

**INVERNADERO DE RIEGO Y TEMPERATURA CONTROLADO
REMOTAMENTE DESDE LA WEB BASADO EN TECNOLOGÍAS MÓVILES**

**JULIO ENRIQUE BARÓN ALARCÓN
DIEGO FERNANDO PÉREZ OROZCO**



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D. C.
2017**

**INVERNADERO DE RIEGO Y TEMPERATURA CONTROLADO
REMOTAMENTE DESDE LA WEB BASADO EN TECNOLOGÍAS MÓVILES**

**JULIO ENRIQUE BARÓN ALARCÓN
DIEGO FERNANDO PÉREZ OROZCO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

**DIRECTOR
INGENIERO MIGUEL HERNANDEZ BEJARANO**



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D. C.
2017**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 24 de Abril de 2017

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis de grado a nuestras familias, a María Fidelia Alarcón Mora (q.e.p.d) y Bernardino Barón, padres de Julio Enrique Barón Alarcón, por su apoyo incondicional, por ser el pilar fundamental en todo lo que hoy soy.

Y También queremos dedicar esta tesis de grado a Ana Orozco Gallego y Javier Pérez Lizcano, padres de Diego Fernando Pérez Orozco, quienes me dieron vida, educación, apoyo, consejos. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios para conseguir mis objetivos.

Quienes todos juntos han intervenido y han hecho posible la formación de nuestros conocimientos como profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a nuestro director de tesis docente Ingeniero Miguel Hernández Bejarano, por su ayuda, colaboración y apoyo incondicional. Bajo su enseñanza e investigación por las microcomputadoras Raspberry Pi 2 modelo B+ en las cuales se basa este proyecto.

Al ingeniero docente Celio Gil Aros, quien fue un apoyo incondicional durante la culminación de este trabajo de grado.

A la Fundación Universitaria Los Libertadores y todo el grupo de docentes por brindarnos sus conocimientos en nuestros primeros pasos para nuestra formación académica y brindarnos una educación de alta calidad.

También un especial agradecimiento a Mary Elizabeth Pérez Rozo esposa de Julio Barón Alarcón quien me apoyo, alentó y ánimo para continuar día a día y alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

Finalmente a nuestros familiares que fueron la inspiración para dar lo mejor de nosotros cada día a lo largo de nuestra vida.

Tabla de contenido

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
RESUMEN.....	16
1. ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	19
1.4.1 Razones sociales	19
1.4.2 Razones económicas	20
1.4.3 Razones organizacionales.....	20
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES	20
1.5.1 Alcance.....	20
1.5.2 Limitaciones.....	21
1.6 DELIMITACIÓN	21
1.6.1 Espacial.....	21
1.6.2 Cronológica	21
1.6.3 Conceptual	22
1.6.4 Financiera.....	23
1.6.5 Metodología.....	24
1.7 OBJETIVOS.....	25
1.7.1 Objetivo general	25
1.7.2 Objetivos específicos.....	25
1.8 PROPOSITO	25
2 MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Estructuras de invernaderos	26
2.1.1 Estructura artesanal	27
2.1.2 Estructura industrial.....	27
2.2 Elementos de un invernadero industrial.....	27
2.2.1 Soportes	27
2.2.2 Pilares	28
2.2.3 Capitel	28
2.2.4 Cerchas	29
2.2.5 Canales de evacuación	29
2.2.6 Refuerzos	30

2.2.7	Ventanas cenitales	30
2.3	SISTEMAS DE RIEGO	31
2.3.1	Riego fertirrigación	31
2.3.2	Riego automático.....	31
2.3.3	Ventajas riego automático	31
2.3.4	Riego por aspersión	31
2.3.5	Ventajas del riego por aspersión	31
2.3.6	Riego por goteo	31
2.3.7	Ventajas del riego por goteo.....	32
2.4	Tipos de invernaderos	32
2.4.1	Invernaderos góticos	32
2.4.2	Elección adecuada	33
2.4.3	Ventajas.....	33
2.4.4	Invernaderos capilla	34
2.4.5	Elección de este invernadero	34
2.4.6	Ventajas.....	34
2.5	ESTADO DEL ARTE.....	35
2.5.1	Antecedentes.....	36
2.5.2	Aspectos legales	37
2.6	BASES TEORICAS	37
2.6.1	Lenguajes de programación	37
2.6.2	Bases Datos No SQL	38
2.6.3	Motor de base de datos firebase	39
2.6.4	Firestore.....	39
2.6.5	Servicios de firebase	40
2.6.6	Lenguaje unificado de modelado.....	40
2.6.7	Análisis y diseño orientado a objetos	41
2.6.8	Scrum metodología ágil.....	41
2.6.9	Materialize	42
2.6.10	Bootstrap	43
2.6.11	Highcharts	43
2.6.12	Raspberry pi modelo b+	43
2.6.13	Google	44
2.6.14	Domótica	44
2.6.15	La nube	45
2.6.16	Sensor lm35	45
2.6.17	Convertidor analógico digital (mcp3008)	46
2.6.18	Módulo relé.....	47
2.6.19	Electroválvula	47

2.7	HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO.....	48
2.7.1	Html5.....	48
2.7.2	JavaScript.....	49
2.7.3	Servidor web.....	49
2.7.4	Css.....	49
2.7.5	Python.....	50
2.7.6	Json.....	50
2.8	MARCO CONCEPTUAL.....	51
2.8.1	Metas a alcanzar.....	51
2.8.2	Principios.....	51
2.8.3	Enfoque.....	52
2.8.4	Producto a entregar.....	52
2.8.5	Controles.....	52
3	DISEÑO METODOLOGICO.....	53
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.2	METODOLOGIA.....	53
3.2.1	Análisis de necesidades.....	54
3.2.2	Población objetivo.....	54
3.2.3	Problema o necesidad a atender.....	54
3.2.4	Descripción del sistema actual.....	55
3.2.5	Diagnóstico de la situación actual.....	55
3.3	SPRINT CERO PLAN DE TRABAJO.....	56
3.4	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	56
3.5	PRODUCT BACKLOG HISTORIAS DE USUARIO.....	56
3.5.1	Historias de usuario con criterios de aceptación.....	58
3.6	DURACION DE LOS SPRINT.....	60
3.7	ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS.....	60
3.7.1	Requerimientos funcionales.....	61
3.7.2	Requerimientos No Funcionales.....	62
3.8	DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA DISEÑO DE CASOS DE USO ..	62
3.8.1	Formato caso de uso general.....	62
3.8.2	Formato caso de uso inicio de sesión.....	64
3.8.3	Formato caso de uso actualizar grafica de temperatura.....	66
3.8.4	Formato caso de uso actualizar registro de temperatura.....	67
3.8.5	Formato caso de uso activar modulo manual.....	68
3.8.6	Formato caso de uso modulo automático.....	69
3.8.7	Objetos json.....	70
3.8.8	Estructura árbol json.....	70
3.8.9	Diagrama de componentes.....	71

3.8.10	Diagrama de capas	71
3.8.11	Diagrama de secuencia	72
3.8.12	Diagrama de actividades	75
3.8.13	Diagrama de colaboración.....	75
3.8.14	Diagrama de despliegue.....	76
3.8.15	Diseño arquitectónico	77
3.9	PLANING UNO	78
3.9.1	Sprint uno diseño del nuevo sistema.....	78
3.9.2	Diseño mapa de navegación	79
3.9.3	Lista de funcionalidades	80
3.9.4	Product backlog uno.....	80
3.9.5	Sprint backlog uno.....	81
3.10	PLANING DOS	84
3.10.1	Sprint dos	84
3.10.2	Product backlog dos.....	84
3.10.3	Sprint backlog dos.....	85
3.11	PLANING TRES	88
3.11.1	Sprint tres.....	88
3.11.2	Product backlog tres.....	88
3.11.3	Sprint backlog tres.....	89
3.12	DISEÑO DE INTERFACE.....	92
3.13	DISEÑO DE SEGURIDAD Y CONTROLES	96
3.13.1	Base de datos.....	97
3.13.2	Matriz de funciones vs. Usuarios.....	97
3.13.3	Roles Y Perfiles	97
3.13.4	Permisos.....	97
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	98
4.1	Codificación de programas	98
4.2	BANCOS DE PRUEBA.....	99
4.2.1	Pruebas de función.....	99
4.2.2	Pruebas de caja blanca	99
4.2.3	Pruebas de caja negra	100
4.2.4	Pruebas de análisis de valores límite	100
4.3	Pruebas modulares.....	101
4.3.1	Pruebas del sistema	101
4.3.2	Pruebas de interfaz	101
4.3.3	Pruebas de calidad.....	101
4.4	INFORME DE PRUEBAS (RESULTADOS).....	102
4.5	ANALISIS DE RESULTADOS	103

4.6	CONCLUSIONES	103
4.7	RECOMENDACIONES.....	104
5	BIBLIOGRAFIA	105

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cronograma de Actividades.....	22
Tabla 2. Recurso de Hardware	23
Tabla 3. Recurso de Software.....	23
Tabla 4. Recurso Humano	24
Tabla 5. Plan de Trabajo Sprint Cero.....	56
Tabla 6. HU001 Ingresar a la Aplicación Web	58
Tabla 7. HU002 Ver Cambios de Temperatura.....	58
Tabla 8. HU003 Accionar el Riego.....	59
Tabla 9. HU004 Accionar la Calefacción	59
Tabla 10. HU005 Accionar el Enfriamiento	59
Tabla 11. HU006 Control Automático del Invernadero.....	60
Tabla 12. Serie Fibonacci para puntuación de HU.....	60
Tabla 13. Lista de requerimientos funcionales.....	61
Tabla 14. Caso de Uso General.....	63
Tabla 15. Inicio de sesión	64
Tabla 16. Actualizar grafica de temperatura	66
Tabla 17. Actualizar registro de temperatura	67
Tabla 18. Activar Modulo Manual.....	68
Tabla 19. Caso De Uso Modulo Automático	69
Tabla 20. Personas y roles del proyecto	80
Tabla 21. Product BackLog uno.....	81
Tabla 22. Sprint Backlog uno	82
Tabla 23. Product BackLog Dos	85
Tabla 24. Sprint Backlog Dos.....	86
Tabla 25. Product BackLog tres.....	89
Tabla 26. Sprint backlog tres	90
Tabla 27. Prueba de Caja Negra Análisis de Valores Límite	98
Tabla 28. Prueba de Caja Negra Análisis de Valores Límite	101
Tabla 29. Resultado de Prueba Autenticación	102
Tabla 30. Resultado de Prueba Modulo Manual	102
Tabla 31. Resultado de Prueba Modulo Automático.....	102
Tabla 32. Resultado de Pruebas Generales	103

