ambientales, guarda la información en un archivo de texto y descarga este archivo en la maquina local.

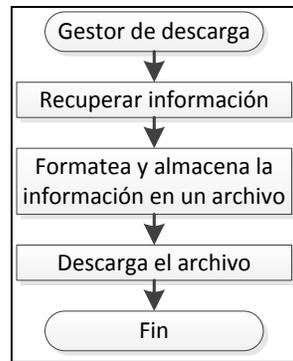


Figura 4.7. Flujograma del software del subsistema Gestor de descarga.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo muestra que se recupera la información en una primera fase, esta recuperación se ejecuta mediante un proceso llamado “generarCsv.sh”, que realiza una consulta a la base de datos, en el resultado obtenido se sustituyen las tabulaciones por comas, para que el resultado del fichero tenga el formato de archivos CSV, lo cual es guardada en una carpeta local del dispositivo. Este proceso está codificado en el lenguaje de programación Bash y el código se encuentra en el Anexo1. Cuando se llama al proceso de descarga, se ejecuta el proceso llamado “descargaRasp.php”, desde la interfaz Web y este descarga el archivo anteriormente preparado. Este proceso esta codificado en el lenguaje de programación Php y se encuentra en el Anexo 1.

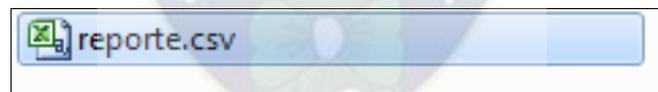


Figura 4.8. Archivo descargado en formato CSV.

Fuente: Elaboración propia.

El archivo de formato CSV, es compatible con procesadores de texto como “Bloc de notas”, también procesadores de hoja de cálculo como “Excel”.

4.2.4. Subsistema Administración de usuario

El dispositivo puede ser accedido desde una red local, de manera que hay que gestionar los accesos mediante la administración de acceso de usuarios y permisos. Solo el personal autorizado debe tener acceso al mismo.

En un inicio se crea un usuario con todos los permisos y del cual se deben actualizar el nombre de usuario y contraseña. Posteriormente se tiene la opción de crear nuevos usuarios con los

permisos que se vean convenientes, entre ellos se pueden restringir muchas de las vistas y funcionalidades de acuerdo a lo conveniente.

El software que compone este subsistema está desarrollado en el lenguaje de programación Php, y utiliza como servidor de cuentas la base de datos soportado por MySQL. Se comunica con los demás subsistemas mediante modificación en la base de datos y también otorgando permisos a los diferentes vistas y herramientas implementadas en este prototipo. Por tratarse de un prototipo, este subsistema no se está implementando al momento de la presentación pero es de vital importancia para el correcto funcionamiento del dispositivo dentro de una red.

4.2.5. Subsistema Interfaz de usuario

La función de este subsistema es facilitar el uso del sistema de forma interactiva, además de mostrar de forma gráfica los resultados de las consultas.

Hay suficientes vistas para ejecutar las tareas de mayor prioridad y cada una de ellas muestra toda la información necesaria para el manejo del dispositivo y las opciones que tienen, también se utiliza este sistema para recibir datos del usuario, para descargar documentos del reporte, y para ver el comportamiento de los parámetros ambientales en el tiempo de forma gráfica.

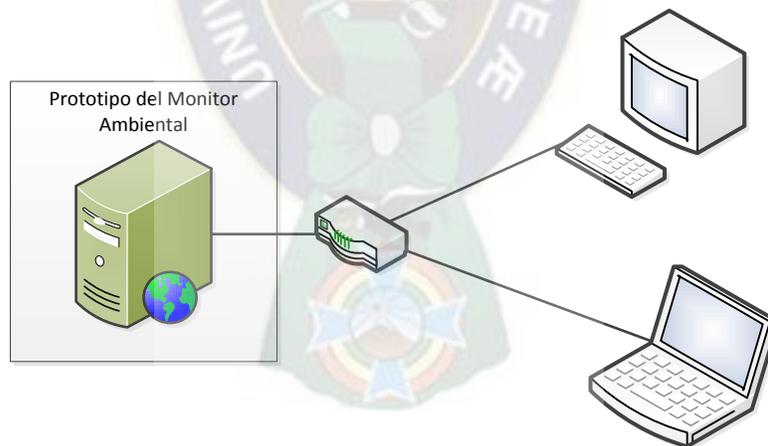


Figura 4.9. Esquema de conexión del dispositivo a una red Local.