TABLA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. soporte.....	27
Ilustración 2. Pilares.....	28
Ilustración 3. Capitel	28
Ilustración 4. Cerchas	29
Ilustración 5. Canales de Evacuación	29
Ilustración 6. Refuerzos	30
Ilustración 7. Ventanas Cenitales.....	30
Ilustración 8. Invernadero Gótico	33
Ilustración 9. Invernadero Capilla.....	34
Ilustración 10. Raspberry Pi 2 Modelo B+.....	44
Ilustración 11. Sensor Lm35	46
Ilustración 12. Convertidor analógico digital (mcp3008)	46
Ilustración 13. Módulo relé	47
Ilustración 14. Electroválvula	48
Ilustración 15. Historia épica de usuario	56
Ilustración 16. Historias de usuario	57
Ilustración 17. Historias de usuario	57
Ilustración 18. Caso de Uso General	64
Ilustración 19. Caso de Uso Inicio de sesión	65
Ilustración 20. Caso de uso Actualizar Grafica de Temperatura	67
Ilustración 21. Caso de Uso Actualizar registro de Temperatura	68
Ilustración 22. Caso Activar Modulo Manual.....	69
Ilustración 23. Caso de Uso Modulo Automático	70
Ilustración 24. Objetos json.....	70
Ilustración 25. Estructura árbol json.....	71
Ilustración 26. Diagrama de componentes.....	71
Ilustración 27. Diagrama de capas.....	72
Ilustración 28. Diagrama de secuencia inicio de sesión.....	72
Ilustración 29. Diagrama de secuencia actualizar grafica	73
Ilustración 30. Diagrama de secuencia módulo manual.....	74
Ilustración 31. Diagrama de secuencia módulo automático	74
Ilustración 32. Diagrama de actividades	75
Ilustración 33. Diagrama de colaboración	76
Ilustración 34. Diagrama de despliegue	76
Ilustración 35. Diseño arquitectónico de tres capas.....	78
Ilustración 36. Mapa de Navegación	79

Ilustración 37. Planing 1.....	83
Ilustración 38. Cronograma Planing 1.....	84
Ilustración 39. Planing 2.....	87
Ilustración 40. Cronograma Planing 2.....	88
Ilustración 41. Cronograma Sprint backlog 3.....	91
Ilustración 42. Formulario autenticación.....	92
Ilustración 43. Aplicación web.....	93
Ilustración 44. Grafica de temperatura.....	94
Ilustración 45. Módulo monitoreó.....	94
Ilustración 46. Módulo control.....	95
Ilustración 47. Tabla de Búsqueda.....	96
Ilustración 48. Cierre de cesión.....	96
Ilustración 49. Pruebas de Caja Blanca Autenticación.....	99
Ilustración 50. Pruebas de Caja Blanca Modo Manual.....	100

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos bajo invernadero es una de las técnicas más modernas que se utilizan actualmente en la producción agrícola. La ventaja del sistema de invernadero sobre el método tradicional a cielo abierto, es que, bajo invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera limita un microclima que permite proteger el cultivo del viento, lluvia, plagas, enfermedades, hierbas y animales. Igualmente, esta protección permite al agricultor controlar la temperatura, la cantidad de luz y aplicar efectivamente control químico y biológico para proteger el cultivo. (Importancia de los Invernaderos, 2017).

El hecho de poder sembrar plantas fuera de temporada y en la época de invierno sin temor a que las plantas mueran debido a las bajas temperaturas, es una de las principales ventajas de un invernadero. También nos otorga la capacidad de sembrar plantas poco antes de su época de desarrollo dentro del invernadero (Importancia de los Invernaderos, 2017)

Las empresas de éxito se diferencian por el uso o desarrollo de tecnología y la forma en que prestan sus servicios, el campo no debe ser la excepción, las empresas agrícolas deben usar la tecnología existente en el mercado, Los agros negocios están relacionados fuertemente con nuevas tecnologías, por ejemplo la producción en invernadero, la hidroponía, la biotecnología, etcétera.

Para lograr que la vida pos cosecha de cualquier producto agrícola se mantenga en óptimas condiciones es necesario conocer las condiciones de manejo de cada producto, esto es, la temperatura y humedad necesarias. La información es también un recurso que marca la diferencia (tecnología de la información). Tanto es así que ahora es posible monitorear las condiciones de un invernadero cualquiera que sea su localización, si bien es cierto que el campo pertenece al sector primario de la economía nacional, esto no es un indicativo de retraso tecnológico o no debería serlo. (La importancia de la tecnología en los agronegocios, 2017).

La idea de este proyecto nace a partir de la necesidad de monitorear la variaciones climatológicas en invernaderos, donde es de gran importancia contar con sistemas que permitan optimizar los procesos , la calidad de la producción, y operar un sistema para controlar remotamente la activación de los dispositivos eléctricos por medio de la tecnología móvil, surge también la viabilidad de adaptar sensores y tomar acciones dependiendo de las lecturas arrojadas, es así como se forma la idea del **proyecto INCOREW**, Invernadero Controlado Remotamente desde la web, con el propósito de brindar un servicio que permita al usuario controlar y monitorear la temperatura dentro del invernadero desde cualquier lugar donde haya un computador o celular con acceso a internet , incluso visualizar el valor en grados centígrados de la temperatura en tiempo real y grafica de las lecturas tomadas por el sensor de temperatura durante el día.

El proyecto implementa un sistema para controlar el riego de un cultivo y la temperatura dentro de un invernadero, el sistema funciona remotamente utilizando como medio de comunicación las redes móviles, aplicaciones web y celulares de última generación. Gracias a lenguajes de programación como Java Script, Python, HTML5, que hacen posible desarrollar esta aplicación la cual se puede adaptar al gusto del consumidor para sus diferentes cultivos en los invernaderos.

El sistema se accionará automáticamente dependiendo de las lecturas tomadas con el sensor de temperatura y del rango establecido para el cultivo seleccionado dentro del invernadero, para ello se activa un sistema de calefacción o un mecanismo creador de una atmosfera húmeda, logrando así mantener un ambiente ideal para el invernadero y por lo tanto la producción de mejores cultivos.

El entorno del ser humano día a día está en constante cambio por ello surge la necesidad de controlar el entorno y adaptarlo a nuestras necesidades y conseguir una vida más cómoda por esa motivación se ha desarrollado este proyecto.

El problema actual del cambio climático ha impactado en grandes proporciones la productividad y la calidad de los frutos, problemas de humedad relativa que han aumentado la presencia de hongos reduciendo la calidad y la productividad y aumentando los costos. Esto explica porque el invernadero debe ser un área protegida y controlada, establecida para evitar que la plantación se exponga a todos los factores que pudieran perjudicar sus resultados.

Un invernadero automatizado representa el ahorro de dinero, ya que gracias a este sistema se utiliza el material exacto necesario para las plantas, sin hacer desperdicios, y también se hace un ahorro de tiempo, ya que el sistema de invernadero automatizado hace la mayoría de las tareas que deberían estar haciendo los cultivadores.

RESUMEN

Los invernaderos ayudan a mejorar la producción de plantas o cultivos y dentro de ellos hay un control del ambiente que necesitan las plantas o cultivos para crecer y aumentar la calidad de los productos cultivados. Son utilizados en zonas donde las condiciones climáticas son muy variadas y no favorecen los cultivos al aire libre.

Para la implementación del proyecto invernadero controlado remotamente desde la web basado en tecnologías móviles, se construyó un prototipo de maqueta replica de un invernadero, haciendo uso de protoboard 175 puntos, sensor de temperatura LM35, microcomputadora Raspberry Pi2 para instalar el sistema operativo Raspbian Jessie y el software desarrollado en Python 2.7, con el objetivo de controlar la temperatura dentro de un invernadero y lograr monitorearla desde la web.

Para llevar a cabo la comunicación entre el invernadero y la aplicación web, se desarrolló una aplicación de software que está en constante ejecución, tomando el valor que arroja el sensor de temperatura convirtiéndolo a grados centígrados y enviando el resultado a la base de datos no SQL Firebase de google en tiempo real. La aplicación web toma los valores o estados de los campos de la base de datos y los muestra por pantalla en un entorno grafico donde el usuario visualiza las acciones que el sistema está haciendo en el invernadero, acciones como activación del mecanismo de calefacción, activación del mecanismo de enfriamiento o la lectura en grados centígrados que arroja el sensor de temperatura.

Para la comunicación desde la web hacia el invernadero hay un módulo gráfico, y cualquier acción realizada sobre los botones se verá reflejada inmediatamente en los campos de la base de datos, y el software desarrollado al estar en constante ejecución tiene una instrucción capaz de detectar cualquier cambio en dicha base de datos , e internamente interpretarla y tomar acciones sobre los mecanismos para calentar o enfriar el ambiente dentro del invernadero, o realizar el riego de agua al cultivo.

1. ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día la integración con la tecnología da una variedad infinita de posibilidades para facilitar las actividades, Los sistemas han dado un giro increíble a las tareas diarias, las cuales eran complicadas por algún factor y que ahora para las nuevas generaciones parecen tan simples, la ciencia ha redefinido el modo y la forma en que una tarea puede ser complicada o no, con el control automático y remoto del clima en un invernadero se logra facilitar por medio de las tecnologías actividades que antes podían ser complicadas, rutinarias o demoradas , como por ejemplo realizar el riego de un cultivo que se encuentre fuera del alcance de la persona.

En un invernadero artesanal y un sistema manual de riego, se dificulta la forma en que una tarea tan simple se ejecuta, una persona puede tardar demasiado tiempo realizando tareas de riego, activando los mecanismos de ventilación o calefacción, si lo analizamos en un contexto ambiental esto hace que a diario se desperdicie energía y agua en los tiempos que tardaría el desplazamiento de la persona por ello se debe utilizar un sistema de riego eficiente y económicamente viable para asegurar un adecuado manejo del recurso hídrico.

¿Se puede integrar una tecnología móvil con una microcomputadora Raspberry Pi 2 Modelo B+ capaz de activar automáticamente los mecanismos de riego, calefacción o enfriamiento para mantener el mismo ambiente dentro de un invernadero, monitorearlo de forma remota y ejecutar acciones en tiempo real?

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo del presente proyecto es implementar un sistema para controlar el riego y la temperatura dentro del invernadero que adopte este sistema.