Fuente: Elaboración propia.

La primera vista es la vista de presentación en el cual se identifica el dispositivo, donde nos muestra información del presente proyecto y nos ofrece acceso otras dos vistas. Este proceso de llama “index.php”, y fue implementado en el lenguaje de programación Php y el código de programación se encuentra en el Anexo 1.



Figura 4.10. Vista de Inicio

Fuente: Elaboración propia.

Segunda vista, llamada “index4.php” en esta se muestra la información de los parámetros ambientales capturados recientemente, y también nos ofrece la opción de descarga del archivo “reporte.csv” y acceso a una tercera vista llamada “index5.php”. Este proceso fue desarrollado en el lenguaje de programación Php y su codificación de encuentra en el Anexo 1.



Figura 4.11. Vista de opciones del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

La tercera vista implementa una función llamada “index5.php”, este proceso nos muestra de forma gráfica los valores en un plano Tiempo Vs Parámetro ambiental, de esta manera describe el comportamiento de los valores almacenados en la última semana.

Primeramente se hace una conexión a la bases de datos, se ejecuta una consulta de los datos de interés, posteriormente se capturan los datos en una variable de tipo matriz, se adecua el formato de los datos y se llama a la función Highcharts, el cual nos grafica los valores. Está implementado en lenguaje de programación Php y con la asistencia de JQuery y librerías de Highchart, para la elaboración del gráfico, y la codificación se encuentra en el Anexo1.

4.3. Pruebas y resultados

Se determina las respuestas del dispositivo a las variaciones de los parámetros ambientales, para nuestro caso se estudian los parámetros ambientales: Humedad relativa y temperatura, en base a los casos de uso y los objetivos del proyecto.

Revisando la conexión con el dispositivo:

Se debe acceder al dispositivo mediante la dirección IP por defecto asignada en el navegador, la misma es: “192.168.1.31:80”.

Pruebas acceso al dispositivo, interfaz de usuario, descarga, y lecturas de parámetros ambientales mostradas en la interfaz de usuario.



Figura 4.12. Prueba de respuesta de dispositivo.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces se muestra la vista de presentación, en el cual se detalla el título del proyecto, lugar de su elaboración y el año de presentación.

En la parte superior derecha tenemos, el botón de ingresar, mismo que nos conduce a una siguiente a la siguiente vista:

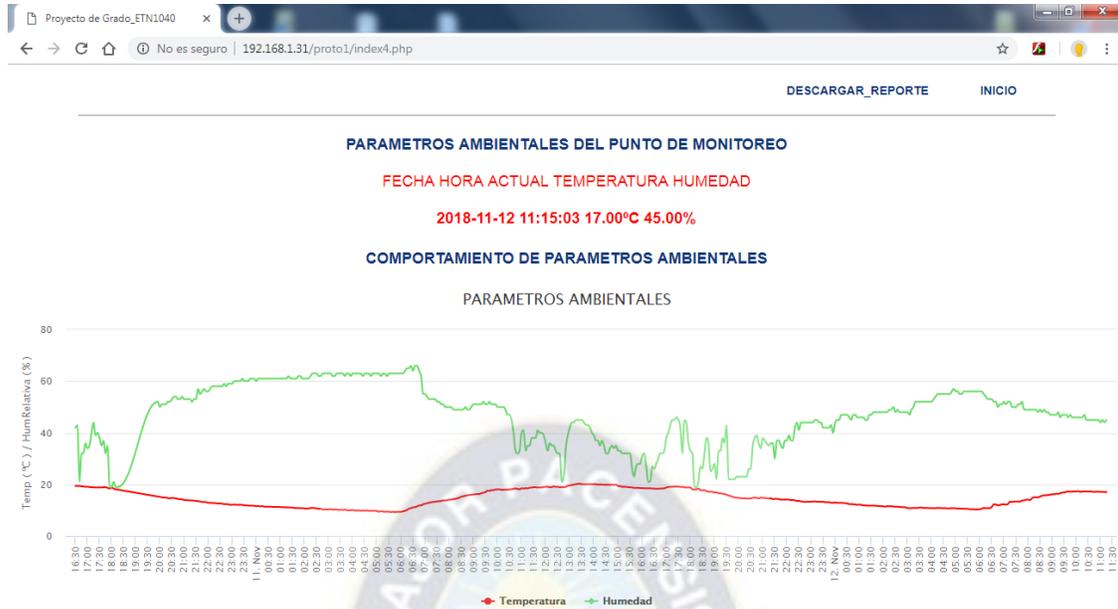


Figura 4.13. Prueba de información de valores en la interfaz web

Fuente: Elaboración propia.

En esta vista se muestra la última actualización de los parámetros ambientales, juntamente a la hora y fecha correspondiente. En la parte superior derecha existen dos botones, los cuales son: **DESCARGAR_REPORTES** e **INICIO**, el segundo botón nos lleva de retorno a la vista de presentación que se muestra en la figura xxx, el primer botón nos inicia un proceso de descarga el archivo con formato CSV, en el cual tenemos la colección de muestras y capturas de los parámetros ambientales recolectadas por el dispositivo de la última semana. El mismo se encuentra en un formato que puede ser fácilmente importado desde un procesador de textos para su lectura y análisis.

Activamos la descarga:



Figura 4.14. Prueba de descarga de archivo, con la colección de los P.A.

Fuente: Elaboración propia.

El navegador nos indica que se descargó un archivo, llamado “reporte.csv”, con un tamaño de 47.1Kb y 1509 registros en el instante de la prueba.



Figura 4.15. Vista del archivo en SO, Windows con sus características.

Fuente: Elaboración propia.

Abriendo el archivo con un procesador de texto:

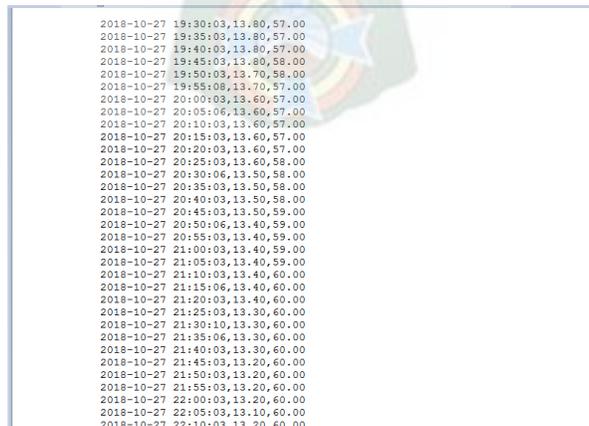


Figura 4.16. Formato del archivo, abierto por un editor de texto

Fuente: Elaboración propia.

Se abre el archivo y observamos tres columnas separadas por el símbolo de coma “,” precisamente lo que se esperaba. La primera columna corresponde a la fecha y hora de la muestra, usando el formato `dateTime`, la segunda columna representa la temperatura en unidades de grados Celsius, la tercera columna corresponde a la humedad relativa en unidad porcentual.

En la vista del navegador se hace clic en el botón INICIO y nos lleva de nuevo a la pantalla principal.

Pruebas de la activación de la alarma por temperatura.

La prueba consiste en la elevación de temperatura de forma intencional con el fin de provocar la activación de la alarma.