La idea nació para brindar una solución alternativa de bajo costo a las diferentes problemáticas que afectan el diario vivir de la población dedicada a cultivar dentro de los invernaderos y mitigar enormes errores de los cuales se han derivado problemas de sanidad vegetal que han costado enormes sumas de dinero en agroquímicos, problemas de altas temperaturas que han reducido la productividad y la calidad de los frutos, problemas de humedad relativa que han aumentado la presencia de hongos reduciendo la calidad y la productividad y aumentando los costos. Esto explica porque el invernadero debe ser un área protegida y controlada, establecida para evitar que la plantación se exponga a todos los factores que pudieran perjudicar sus resultados. (planthogar.net, 2016)

El riego automático es más efectivo que el manual con manguera, con este se puede regular la cantidad de agua diaria que necesitan las plantas. Al ser uniforme para cada zona, se asegura aportar la cantidad justa de agua, aprovechando cada

gota y evitando desperdicio de agua. Además de lo práctico pues no se necesita estar pendiente del riego.

Con el riego a manguera no se controla las cantidades de agua, así que normalmente se proporciona más y mal repartida lo que produce un crecimiento desigual de las plantas. (mundojardineria, 2017)

El proyecto nació con el fin de ayudar a los cultivadores también tiene un fin comercial, por lo cual el público objetivo es bastante amplio ya que permitirá llegar a convertir un invernadero casero en un invernadero dotado con tecnología, donde los operarios puedan tener un control remotamente.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, en cumplimiento de las funciones de informar al estado y a la comunidad colombiana acerca del ambiente, particularmente sobre el clima, ha venido desarrollando investigación para detectar las evidencias del cambio climático en Colombia. En la actualidad, el IDEAM basado en estudios propios y en el estado del tema en el país, dispone de conocimiento suficientemente sustentado sobre el cambio climático en Colombia, el cual presenta a las diferentes entidades, sectores socioeconómicos y regiones del país, así como al público en general, para que sirva de elemento en las decisiones de programas de mitigación del calentamiento global y de adaptación al cambio climático. (Ideam.gov.co, 2017)

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La solución planteada a este problema es implementar un sistema para controlar el riego, la temperatura y la humedad dentro del invernadero que adopte este sistema.

El sistema podrá realizar actividades como:

- Si la temperatura está por debajo del rango establecido para el cultivo seleccionado, el sistema activa un mecanismo de calefacción para subir la temperatura o si está por encima del rango establecido se activa un mecanismo y crea una atmosfera húmeda bajando así la temperatura hasta llegar al punto ideal establecido.
- Abrir o cerrar el sistema de riego automáticamente desde la aplicación web, por parte del operario encargado.
- La aplicación guardara un histórico de las lecturas tomadas con el sensor de temperatura día tras día.
- Monitorear la temperatura del invernadero remotamente desde un celular o computador con internet.
- Al ingresar a la aplicación se visualizara una gráfica con las lecturas registradas por el sensor de temperatura.
- Llevar a cabo tareas de control y monitoreo del invernadero remotamente

Pregunta de investigación:

¿Qué beneficios le reportaría a los invernaderos automatizar la temperatura haciendo uso de Raspberry pi?

1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Los invernaderos se utilizan para cultivar o almacenar plantas y debido a los cambios climáticos, en los meses con más calor es muy importante controlar las altas temperaturas en los cultivos, y sobre todo los que están cubiertos por plástico o bajo cualquier otro tipo de cubierta. Mediante un buen monitoreo, no sólo aumenta la seguridad del agricultor, también se incrementa la calidad y la producción, y con ello la rentabilidad.

Otro problema de las temperaturas altas en los invernaderos es la falta de turgencia o presión que generan algunos líquidos en las paredes celulares y la elasticidad sufrida por las células del vegetal, ya que el sistema radicular no es capaz de suministrar a las hojas el agua necesaria para la transpiración, de este modo las hojas cierran sus estomas, detienen la evaporación, y consecuentemente el crecimiento. (Seipasa.com, 2016).

Se requiere modernizar los mecanismos de riego, enfriamiento y calefacción, por un sistema autónomo que funcione remotamente y que permita monitorear la temperatura ambiente del invernadero. A diferencia de los invernaderos tradicionales que solo producen cosechas en ciertas temporadas del año bajo condiciones supervisadas existe su contra parte, los invernaderos hidropónicos una verdadera manera de tener una producción con sistemas de riego todo el año. (Agropinos.com, 2017)

Un invernadero automatizado representa el ahorro de dinero, ya que gracias a este sistema se utiliza el material exacto necesario para las plantas, sin hacer desperdicios, y también se hace un ahorro de tiempo, ya que el sistema de invernadero automatizado hace la mayoría de las tareas que deberían estar haciendo los cultivadores, y dejándoles más tiempo libre para utilizarlo en cualquier otra cosa. Los invernaderos automatizados tienen un total control sobre todas las variables que son indispensables para las plantas, como la temperatura, la humedad relativa, la energía lumínica, etc. Y a su vez, da un incremento de la producción de cultivos. (Eljardin.ws, 2017)

1.4.1 Razones sociales

Como razones sociales existen entre otras las siguientes:

Los dueños de invernaderos se verán beneficiados con la implementación de este novedoso sistema, ya que podrán contar con una herramienta que facilitara la

gestión de tareas manuales y la ejecución de las mismas es confiable, oportuna y a un bajo costo.

1.4.2 Razones económicas

La implementación de este sistema apoyado con Raspberry pi2 modelo B+ tarjeta de tamaño reducido que realiza las mismas funciones de un computador y cuyo costo es menor, lo cual hace viable la integración a un bajo costo.

La primera versión será implementada en un prototipo de maqueta en el cual se simulara el cultivo en un invernadero. Por lo tanto los costos serán asumidos por los desarrolladores y gestores del proyecto.

1.4.3 Razones organizacionales

Las organizaciones dedicados a cultivar en invernaderos con el ánimo de sacar productos de mejor calidad y como política interna ofrecer un excelente servicio a la comunidad brindándoles productos de primera necesidad para la canasta familiar, consideran necesario el desarrollo e implementación de este tipo de sistema que da soluciones a tareas que se ejecutan manualmente lo cual puede incurrir en errores humanos y ocasionar un daño grave en la producción.

1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcance

El alcance de este proyecto está de acuerdo con las necesidades planteadas por los agricultores que tienen sus cultivos cubiertos por un invernadero. El clima es un factor importante y el agricultor puede requerir tecnologías más avanzadas, este proyecto se ha considerado un punto inicial con un nivel tecnológico para comenzar a desarrollar aplicaciones que satisfagan las necesidades del agricultor.

La metodología será la siguiente:

Inicialmente se ha documentado los requerimientos principales sobre el clima en los invernaderos donde se pretende implementar este sistema para lograr la culminación de los objetivos.

Análisis: Es el primer paso del análisis del sistema, en este proceso el Analista se reúne con el cliente y/o usuario (un representante institucional, departamental o cliente particular), e identifican las metas globales, se analizan las perspectivas del cliente, sus necesidades y requerimientos, sobre la planificación temporal y presupuestal, líneas de mercadeo y otros puntos que puedan ayudar a la identificación y desarrollo del proyecto.

Diseño: El diseño de un sistema de información produce los detalles que establecen la forma en la que el sistema cumplirá con los requerimientos identificados durante la fase de análisis. Los especialistas en sistemas se refieren, con frecuencia, a esta etapa como diseño lógico en contraste con la del desarrollo del software, a la que denominan diseño físico. (ingenieraupoliana, 2017).

Implementación: la etapa de la implementación, en donde se pone en marcha todo el sistema y el personal comienza con el uso de esta herramienta. (Sistemasycalidadtotal, 2016), se verifica e instala el nuevo equipo, se entrena a los usuarios, se instala la aplicación y se construyen todos los archivos de datos necesarios para utilizarla. Una vez instaladas, las aplicaciones se emplean durante muchos años. (ingenieraupoliana, 2017).

Pruebas: Las pruebas de software (en inglés software testing) son las investigaciones empíricas y técnicas cuyo objetivo es proporcionar información objetiva e independiente sobre la calidad del producto a la parte interesada o stakeholder. Durante la prueba de sistemas, la aplicación se emplea de manera experimental para asegurarse de que el software no tenga fallas, es decir, que funciona de acuerdo con las especificaciones y en la forma en que los usuarios esperan que lo haga. Se alimentan como entradas conjunto de datos de prueba para su procesamiento y después se examinan los resultados. (ingenieraupoliana, 2017)

1.5.2 Limitaciones

Solo se hará el análisis, diseño, implementación y pruebas.
Para implementar este sistema se requiere de una conexión a Internet.
Este proyecto a corto plazo se genera en forma de prototipo para identificar fallas en el sistema.

1.6 DELIMITACIÓN

1.6.1 Espacial

Este proyecto se realizara en las instalaciones de la Fundación Universitaria Los Libertadores sede Bogotá, quien proveerá los asesores de este proyecto.