La alarma se dispara si los parámetros actuales se salen del rango de operación seguro, estos valores se tomaron de acuerdo a la tabla, en el capítulo dos. Los valores límites adoptados se muestran en la siguiente tabla:

	Máximo	Mínimo
Temperatura (°C)	30	0
Humedad relativa (%)	60	30

Tabla 4.1. Rango de seguridad para los parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones iniciales se muestran en la primera fila.

Con la ayuda de una fuente de calor, se eleva la temperatura del ambiente por encima de los 30°C:

Id	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Estado de Alarma
1	16.60	47.00	apagado
2	24.4	47.00	apagado
3	34.80	47.00	encendido
4	20.10	47.00	apagado

Tabla 4.2. Variación de la temperatura para provocar activación de alarma.

Fuente: Elaboración propia.

Disparo de alarma por humedad:

Se somete al dispositivo a presencia de agua líquida, para observar el comportamiento que presenta las medidas de los parámetros ambientales.

Id	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Estado de Alarma
1	19.90	48	apagado
2	18.30	64	encendido
3	17.60	85	encendido
4	17.50	87	encendido
5	17.20	60	apagado
6	15.60	51	apagado

Tabla 4.3. Variación de la humedad para provocar disparo de la alarma.

Fuente: Elaboración propia.

Realizadas las pruebas, con ayuda de los resultados apuntados en las tablas, se puede determinar que el dispositivo diseñado cumple y activa la alarma de forma adecuada.

4.4. Costos de los materiales

En la tabla [4.4], se detallan los costos de los materiales que se utilizaron para implementar el prototipo, los precios se valoran en moneda nacional el “Boliviano” [Bs].

Nombre	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Precio Total (Bs)
DHT22	Sensor de humedad relativa y temperatura	1	38	38
DS18B20	Sensor digital de temperatura	1	50	50
Raspberry Pi	computador de placa simple	1	600	600
Relevador	Relevador eléctrico de 5v	1	10	10
Resistor	Resistor	3	0,5	1,5
BC548	Transistor de uso general	1	1	1
4N4001	Diodo	1	0,5	0,5
Placa	Placa de circuito impreso	1	20	20

Perclorato	Perclorato de fierro	1	23	23
Estaño		1	5	5
Pasta	Pasta de soldadura de estaño	1	5	5
Otros	Cables, tornillos, metacrilato y otros.	1	70	70

Tabla 4.4. Tabla de costos.

Fuente: Elaboración propia.

El costo total de los materiales es: **Total 824 (Bs).**



Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

Es este capítulo se realiza una evaluación de los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto, tomando como referencia el objetivo principal y los objetivos secundarios planteados en el capítulo uno. Posteriormente, tomando en cuenta la experiencia se expondrá algunas recomendaciones para una mayor eficiencia en la implementación de dicho proyecto. Finalmente se mencionará algunas posibles vías de desarrollo para enriquecer el trabajo realizado, puesto que es un tema que tiene multitud de posibles ampliaciones y aplicaciones.

5.1. Conclusiones.

- Diseñar un monitor ambiental para la cuantificación y almacenamiento de parámetros ambientales de un centro de datos, para mitigar el riesgo de falla, mejorando la confiabilidad y disponibilidad de un centro de datos.

Conclusión. Se diseñó un monitor ambiental para la cuantificación y almacenamiento de parámetros ambientales de un centro de datos, ejecutados las pruebas de funcionamiento y sometidas a las condiciones peligrosas el dispositivo se comportó de forma esperada, por lo tanto, el dispositivo es funcional.

- Determinar los rangos de operación seguros de los parámetros ambientales de un centro de datos según las normas internacionales establecidas, para obtener los requerimientos necesarios en cuanto a modo de operación y configuración para obtener un diseño funcional y útil del monitor ambiental.

Conclusión. En el Capítulo 2, se determina según la normativa, los rangos de tolerancia para los parámetros ambientales de humedad y temperatura.

Los resultados de esta investigación se detallan en la tabla [2.1] y la tabla [2.2].

- Realizar un proceso para desarrollar el dispositivo usando la metodología RUP (Rational Unified Process), para el progreso del proyecto en sus diferentes etapas con claridad y con técnicas formales.

Conclusión. El desarrollo del proyecto se estructuró bajo la metodología RUP, utilizando el lenguaje unificado de modelado (UML), para cada subsistema. La metodología RUP, facilitó la ejecución del proceso de elaboración del Sistema de Software y Hardware, ya que describe la estructura del sistema desde diferentes perspectivas.

- Estudiar los componentes tecnológicos para diseñar y proponer el monitor ambiental.

Conclusión. Se estudió el funcionamiento y la interacción entre los elementos de hardware y software elegidos, también se estudiaron diversas soluciones para satisfacer los requerimientos funcionales del proyecto, los criterios principales aplicados fueron la funcionalidad y facilidad de implementación, disponibilidad en el mercado y compatibilidad tecnológica.

- Diseñar y desarrollar los subsistemas que conforman el prototipo a desarrollar.

Conclusión. Se diseñaron y desarrollaron los diferentes subsistemas necesarios, en todos los casos estos subsistemas son subsistemas compuestos de un hardware y software, en todos los casos el software está implementado en el microcomputador. El hardware externo aparte del microcomputador es escaso pero son imprescindibles, para ejecutar las tareas.

- Diseñar y desarrollar una interfaz web, para mostrar la última cuantificación de los parámetros ambientales actuales, y descargar el registro histórico de una cantidad limitada de muestras.

Conclusión. Se diseñó e implementó la interfaz web, se muestra la última cuantificación registrada en la base de datos, el comportamiento de los parámetros ambientales representados en un gráfico, se desarrolló la opción de descarga de un archivo en formato CSV, que contiene la colección de datos recolectados durante la última semana.

- Desarrollar un prototipo funcional del monitor ambiental propuesto.

Conclusión. Se implementó el prototipo del diseño funcional del proyecto, se realizaron las pruebas necesarias para determinar su correcto funcionamiento, como resultado tenemos un dispositivo que cumple con los objetivos planteados.

5.2. Recomendaciones

A partir de los resultados alcanzados en el presente proyecto, se pueden señalar las siguientes recomendaciones:

- Para la implementación total del presente proyecto, se tienen que incrementar los subsistemas de control y administración de usuarios permisos. Se tienen que desarrollar subsistemas para la configuración de variables para la implementación del dispositivo a una red LAN, también para una configuración online de rango seguro para los parámetros ambientales.
- El dispositivo se debe instalar al interior del rack y en un espacio en contacto con el flujo de aire.
- Se recomienda a las diferentes instituciones que cuentan con centros de datos, que por tratarse de unos sistemas de alta criticidad, se debe contar con algún tipo de herramienta para el monitoreo con algún tipo de alarma visible y audible, independiente del proporcionado en el sistema de acondicionamiento.
- El prototipo propuesto cuenta con sensores para detectar la humedad y temperatura, el prototipo puede ser ampliado para incorporar diferentes tipos de sensores, y una mayor cantidad. La infraestructura del prototipo de este proyecto es reciclable para otro tipo de proyecto que requieran de las bondades de una conexión a una red Ethernet.
- El dispositivo desarrollado puede ser administrado de forma remota desde una conexión a internet, simplemente con la asignación de una dirección IP pública, sin embargo no se considera aconsejable, porque no se consideraron los permisos de acceso, tampoco los temas de seguridad para un desempeño seguro, estos temas son

imprescindibles para un equipo informático en la red, y se deja para una posible ampliación en el futuro.

- Para la implementación en un entorno de producción, se debe considerar el nivel de redundancia necesario. Siendo este un equipo electrónico y desarrollado en base a hardware y software susceptibles de falla, es una buena práctica utilizar sistemas de redundancia para mitigar este aspecto de los equipos en general. En este caso se puede considerar utiliza un nivel de renuncia $2N$ [32], mismo que significa que se instalara un sistema adicional idéntico al instalado, que será activado de forma automática en cuanto se produzca alguna falla del dispositivo principal.