1.6.2 Cronológica

El proyecto tendrá una duración de seis (10) meses calendario como se observa en el cronograma de actividades, el cual se visualiza en la tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
INVERNADERO DE RIEGO Y TEMPERATURA CONTROLADO REMOTAMENTE DESDE LA WEB BASADO EN TECNOLOGÍAS MÓVILES	INICIO	FIN	Duracion en dias	Año 2016					Año 2017			
				Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
FASE 1. ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN	1-ago-16	30-sep-16	61									
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1-ago-16	5-ago-16	5									
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6-ago-16	10-ago-16	5									
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	11-ago-16	16-ago-16	6									
1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGA	17-ago-16	22-ago-16	6									
1.4.1 Razones Sociales	23-ago-16	25-ago-16	3									
1.4.2 Razones Económicas	26-ago-16	28-ago-16	3									
1.4.3 Razones Organizacionales	29-ago-16	31-ago-16	3									
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES	1-sep-16	7-sep-16	7									
1.5.1 Alcance	1-sep-16	3-sep-16	3									
1.5.2 Limitaciones	4-sep-16	7-sep-16	4									
1.6 DELIMITACIÓN	8-sep-16	21-sep-16	14									
1.6.1 Espacial	8-sep-16	10-sep-16	3									
1.6.2 Cronológica	11-sep-16	13-sep-16	3									
1.6.3 Conceptual	14-sep-16	16-sep-16	3									
1.6.4 Financiera	17-sep-16	19-sep-16	3									
1.6.5 Metodología	20-sep-16	21-sep-16	2									
1.7 OBJETIVOS	22-sep-16	30-sep-16	9									
1.7.1 Objetivo General	22-sep-16	23-sep-16	2									
1.7.2 Objetivos Especificos	24-sep-16	27-sep-16	4									
1.8 PROPOSITO	28-sep-16	30-sep-16	3									
FASE 2. MARCO TEÓRICO	1-oct-16	30-dic-16	91									
2.1 Estructuras de invernaderos	1-oct-16	15-oct-16	15									
2.2 Elementos de un invernadero industrial	16-oct-16	24-oct-16	9									
2.3 SISTEMAS DE RIEGO	25-oct-16	5-nov-16	12									
2.4 Tipos de invernaderos	6-nov-16	16-nov-16	11									
2.5 ESTADO DEL ARTE	17-nov-16	25-nov-16	9									
2.6 BASES TEORICAS	26-nov-16	10-dic-16	15									
2.7 MARCO CONCEPTUAL	11-dic-16	30-dic-16	20									
FASE 3. DISEÑO METODOLÓGICO	2-ene-17	30-abr-17	119									
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	2-ene-17	2-ene-17	1									
3.2 METODOLOGIA	6-ene-17	8-ene-17	3									
3.3 SPRINT CERO PLAN DE TRABAJO	9-ene-17	18-ene-17	10									
3.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	19-ene-17	31-ene-17	13									
3.5 PRODUCT BACKLOG HISTORIAS DE USUARIO	1-feb-17	13-feb-17	13									
3.6 DURACION DE LOS SPRINT	14-feb-17	16-feb-17	3									
3.7 ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS	17-feb-17	10-mar-17	22									
3.8 DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA	11-mar-17	31-mar-17	21									
3.9 PLANING UNO	1-abr-17	10-abr-17	10									
3.10 PLANING DOS	11-abr-17	20-abr-17	10									
3.11 PLANING TRES	21-abr-17	30-abr-17	10									
FASE 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	1-may-17	29-may-17	29									
4.1 CODIFICACIÓN DE PROGRAMAS	1-may-17	3-may-17	3									
4.2 BANCOS DE PRUEBA	4-may-17	10-may-17	7									
4.3 PRUEBAS MODULARES	11-may-17	18-may-17	8									
4.4 INFORME DE PRUEBAS (RESULTADOS)	19-may-17	20-may-17	2									
4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	21-may-17	23-may-17	3									
4.6 CONCLUSIONES	24-may-17	25-may-17	2									
4.7 RECOMENDACIONES	26-may-17	27-may-17	2									
5. BIBLIOGRAFIA	28-may-17	29-may-17	2									
FIN DEL PROYECTO - DURACION TOTAL EN DIAS			300									

Fuente : Autores, 2017.

1.6.3 Conceptual

Comprende las siguientes fases de:

Análisis de Requerimientos Funcionales y no Funcionales en los cuales se indicara el alcance del proyecto.

Diseño y Modelamiento del proyecto, se realizan mockups con base a los requerimientos funcionales para identificar los componentes y los módulos. La implementación del Software, a partir de los diseños y construcción del software y finalmente las pruebas, las cuales garantizan la consistencia y funcionalidad del aplicativo.

1.6.4 Financiera

Como se puede observar en la tabla 2 Se cuenta con los siguientes recursos de hardware para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 2. Recurso de Hardware

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Raspberry Pi 2 Model B+ procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz memoria ram 512 pines gpio 40 Almacenamiento: tarjeta microSD 16GB USB: cuatro puertos USB 2.0 Procesador: Broadcom BCM2835 SoC full HD	1	\$ 200.000	\$ 200.000
TOTAL			\$ 200.000

Fuente : Autores, 2016. Recursos de Hardware

En la tabla 3 se hace referencia al recurso de software.

Tabla 3. Recurso de Software

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Modelamiento: (Start UML)	1	Software Libre	\$ 0
Sublime Text 3	1	Software Libre	\$ 0

Programación: Lenguaje Java Script	1	Software Libre	\$ 0
Programación: Lenguaje Python 2.7	1	Software libre	\$ 0
Programación: Lenguaje Html5	1	Software libre	\$ 0

Fuente : Autores, 2016. Recursos de Software

Como se puede observar en la tabla 4 el recurso humano.

Tabla 4. Recurso Humano

ITEM	CANTIDAD HORAS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Análisis-Diseño	100	\$15.000	\$1.500.000
Programación	50	\$15.000	\$750.000
Pruebas e Implementación	20	\$15.000	\$ 300.000
TOTAL			\$ 2.550.000

Fuente : Autores, 2016. Recurso Humano

Para la etapa de requerimientos, análisis y diseño se han estimado 50 horas mensuales durante 2 meses, tiempo total de esta etapa 100 horas.

Para la fase de programación se han estimado 50 horas, durante 1 mes. Además, se tuvieron en cuenta los siguientes insumos (adquirir tarjeta Raspberry Pi 2 modelo B+, sensor de temperatura, electroválvula de 12 V, prototipo de maqueta y gastos varios para realizar este proyecto con una inversión de \$ 2.750.000.

1.6.5 Metodología

En el desarrollo del presente proyecto la metodología utilizada es SCRUM, un proceso en el que se aplica un conjunto de buenas prácticas para trabajar en equipo.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Implementar un sistema de riego y temperatura controlado remotamente a través de la Web basado en tecnologías móviles.

1.7.2 Objetivos específicos

- Controlar automáticamente y manualmente un mecanismo de calefacción o enfriamiento del ambiente dentro del invernadero, el cual se accionara dependiendo de las lecturas tomadas con un sensor de temperatura.
- Diseñar y construir una réplica de un invernadero dentro de una maqueta la cual debe integrar los mecanismos de riego, calefacción y enfriamiento para llevar a cabo la tarea de controlar el ambiente.
- Desarrollar una aplicación de software para para capturar la lectura del sensor de temperatura, y tomar acciones automáticas de activación o desactivación de los mecanismos de riego, calefacción o enfriamiento.
- Implementar la base de datos no SQL de google Firebase para la recepción de datos y almacenamiento.

1.8 PROPOSITO

El propósito de este proyecto es desarrollar e implementar un producto basado en una microcomputadora o tarjeta reducida Raspberry Pi, que permita integrar un software desarrollado en Python , una base de datos en tiempo real no SQL de google y una aplicación web desarrollada en HTML y java script . Lo que nos llevara a controlar remotamente un sistema de riego de agua para el cultivo del invernadero, así como controlar los mecanismos de enfriamiento y calefacción para mantener el mismo ambiente y no afectar la producción del cultivo.

2 MARCO TEÓRICO

Según los resultados del Censo Nacional Agropecuario, presentados por el director del Dane, (La Nacion, 2016), aunque vale resaltar que la problemática de los campos podría ser más profunda y es uno de los sectores más endeble que tiene hoy en día tiene Colombia. Esto permite entender que el gobierno nacional en cabeza hoy en día del presidente Juan Manuel Santos está al tanto de las problemáticas ya que no es algo nuevo. La Misión para la transformación del campo Colombiano, liderada por el exministro de hacienda José Antonio Ocampo, presentó un diagnóstico sobre los problemas que impiden un mayor crecimiento del agro:

La población joven en edad de trabajar migra a las ciudades, especialmente las mujeres, los ingresos de los habitantes rurales son más bajos que los de las ciudades. La productividad en el campo está estancada. El agro tiene la misma estructura productiva de hace 20 años, la comercialización de productos y acceso a mercados está afectada por la falta de infraestructura. Los costos de producción son elevados. (Semana.com, 2016)

Este en un breve listado de problemas que aquejan al campo sin nombrar componentes tan graves y enmarcados de nuestra sociedad como lo es la guerra interna la cual de manera directa o indirecta tiene una mayor afectación en el agro Colombiano.

Es necesario hacer un cambio en la estrategia que hoy en día se tiene en cuanto al campo Colombiano el cual si bien muestra falencias es uno de los sectores con más potencial, Según las cifras oficiales del IGAC (2012), de las 22,1 millones de hectáreas con vocación para uso agrícola, Colombia sólo utiliza 5,3 millones, en otras palabras, únicamente se emplea el 24,1% del potencial. Adicionalmente, el potencial agropecuario del país se aproxima al 36,2% del territorio, comprendido por los sistemas tradicionales, en donde a la agricultura le corresponde el 19,3%, a la ganadería el 13,3% y a los integrados con el bosque, es decir, el agrosilvopastoril el 3,55%²¹.

Por tanto, Colombia tiene un importante potencial productivo el cual “aseguraría la demanda de alimentos del país y, si se utilizan ventajas comparativas asociadas a su localización intertropical y ecuatorial, ganancias importantes vinculadas a la exportación de productos competitivos internacionalmente”. (Perfetti, Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia, 2016).

2.1 ESTRUCTURAS DE INVERNADEROS

A continuación se menciona los dos tipos de invernaderos que existen actualmente, y agrupan todos los tipos de invernaderos , para este caso en específico solo se hace uso de estos dos tipos debido a que actualmente en Colombia su uso es bastante común.

Las dos categorías que se encuentran en el mercado actual son: (Agriculturas.com, 2016)

- Artesanal
- Industrial

2.1.1 Estructura artesanal

La estructura artesanal cuenta con un diseño básico y se construye a través de conocimientos empíricos, sus materiales son rústicos y en ocasiones poco adecuados. Este tipo de invernadero es muy común encontrarlo en zonas alejadas de Colombia y aunque su uso ha sido aceptado en ciertas zonas el proyecto pretende que este tipo de invernaderos sean reemplazados por unos más aptos para el cultivo. (Agriculturas.com, 2016).

2.1.2 Estructura industrial

Son altamente elaborados, con tecnología de punta y materiales óptimos para este tipo de estructuras.

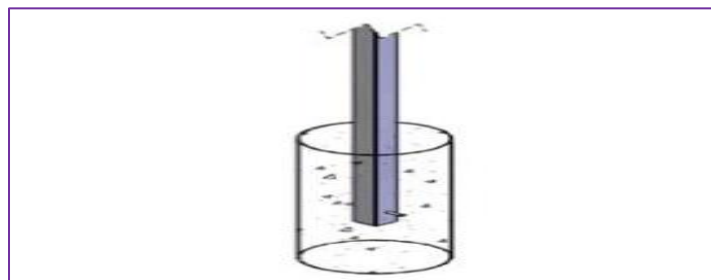
Para el proyecto en mención se enfocará en un invernadero industrial esto debido a que el desarrollo se piensa centrar en invernaderos modernos que se usen hoy en día y que se puedan adecuar al entorno de los campos colombianos.

2.2 ELEMENTOS DE UN INVERNADERO INDUSTRIAL.

2.2.1 Soportes

Son elementos de la estructura que realiza la fijación y la transmisión de los esfuerzos al suelo. (Agriculturas, 2016), tal como se evidencia en la Ilustración 1.

Ilustración 1. soporte



Fuente: Agriculturas, 2016

2.2.2 Pilares

Su función es la de portar la cubierta del Invernadero. (Agrícolas, 2016), como se puede observar en la Ilustración 2.