Bibliografía

- [1] Hugo Mayta Palacios “Diseño de un sistema de supervisión de tiempos y recorridos en rutas del transporte público urbano en la ciudad de La Paz”, Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia, 2013.
- [2] Edgar Gonzales Laura “Velocidad e Infracción para vehículos”, Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia, 2008.
- [3] Kenneth E. Kendal y Julie E. Kendal, “Análisis y Diseño de Sistemas”, Prentice Hall, Octava Edición, 2011.
- [4] Rumbaugh James, Jacobson Ivar and Booch Grady Libro: “El proceso Unificado de Desarrollo de software”, Addison Esley, 2000.
- [5] TIA STANDARD, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, TIA-942 <https://manuais.iessanclemente.net/images/9/9f/Tia942.pdf>, 2005.
- [6] International Computer Room Experts Association, “Norma internacional para la construcción e instalación de equipamiento de ambientes para el equipo de manejo de tecnologías de información y similares”, ICREA-Std-131-2015, Segunda edición, 2015. Dirección web: <http://www.icrea-international.org/nuevoPortal/publicaciones.asp>.
- [7] Geist, “Instruction Manual Environmental Monitoring Unit Watchdog 1200 Series”, http://www.geistglobal.com/sites/all/files/site/gm1089_-_watchdog_1200_series_user_manual_1.pdf, 2015.
- [8] “Centro de procesamiento de datos”, https://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_procesamiento_de_datos
- [9] “Diseño de Centros de Procesamiento de Datos”, <http://www.dovinet.com/es-do/verArticulo.aspx?Id=133>

- [10] “Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22”,
<http://www.naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/58-sensor-de-humedad-relativa-y-temperatura-dht22.html>
- [11] “Módulo de temperatura y humedad AM2302 – Manual del producto”,
<http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2302.pdf>
- [12] “Termómetro digital”, <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20-PAR.pdf>, 2008.
- [13] “Raspberry Pi”, https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [14] “Qué es Linux”, http://linux.ciberaula.com/articulo/que_es_linux
- [15] “Raspbian”, <https://es.wikipedia.org/wiki/Raspbian>
- [16] “Servidor Web”, https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web
- [17] “Servidor HTTP Apache”, https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache
- [18] “¿Qué es PHP?”, <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- [19] “MySQL”, <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- [20] “Valores separados por comas”,
https://es.wikipedia.org/wiki/Valores_separados_por_comas
- [21] “Python”, <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>
- [22] “Notepad++”, https://es.wikipedia.org/wiki/Notepad%2B%2B#cite_note-tec-3
- [23] “1-Wire”, <https://es.wikipedia.org/wiki/1-Wire>
- [24] “Modelo TCP/IP”, https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_TCP/IP
- [25] “SSH”, https://es.wikipedia.org/wiki/Secure_Shell
- [26] “Proceso Unificado Racional”,
https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Unificado_Racional#cite_note-1
- [27] Jorge Antonio Nava Amador, “Aplicación de RUP en el Desarrollo de Proyectos de Sistemas Electrónicos”, Noviembre 2004.

- [28] Rumbaugh James, Jacobson Ivar and Booch Grady Libro: “El proceso Unificado de Desarrollo de software”, Addison Esley, 2000.
- [29] Rumbaugh James, Jacobson Ivar and Booch Grady Libro: “El Lenguaje Unificado de Modelado”, Addison Esley, Segunda Edición. 2007.
- [30] “El monitoreo medioambiental en los Data Center evita que se caiga el servidor y se paralice una industria”, <https://www.revistavirtualpro.com/noticias/el-monitoreo-medioambiental-en-los-data-center-evita-que-se-caiga-el-servidor-y-se-paralice-una-industria>
- [31] Herson Esquivel Vargas, “Monitoreo de humedad y temperatura en colecciones biológicas con herramientas de software libre”, Febrero 2011.
- [32] Estándares sobre Diseño y Funcionamiento de Data Center,
“https://www.academia.edu/7857274/Est%C3%A1ndares_sobre_Dise%C3%B1o_y_Funcionamiento_de_Data_Center”.

Anexos

Anexo A: Códigos de software implementadas en el proyecto

a) Código del subsistema de adquisición de datos.

```
#!/usr/bin/env python
import os
import time
import datetime
import glob
import MySQLdb
import sys
import Adafruit_DHT
from time import strftime

os.system('modprobe w1-gpio')
os.system('modprobe w1-therm')
temp_sensor = '/sys/bus/w1/devices/28-0000051f37f1/w1_slave'

db = MySQLdb.connect(host="localhost", user="root", passwd="", db="temp_database")
cur=db.cursor()

def tempRead():
    t = open(temp_sensor, 'r')
    lines =t.readlines()
    t.close()
    temp_output=lines[1].find('t=')
    temp_string = lines[1].strip()[temp_output+2:]
    temp_c=float(temp_string)/1000
    return round(temp_c,1)

def humRead():
    sensorDHT=Adafruit_DHT.DHT11
    pin=23
    humedad=0
    try:
        humedad,temp2=Adafruit_DHT.read_retry(sensorDHT,pin)
    except Exception,e:
        print str(e)
    return round(humedad,1)

while True:
    temp=tempRead()
    print temp
    hum=humRead()
    print hum
    datetimeWrite=(time.strftime("%Y-%m-%d ") + time.strftime("%H:%M:%S"))
```

```
print datetimeWrite
sql = (""INSERT INTO regHumTemp (dateTime,temperatura,humedad) VALUES
(%s,%s,%s)""), (datetimeWrite,temp,hum))
try:
    print "Writing to db..."
    cur.execute(*sql)
    db.commit()
    print "Write complete"
except:
    db.rollback()
    print "Failed writing to db..."
cur.close()
db.close()
break
```

b) Código para generar el archivo de registro de los parámetros ambientales.

```
#!/bin/bash
sleep 5
mysql -u root -p temp_database -e 'select * from
regHumTemp;'/>/home/pi/tempLog/parametrosAmbientales.txt
cat /home/pi/tempLog/parametrosAmbientales.txt | tr "\t" "," >
/var/www/html/proto1/parametrosAmbientales.csv
```

Para la evaluación del rango seguro de operación y activación de alarma.

```
#!/usr/bin/env python
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import MySQLdb
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(26,GPIO.OUT)
def onLed():
    print "Ejecucion iniciada..."
    GPIO.output(26, True)
    time.sleep(1)
    print "Ejecucion finalizada"
def offLed():
    print "Ejecucion iniciada..."
    GPIO.output(26, False)
    print "Ejecucion finalizada"
dbHost= 'localhost'
dbUser= 'root'
```

```
dbPass= "
dbName= 'temp_database'
db=MySQLdb.connect(dbHost, dbUser, dbPass,dbName)
c = db.cursor(MySQLdb.cursors.DictCursor)
c.execute("SELECT * FROM rangoSeguro")
result_set = c.fetchall()
c.execute("SELECT * FROM regHumTemp")
result_set2 = c.fetchall()
numrows = c.rowcount
c.close()
db.close()
for row in result_set:
    tempMinima=row["tempMin"]
    tempMaxima=row["tempMax"]
    humMinima=row["humMin"]
    humMaxima=row["humMax"]

#para los valores actuales
for row2 in result_set2:
    horaFecha=row2["dateTime"]
    temperatura=row2["temperatura"]
    humedad=row2["humedad"]
print tempMinima, tempMaxima, humMinima, humMaxima
print horaFecha, temperatura, humedad
#print numrows
if (temperatura< tempMinima or temperatura>tempMaxima):
    print "Activar alarma por temperatura"
    onLed()
elif (humedad<humMinima or humedad>humMaxima):
    print "Activar alarma por humedad"
    onLed()
else:
    print "No activar alarma"
    offLed()
```

c) Código de programa para la implementación de interfaz Web.