Ilustración 2. Pilares

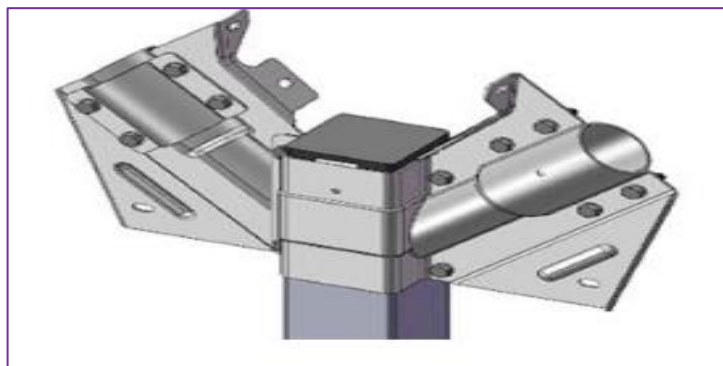


Fuente: Agrícolas, 2016

2.2.3 Capitel

Elemento estructural, colocado en la parte superior de los pilares que une cerchas a los pilares, descargando su peso en estos, y sobre los que se colocan las canales de evacuación (Agrícolas, 2016), como se puede observar en la Ilustración 3.

Ilustración 3. Capitel

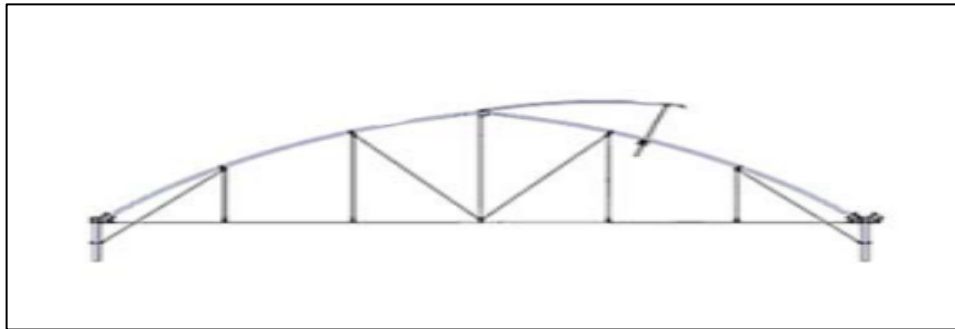


Fuente: Agrícolas, 2016

2.2.4 Cerchas

La función de las cercas es la de portar el material de cubierta. (Agrícolas, 2016), tal como se evidencia en la Ilustración 4.

Ilustración 4. Cerchas

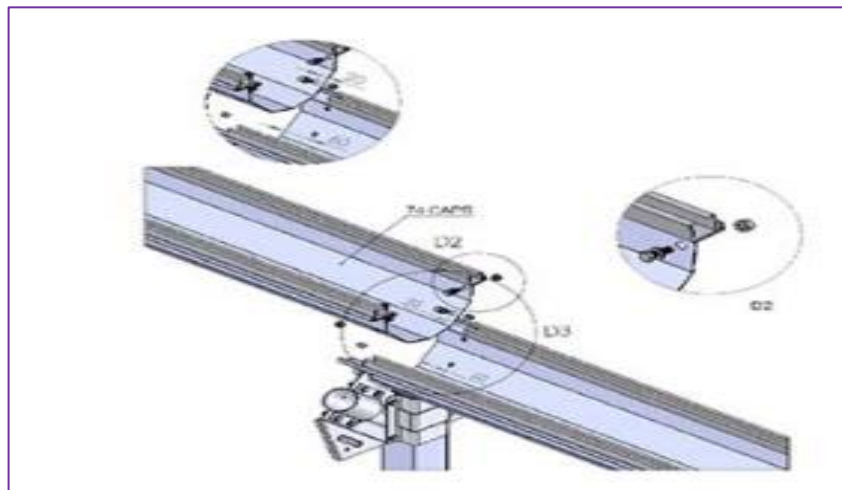


Fuente : Agrícolas, 2016

2.2.5 Canales de evacuación

Su función es la evacuación del agua de lluvia. (Agrícolas, 2016), tal como se evidencia en la Ilustración 5.

Ilustración 5. Canales de Evacuación

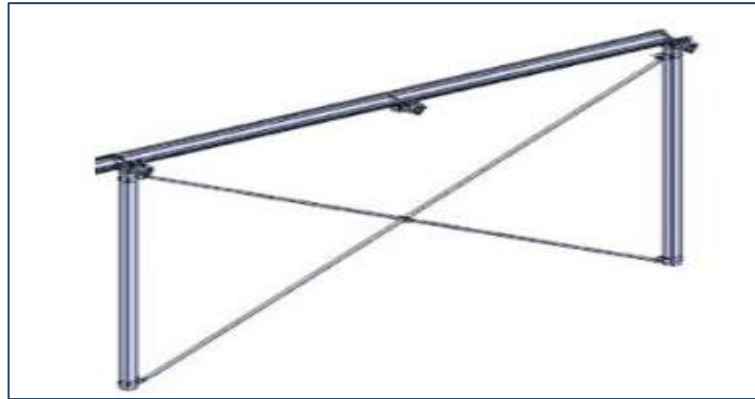


Fuente: Agrícolas, 2016

2.2.6 Refuerzos

Son perfiles de apoyo que se instalan en el Invernadero con objeto de absorber parte de los esfuerzos que soportan los pilares. (Agrícolas, 2016), tal como se observa en la Ilustración 6.

Ilustración 6. Refuerzos



Fuente : Agrícolas, 2016

2.2.7 Ventanas cenitales

Estas ventanas se instalan en la cubierta del invernadero como se observa en la Ilustración 7.

Ilustración 7. Ventanas Cenitales



Fuente : Agrícolas, 2016

2.3 SISTEMAS DE RIEGO

Los sistemas de riego están sujetos a varios factores, entre ellos el económico, tipo de suelo, superficie a regar, fuente de energía, etc. (Agriculturas, 2016)

2.3.1 Riego fertirrigación

La fertirrigación es una técnica de riego mediante la cual se incorporan los nutrientes minerales que necesitan los cultivos a través del agua. Su uso está muy extendido en sistemas de riego localizado, ya que estos sistemas son los que más óptimamente aportan los nutrientes a las raíces, minimizando las pérdidas por lixiviación. (Agriculturas, 2016)

2.3.2 Riego automático

2.3.3 Ventajas riego automático

- Ahorro de mano de obra, agua y energía.
- Mayor eficiencia de riego.
- Control de operaciones relacionadas al riego (control económico del riego)
- Reducción de costes de mantenimiento (detección de fallos y la protección de los diferentes componentes del sistema de riego).
- Aumentos de la producción debido a la optimización del riego. (Agriculturas, 2016)

2.3.4 Riego por aspersión

Para hacer un reparto lo más homogéneo posible del agua, teniendo en cuenta los factores climáticos (viento, el tipo y altura del cultivo, necesidades del cultivo, la orografía del terreno, etc.). (Agriculturas, 2016)

2.3.5 Ventajas del riego por aspersión

- Tiene un menor consumo de agua que los sistemas de riego por inundación.
- Presenta una gran adaptabilidad a terrenos irregulares, con grandes diferencias de cota en su superficie.
- Permite dosificar el agua con una buena precisión.
- Su distribución sobre el material vegetal depende del viento, aunque a bajas velocidades es muy homogénea.
- Es utilizado para la aplicación de riego anti helada y la aplicación de fitohormonas. (Agriculturas, 2016)

2.3.6 Riego por goteo

De forma muy general, se puede definir el Riego por Goteo como Riego Localizado. El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. (Agrícolas, 2016)

2.3.7 Ventajas del riego por goteo

- Reduce de manera importante la evaporación del agua en el suelo.
- Permite automatizar completamente el sistema de riego, con los siguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Debido al mantenimiento de humedades altas en el bulbo realizado por los emisores, permite el uso de aguas más salinas para el riego que los sistemas de irrigación por superficie y por aspersión.
- Tiene una adaptación más fácil en terrenos irregulares, rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas (Agrícolas, 2016)

Para este proyecto llamado Incorew se pretende usar un riego por goteo, esto debido a la facilidad en su implementación y los costos, el fin del proyecto es dar soluciones tecnológicas a bajo costo y este tipo de riego es adaptable a diferentes tipos de suelos a muy bajo costo por lo cual es ideal para las necesidades y problemas que tratamos de solventar.

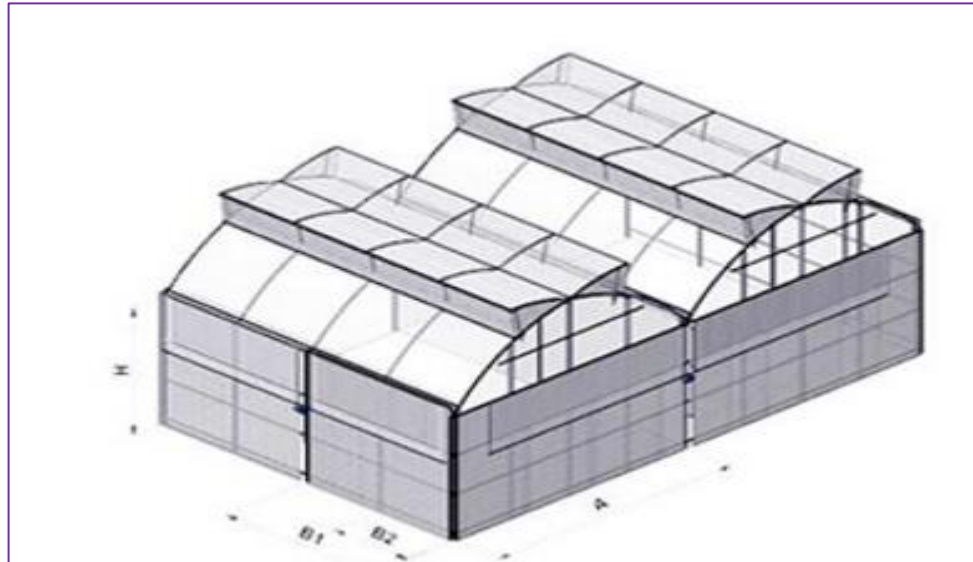
2.4 TIPOS DE INVERNADEROS

Para el proyecto Incorew se hará uso de un prototipo de invernadero gótico representado en una maqueta y el cual se describe a continuación.

2.4.1 Invernaderos góticos

El tipo de Invernadero Gótico se diferencia del tipo capilla en el diseño de los arcos, siendo estos de tipo ojival, permite albergar un mayor volumen de aire, proporcionando un mejor microclima e iluminación interior. (Agrícolas, 2016), en la Ilustración 8 se puede observar uno de ellos.

Ilustración 8. Invernadero Gótico



fuelle : Agrícolas, 2016

2.4.2 Elección adecuada

Este tipo de invernadero está diseñado para climas extremos, templados y fríos y para todo tipo de cultivos, especialmente para cultivos suspendidos. Su uso está extendido en cultivos hidropónicos debido fundamentalmente a la gran capacidad que ofrece para el control del clima. (Agrícolas, 2016)

2.4.3 Ventajas

- Alta duración y resistencia a la corrosión.
- Eficacia de fijación del plástico de cubierta (buena hermeticidad).
- Montaje rápido y sin soldaduras.
- Mayor distancia de la ventilación al cultivo.
- Fácil deslizamiento de la condensación.
- Mayor entrada de luz.
- Mayor ventilación.
- Permite realizar labores agrícolas mecanizadas en su interior. (Agrícolas, 2016)

2.4.4 Invernaderos capilla

El invernadero tipo capilla o también denominado multicapilla, se caracteriza por la forma de su cubierta formado por arcos curvos semicirculares y por su estructura totalmente metálica, en la ilustración 9 se puede observar uno de ellos.

Ilustración 9. Invernadero Capilla



Fuente : Agrícolas, 2016

2.4.5 Elección de este invernadero

El empleo de este tipo de invernadero está pensado para climas templados y fríos, aunque la experiencia nos dice que con las modificaciones adecuados se pueden adaptar a casi todo tipo de condiciones climáticas, como puede ser el reforzado de su estructura para climas más fríos, donde las cargas por nieve pueden ser un problema. (Agrícolas, 2016)

Por otro lado tienen gran resistencia a fuertes vientos, así como rápida instalación al ser estructuras prefabricadas. (Agrícolas, 2016)

2.4.6 Ventajas

- Pocos obstáculos en su estructura.
- Buena ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- Permite la instalación de ventilación cenital, así como ventilación perimetral
- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- Fácil instalación. (Agrícolas, 2016)

Para este proyecto se opta por un tipo de invernadero en capilla, después de hacer varios análisis y revisar las necesidades actuales del campo Colombiano creemos que este tipo de invernadero es el más idóneo debido a su fácil instalación y la

adaptación al diferente clima es más cómodo y ajustable a nuestras meta como proyecto.

2.5 ESTADO DEL ARTE

A continuación se relacionan algunos de los proyectos desarrollados en diferentes entidades y que tienen que ver con el tema del control de invernaderos a través de tecnologías móviles:

- La empresa sevillana “Briago Technologies” ha creado una App para monitorizar las principales variables que intervienen en los cultivos agrícolas, de forma que a través de ella es posible conocer en tiempo real, mediante ordenador o de móvil, la evolución de dichos cultivos en el invernadero, según indica un comunicado de la compañía. **(hortoinfo, 2016)**.

En el comunicado de la firma, José Luis Bustos, CEO de Briogro Technologies, indica que esta innovadora herramienta monitoriza e integra los principales indicadores que necesitan los agricultores para controlar la evolución de sus cultivos, y que en su primera etapa se ha especializado en cultivos de invernadero.

En la aplicación se encuentran integrados tanto el hardware como el software necesarios, ya que los cultivos deben contar con un dispositivo instalado en el terreno a través de sensores digitales, que son los que permiten recabar la información en tiempo real sobre dichos cultivos. El acceso a esa información se realiza mediante acceso remoto a la aplicación web. **(hortoinfo, 2016)**.

- Tesis de Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Ingeniería y diseño industrial control y monitorización de un invernadero a través de una aplicación móvil usando Arduino. **(Garcia, 2016)**.

El proyecto anterior implementa tecnologías diferentes, aunque tienes fines similares, en el presente proyecto la aplicación es web por lo cual no tiene lenguajes para móviles como Android, por otro lado se aplican tecnologías distintas como lo es el Arduino.

- Tesis Automatización de invernadero en clima templado

Con este proyecto se busca crear un sistema de control que garantice el cumplimiento de las condiciones de operación del invernadero optimizando el desarrollo del cultivo. Se automatizará la humedad relativa por medio del riego y la temperatura ambiente, mediante el ajuste de las ventanas y ventiladores. Igualmente este proyecto permitirá desarrollar un prototipo de bajo costo que

sea adaptable a los requerimientos del campo y se pueda perfilar como una opción para los campesinos y sus cultivos mejorándolos técnica y económicamente. En el diseño de este prototipo de invernadero se consideraron cuatro factores para cumplir con las condiciones requeridas (**Solarte, 2016**).

- Mantener la temperatura y condiciones de humedad adecuadas.
- Fácil interfaz con el usuario.
- Bajo costo de materiales.
- Los materiales con los cuales se construye sean resistentes al uso. (Solarte, 2016)

2.5.1 Antecedentes

En la antigüedad, no existían invernaderos como se conocen hoy día aunque si se conocían diferentes prácticas para cultivar hortalizas y flores fuera de temporada. Enoch et al. (1999) realizaron una revisión sobre la historia y geografía de los invernaderos con referencias a las técnicas de cultivo de más de 3.000 años. El cultivo intensivo de plantas fue estudiado también en Atenas y Roma en el 372-287 AC, donde se mencionaba que las plantas se movían hacia patios cubiertos durante la noche y se calentaba el suelo mediante estiércol o compost. Agricultores en China, Egipto, Israel, Grecia y Roma cultivaron plantas en macetas que de igual forma las trasladaban durante la noche o periodos fríos a zonas protegidas. (Lopez, 2016) Desde años atrás no se conocía ni se tenía un término definido para lo que en la actualidad se conoce como invernadero y tal vez para muchas personas que viven en ciudades o alejadas de los campos es un concepto poco familiar. Estos sitios de concentración de hortalizas o diferentes tipos de plantas han estado presentes desde épocas antiguas donde su uso ha sido fundamental para el desarrollo de diferentes áreas.

También en diferentes zonas del mundo se iniciaron cultivos donde las plantas se movían a diferentes lugares para estabilizar las diferentes temperaturas con el fin de evitar daños en estas. (Lopez, 2016).

Los primeros pasos hacia los invernaderos fue la construcción y el uso de camas móviles con plantas. En otros países se empezó a dar inicio a lo que sería la primera semejanza con un invernadero, en Italia y Alemania se usaban cabañas como medio de protección para las plantas, esto ayudaría a dar inicio a los primeros alojamientos para estas. Las cabañas que serían los primeros pasos para la construcción de los invernaderos dieron la pauta para lo que se conocería en Europa como orangeries con muchas similitudes a lo que hoy en día conocemos, estas estructuras contaban con grandes ventanales lo cual permitiría la entrada de luz natural, en invierno se usarían estufas para mantenerlas a las temperaturas adecuadas. A partir de 1737 se empezó a tener un gran interés por conservar (ahorrar) energía en los

invernaderos mediante cortinas, entre otros elementos. Se comenzó a cultivar con aporte de CO₂, calor y nutrientes procedente de estiércol. (Lopez, 2016).

Como era de esperarse la evolución de estos se daría al mismo tiempo que nacieran tecnologías que pudieran ser usadas para mejorar las condiciones, en 1829 fue mencionado el doble acristalamiento como aislante térmico y en el siglo XX se dio una gran apertura de conocimiento sobre calefacción, tipos de riego y fertilización de invernaderos esto debido a la apertura que brindo los inicios de la industrialización. Tal vez el mejor ejemplo de desarrollo que se dio fue el invernadero Venlo el cual contaba con una estructura de acero y cristal, este tipo de invernaderos dio grandes posibilidades en cuanto a cultivos ya que permitió el uso de estos para diferentes tipos de cultivos.

Las diferentes guerras que se han encargado de devastar tantas zonas en el planeta son las que darían algunos de los mayores aportes a la evolución y en el campo de la agricultura no sería la excepción, con la primera guerra mundial y la llegada de los plásticos se iniciaría la construcción de invernaderos haciendo uso de este material (materiales a base de polietileno, poli estireno o PVC), para la segunda guerra mundial llegarían los plásticos rígidos los cuales darían un aporte interesante. (Lopez, 2016).

2.5.2 Aspectos legales

A continuación se dará a conocer los aspectos legales que rigen el desarrollo de productos de software y normas ambientales para el desarrollo del campo:

- **Ley 605 de 2000.** Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de administrador en desarrollo agroindustrial.
- **Ley 44 de 1993.** Especifica penas entre dos y cinco años de cárcel, así como el pago de indemnizaciones por daños y perjuicios, a quienes comentan el delito de piratería de software. Se considera delito el uso o reproducción de un programa de computador de manera diferente a como está estipulado en la licencia. Los programas que no tengan licencia son ilegales. Es necesaria una licencia por cada copia instalada. (alcaldiabogota, 2016).

2.6 BASES TEORICAS

2.6.1 Lenguajes de programación

Son herramientas que permiten crear programas y software, Los lenguajes de programación de una computadora en particular se conoce como código de máquinas o lenguaje de máquinas.

A diario se interactúa con distintos tipos de máquinas como celulares, tabletas y computadores. Todos ellos tienen un lenguaje de programación que ayuda a traducir las órdenes del usuario para que pueda utilizarlos.

Un lenguaje de programación es básicamente un sistema estructurado de comunicación, similar al humano, el cual nos permite comunicarnos por medio de signos, ya sean palabras, sonidos o gestos. Refiriéndonos a los aparatos, este sistema está organizado para que se entiendan entre sí y a su vez interprete las instrucciones que debe ejecutar. (Colombiadigital, 2016)

2.6.2 Bases Datos No SQL

La respuesta a la necesidad de gestionar volúmenes masivos de información surge de la base de datos No SQL, término acuñado a finales de los 90 y que engloba todas las tecnologías de almacenamiento estructurado que no cumplen el esquema relacional. La cantidad de información manejada por comunidades, redes sociales, buscadores, y muchos otros proyectos en el ámbito de la Web 2.0 es abrumadora, lo que ha hecho que surjan nuevas arquitecturas de almacenamiento de información, que deben ser de alto rendimiento, escalables y distribuidas. Aunque esta tecnología surgió de unas necesidades muy concretas, su difusión y algunos proyectos para encapsular sus funcionalidades y hacerlas más amigables a desarrolladores acostumbrados a SQL está provocando que también se usen en proyectos de pequeño tamaño, con lo que todo indica que a medio plazo convivirán con las bases de datos tradicionales independientemente del volumen de datos a gestionar. (Busto, 2016).

- **Ventajas**

Estos sistemas responden a las necesidades de escalabilidad horizontal que tienen cada vez más empresas.³

Pueden manejar enormes cantidades de datos.

No generan cuellos de botella.

Escalamiento sencillo.

Diferentes DBs No SQL para diferentes proyectos.