index.php

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Proyecto de Grado</title>
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="assets/css/bootstrap.css">
```

```
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="assets/css/estilo.css">
<script src="js/jquery-3.3.1.min.js"></script>
<script src="js/bootstrap.js"></script>
</head>
<body>
<header>
  <div class="container" id="divtitulo">
    <ul>
      <li><a href="index4.php"><strong>INGRESAR</strong></a></li>
      <li><a href="index.php"><strong>HOME</strong></a></li>
    </ul>
  </div>
</header>
<article>
  <p>UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS</p>
  <br>
  <p><strong>PROYECTO DE GRADO</strong></p>
</article>
<article>
  <p>DISEÑO DE UN MONITOR AMBIENTAL PARA LA<br>
  CUANTIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE<br>
  PARÁMETROS AMBIENTALES DE UN CENTRO DE DATOS</p>
</article>
<article>
  <p>LA PAZ - BOLIVIA<br>
  2018</p>
</article>
</body>
</html>
```

Vistas de las opciones para descarga y demás.
Index4.php

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Proyecto de Grado</title>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="assets/css/bootstrap.css">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="assets/css/estilo.css">
  <script src="js/jquery-3.3.1.min.js"></script>
  <script src="js/bootstrap.js"></script>
</head>
<body>
<header>
  <div class="container" id="divtitulo">
    <ul>
```

```
                <li><a
href="descargaRasp.php"><strong>DESCARGAR_REPORTE</strong></a></li>
                <li><a href="index.php"><strong>HOME</strong></a></li>
            </ul>
        </div>
</header>
<article>
    <p><strong>PARAMETROS AMBIENTALES DEL PUNTO DE
MONITOREO</strong></p>
    <p style="color:red;"><strong>
<?php
require 'index3.php';
echo "$datetime";
echo "\n\n";
echo "$temp"; echo "°C";
echo "\n\n";
echo "$hum"; echo "%";
?>
</strong></p>
</article>
<article>
    <p>UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS</p>
    <br>
    <p><strong>PROYECTO DE GRADO</strong></p>
</article>
<article>
    <p>DISEÑO DE UN MONITOR AMBIENTAL PARA LA<br>
CUANTIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE<br>
PARÁMETROS AMBIENTALES DE UN CENTRO DE DATOS</p>
</article>
<article>
    <p>LA PAZ - BOLIVIA<br>
2018</p>
</article>
</body>
</html>
```

d) Función para ejecutar la descarga de archivo.

```
<?Php
$file="parametrosAmbientales.csv";
//$file2=explode("", $file);
header("Content-Type: application/octet-stream");
header("content-Type:application/force-download");
header("Content-Disposition: inline;filename='reporte.csv'");
```

```
header("Content-length:filesize($file)");  
@readfile($file);  
?>
```

e) Tareas programadas en el fichero crontab.

```
* /5 * * * * /home/pi/tempLog/readTempSQL.py  
* /5 * * * * /home/pi/tempLog/leerHumTempSQL3.py  
* /5 * * * * /home/pi/tempLog/generarCsv.sh  
* /1 * * * * /home/pi/pruebas/python/readTemperature/consultaAlarma.py 1> /dev/null 2>  
/home/pi/ficheroError.log
```

Anexo B: TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, en el Anexo G.6 especifica:

G.6 Mechanical systems requirements

G.6.1 General mechanical requirements

G.6.1.1 Environmental air

The mechanical system should be capable of achieving the following computer room environmental parameters:

Temperature: 20°C to 25°C (68°F to 77°F)

Normal set points:

22°C (72°F)

Control $\pm 1^\circ\text{C}$ (2°F)

Relative Humidity: 40%to 55%

Normal set points:

45% RH

Control $\pm 5\%$

Coordinate cooling system design and equipment floor plans so that airflow from cooling equipment travels in a direction parallel to the rows of cabinets/racks.

Print rooms should be isolated rooms with separate air conditioning system so as not to introduce contaminants such as paper and toner dust into the remainder of the data center.