Se ejecutan en clústeres de máquinas baratas. (NoSql, 2017)

- **Desventajas**

Las bases de datos No SQL aún se enfrentan a un problema de credibilidad importante con muchas empresas. Los críticos señalan la falta de madurez de No SQL y los posibles problemas de inestabilidad, mientras que citan la madurez, y una gran funcionalidad y estabilidad de los RDBMSes.

La falta de experiencia.- La novedad de NoSQL significa que no hay una gran cantidad de desarrolladores y administradores que conocen la tecnología -lo que hace difícil a las empresas encontrar personas con los conocimientos técnicos apropiados. Por el contrario, el mundo RDBMS tiene miles de personas muy calificadas.

Problemas de compatibilidad. A diferencia de las bases de datos relacionales, que comparten ciertos estándares, las bases de datos NoSQL tienen pocas normas en común. Cada base de datos NoSQL tiene su propia API, las interfaces de consultas son únicas y tienen peculiaridades. Esta falta de normas significa que es imposible cambiar simplemente de un proveedor a otro, por si no quedara satisfecho con el servicio. (NoSql, 2017)

2.6.3 Motor de base de datos firebase

Almacena y sincroniza datos con la base de datos NoSQL alojada en la nube. Los datos se sincronizan con todos los clientes en tiempo real y seguirá estando disponible cuando la app pierda la conexión.

La Firebase Realtime Database es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan en formato JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado. Proporciona un lenguaje de reglas flexibles basadas en expresiones llamado Security Rules de Firebase Realtime Database, para definir el modo en que los datos se deben estructurar y el momento en que se pueden someter a lectura y escritura. Cuando se integra con Firebase Authentication, los desarrolladores pueden definir quién accede a qué datos y cómo pueden acceder al mismo. (firebase, 2016)

2.6.4 Firebase

Firebase es una plataforma móvil que te permite desarrollar rápidamente apps de alta calidad, aumentar la base de usuarios y ganar más dinero. Firebase contiene funciones complementarias que puedes combinar y adaptar según tus necesidades.

La empresa fue fundada en 2011 por Andrew Lee y James Tamplin. Producto inicial de Firebase era una base de datos en tiempo real, lo que proporciona una API que permite a los desarrolladores almacenar y sincronizar los datos a través de múltiples clientes. Con el tiempo, se ha ampliado su línea de productos para convertirse en un paquete completo para el desarrollo de aplicaciones. La compañía fue adquirida por Google en octubre de 2014 y un número significativo de nuevas características se presentaron en de mayo de 2016 a Google I / O.

Implementar Firebase es rápido y fácil. Gracias a API intuitivas contenidas en un solo SDK, puedes concentrarte en resolver los problemas de tus clientes y evitar perder tiempo en crear una infraestructura compleja.

Ofrece apps multiplataforma con API integradas a SDK individuales para Android, iOS y JavaScript. Pasa a una plataforma diferente sin modificar tu infraestructura. (firebase, 2016)

2.6.5 Servicios de firebase

- **Base de datos en tiempo real**

Firebase proporciona una base de datos en tiempo real y de back-end como un servicio. El servicio proporciona a los desarrolladores de aplicaciones una API que permite a los datos de la aplicación a sincronizar entre clientes y almacenados en la nube de Firebase. La compañía proporciona bibliotecas de cliente que permiten la integración con Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C, rápida y Node.js aplicaciones. La base de datos también se puede acceder a través de una API REST y fijaciones para varios marcos de JavaScript como AngularJS, Reaccionar, Ember.js y Backbone.js. El rest api utiliza los eventos enviados por el servidor de protocolo, que es una API para crear conexiones HTTP para recibir notificaciones push desde un servidor. Los desarrolladores que utilizan la base de datos en tiempo real pueden asegurar sus datos mediante el uso de reglas de seguridad del servidor de lado forzada de la compañía. (firebase, 2016)

- **Firestore de autenticación**

Firestore de autenticación es un servicio que puede autenticar a los usuarios que utilizan sólo el código del lado del cliente. Es compatible con los proveedores de acceso social, Facebook, GitHub, Twitter y Google. Además, incluye un sistema de gestión de usuarios mediante el cual los desarrolladores pueden habilitar la autenticación de usuario con el correo electrónico y la contraseña de inicio de sesión almacenado con Firestore. (firebase, 2016)

- **Firestore almacenamiento**

Firestore almacenamiento proporciona la carga de archivos y descargas seguras para sus aplicaciones base de fuego, independientemente de la calidad de la red. El desarrollador puede utilizar para almacenar imágenes, audio, vídeo u otro contenido generado por el usuario. Firestore almacenamiento está respaldado por Google Cloud Storage, una poderosa, sencilla y rentable de servicios de almacenamiento de objetos. (firebase, 2016)

2.6.6 Lenguaje unificado de modelado

(UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) .Las grandes aplicaciones empresariales, los que ejecutan aplicaciones de negocios, deben ser algo más que un grupo de módulos de código. Ellos deben estructurarse de una

manera que permite la escalabilidad, seguridad, y la ejecución robusto bajo condiciones de estrés, y su estructura refieren con frecuencia como su arquitectura debe ser definido con suficiente claridad que los programadores de mantenimiento puedan rápidamente encontrar y corregir un error que aparece mucho después de que los autores originales se han trasladado a otro proyecto. Es decir, estos programas deben ser diseñados para funcionar a la perfección en muchas áreas, y la funcionalidad de negocio no es el único (aunque ciertamente es el núcleo esencial). Por supuesto, una arquitectura bien diseñada beneficia a cualquier programa, y no sólo a los más grandes, como hemos señalado aquí. Mencionamos grandes aplicaciones en primer lugar porque la estructura es una forma de lidiar con la complejidad, por lo que los beneficios de la estructura (y de modelado y diseño, como demostraremos) compuesto como el tamaño de la aplicación aumenta de tamaño.

2.6.7 Análisis y diseño orientado a objetos

La metodología de Análisis y Diseño Orientado a Objetos se ha usado ampliamente en el desarrollo de aplicativos orientados a la simulación, y al mismo tiempo se ha convertido en la metodología estándar en la industria del software, considerada también como una de las mejores prácticas para desarrollar proyectos de software con calidad. (Pressman, 2001)

Debido a su sencillez, esta metodología abarca de manera muy general la estructura de las interfaces de software haciendo énfasis solamente en las entradas y salidas de cada módulo, sin entrar en detalles de cómo se almacenan las variables o estructuras de datos en cada procedimiento.

2.6.8 Scrum metodología ágil

Scrum es un proceso de la Metodología Ágil que se usa para minimizar los riesgos durante la realización de un proyecto, pero de manera colaborativa.

Entre las ventajas se encuentran la productividad, calidad y que se realiza un seguimiento diario de los avances del proyecto, logrando que los integrantes estén unidos, comunicados y que el cliente vaya viendo los avances.

En primer lugar se define el Product Backlog, lo que nos permitirá realizar nuestros Sprint más adelante. (Scrum en la Metodología Ágil, 2017)

Product backlog: Es una “wish list” sobre las funcionalidades del producto. Es elaborado por el Product Owner y las funciones están priorizadas según lo que es más y menos importante para el negocio. El objetivo es que el Product Owner responda la pregunta “¿Qué hay que hacer?”.

Sprint backlog: Es un subconjunto de ítems del Product Backlog, que son seleccionados por el equipo para realizar durante el Sprint sobre el que se va a trabajar. El equipo establece la duración de cada Sprint.

Sprint planning meeting: Esta reunión se hace al comienzo de cada Sprint y se define cómo se va a enfocar el proyecto que viene del Product Backlog las etapas y los plazos. Cada Sprint está compuesto por diferentes features. Por ejemplo, decidimos que los features del primer Sprint son: diseño del logo, definición colores y contenido multimedia.

Daily scrum o Stand-up meeting: Es una reunión breve que se realiza a diario mientras dura el periodo de Sprint. Se responden individualmente tres preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué voy a hacer hoy?, ¿Qué ayuda necesito? El Scrum Master debe tratar de solucionar los problemas u obstáculos que se presenten.

Sprint review: Se revisa el sprint terminado, y ya debería haber un avance claro y tangible para presentárselo al cliente.

Sprint retrospective: El equipo revisa los objetivos cumplidos del Sprint terminado. Se anota lo bueno y lo malo, para no volver a repetir los errores. Esta etapa sirve para implementar mejoras desde el punto de vista del proceso del desarrollo.

Participantes

Product Owner: Habla por el cliente, y asegura que el equipo cumpla las expectativas. Es “el jefe” responsable del proyecto.

Scrum Master: Lidera las reuniones y ayuda al equipo si es que tienen problemas. Además, minimiza los obstáculos para cumplir el objetivo del Sprint, es un “facilitador” pero no es un gestor.

Scrum Team: Son los encargados de desarrollar y cumplir lo que les asigna el Product Owner.

Cliente: Recibe el producto y puede influir en el proceso, entregando sus ideas o comentarios respecto al desarrollo.

2.6.9 Materialize

Es un framework de CSS es una librería de estilos genéricos que puede ser usada para implementar diseños web. Aportan una serie de utilidades que pueden ser aprovechadas frecuentemente en los distintos diseños web. es una normativa de diseño enfocado en la visualización del sistema operativo Android, además en la web y en cualquier plataforma. Fue desarrollado por Google y anunciado en la conferencia Google I/O celebrada el 25 de junio de 2014. Ampliando la interfaz de tarjetas vista por primera vez en Google Now. (Material design, 2017)

2.6.10 Bootstrap

Es un framework o conjunto de herramientas de Código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript opcionales adicionales.

Bootstrap fue desarrollado por Mark Otto y Jacob Thornton de Twitter, como un marco de trabajo (framework) para fomentar la consistencia entre las herramientas internas. Antes de Bootstrap, se usaban varias librerías para el desarrollo de interfaces de usuario, las cuales llevaban a inconsistencias y a una gran carga de trabajo en su mantenimiento. (Bootstrap, 2017)

2.6.11 Highcharts

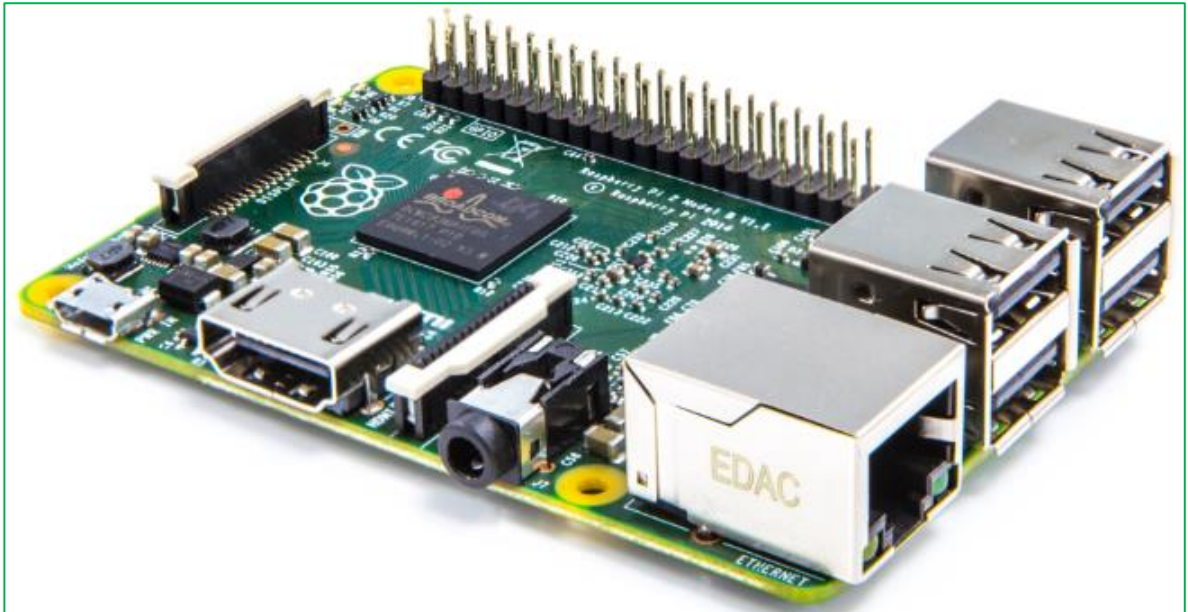
Es un producto que fue creado por la empresa con sede en Noruega, Highsoft. Highcharts fue lanzado en 2009, y es una biblioteca de gráficos escrito en puro JavaScript. El producto fue demostrado por primera vez y pensó en 2006. En una entrevista con Finansavisen, habló sobre la necesidad de un programa para crear gráficos y tablas, lo que permite a los usuarios publicar gráficos directamente en una página web. (Highcharts, 2017)

2.6.12 Raspberry pi modelo b+

Es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. Otro dato importante es el soporte con Windows 10. Esta nueva placa es compatible con la versión del sistema operativo de Windows. Contará con un Broadcom BCM2836 con cuatro núcleos a 900 MHz ,1GB de RAM, 4 puertos USB, 40 pines GPIO, puerto HDMI, puerto Ethernet, ranura para tarjeta micro SD, conector de audio de 3,5 mm combinado y vídeo compuesto, interfaz de la cámara. (Raspberrypi, 2017)

Se puede observar en la ilustración 10.

Ilustración 10. Raspberry Pi 2 Modelo B+



Fuente : Imagen. Disponible en <https://www.google.com.co/#q=imagenes+raspberry>, 2017

2.6.13 Google

Es una compañía estadounidense fundada en septiembre de 1998 cuyo producto principal es un motor de búsqueda creado por Larry Page y Sergey Brin. El término suele utilizarse como sinónimo de este buscador, el más usado en el mundo.

La característica más destacada de Google como buscador es su facilidad de uso. La página principal se limita a presentar el logotipo de la empresa (en ocasiones, adornado con imágenes que permiten recordar algún evento o realizar un homenaje), un cuadro de búsqueda (para introducir los términos a buscar) y algunos enlaces hacia otros servicios de la firma. (Google.com, 2017)

2.6.14 Domótica

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema.

Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información.

La domótica permite dar respuesta a los requerimientos que plantean estos cambios sociales y las nuevas tendencias de nuestra forma de vida, facilitando el diseño de

casas y hogares más humanos, más personales, polifuncionales y flexibles. (Qué Es La Domótica, 2017).

2.6.15 La nube

La computación en la nube son servidores desde Internet encargados de atender las peticiones en cualquier momento. Se puede tener acceso a su información o servicio, mediante una conexión a internet desde cualquier dispositivo móvil o fijo ubicado en cualquier lugar.

Consigue aportar estas ventajas, apoyándose sobre una infraestructura tecnológica dinámica que se caracteriza, entre otros factores, por un alto grado de automatización, una rápida movilización de los recursos, una elevada capacidad de adaptación para atender a una demanda variable, así como virtualización avanzada y un precio flexible en función del consumo realizado, evitando además el uso fraudulento del software y la piratería.

El concepto de la computación en la nube empezó en proveedores de servicio de Internet a gran escala, como Google, Amazon AWS, Microsoft y otros que construyeron su propia infraestructura. De entre todos ellos emergió una arquitectura: un sistema de recursos distribuidos horizontalmente, introducidos como servicios virtuales de TI escalados masivamente y manejados como recursos configurados y mancomunados de manera continua. (Computación en la nube, 2017)

2.6.16 Sensor Lm35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV, por lo tanto:

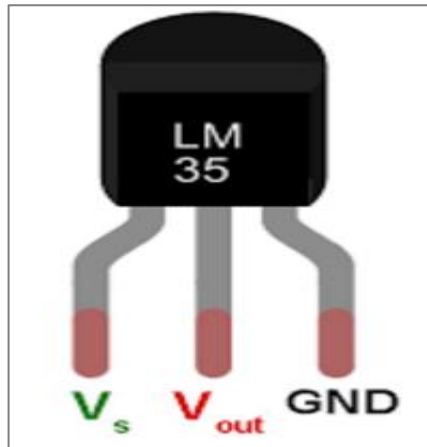
$$150\text{ °C} = 1500\text{ mV}$$

$$-55\text{ °C} = -550\text{ mV}$$

Opera de 4v a 30v. (Sensor Lm35, 2017)

Como se puede observar en la ilustración 11.

Ilustración 11. Sensor Lm35



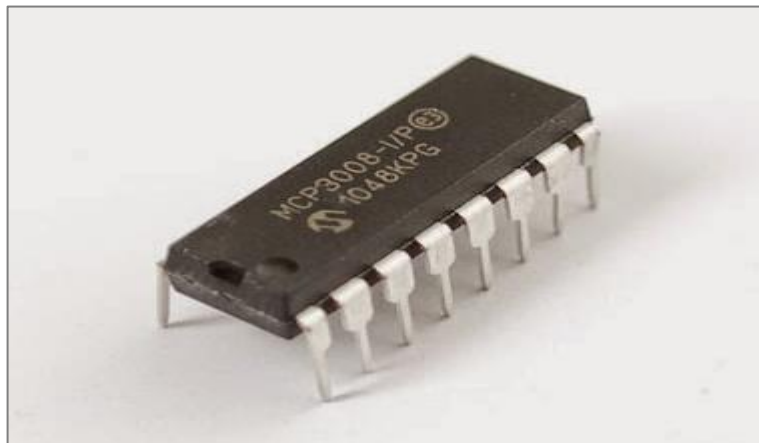
Fuente : Imagen. Disponible en <https://www.google.com.co/#q=imagen+de+sensor+lm35>, 2017

2.6.17 Convertidor analógico digital (mcp3008)

Es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal analógica, ya sea de tensión o corriente, en una señal digital mediante un cuantificador y codificándose en muchos casos en un código binario en particular. Donde un código es la representación unívoca de los elementos, en este caso, cada valor numérico binario hace corresponder a un solo valor de tensión o corriente.

El MCP3008 es un convertidor analógico digital, de 8 canales de 10-bit, y transmite los datos a través del protocolo serial SPI. (Convertor de señal analógica a digital, 2017) , como se puede observar en la ilustración 12.

Ilustración 12. Convertidor analógico digital (mcp3008)



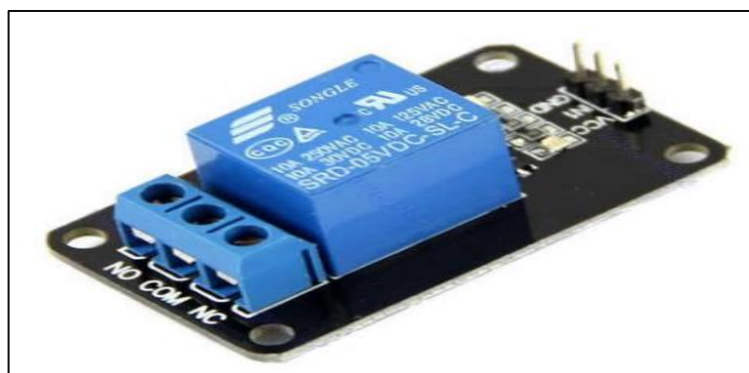
Fuente : Imagen. Disponible en <https://www.google.com.co/#q=mcp3008>, 2017

2.6.18 Módulo relé

El relé (en francés, relais, “relevo”) o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". (El Rele, 2017) A continuación se observa el módulo relé en la ilustración 13.

Ilustración 13. Módulo relé



Fuente : Imagen. Disponible en <https://www.google.com.co/#q=modulo+rele>, 2017

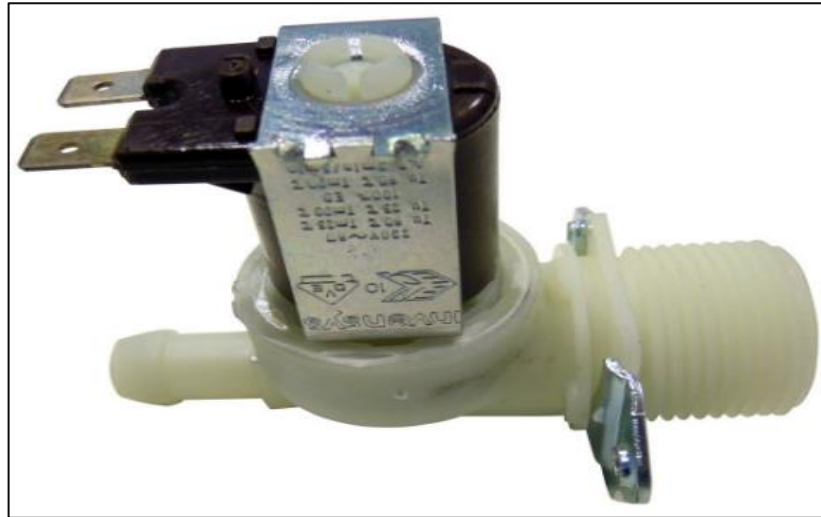
2.6.19 Electroválvula

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica, mediante magnetismo, en energía mecánica para actuar la válvula. (Electroválvula, 2017)

En la ilustración 14 observamos imagen de la electroválvula.

Ilustración 14. Electroválvula



Fuente : Imagen. Disponible en <https://www.google.com.co/#q=electrovalvula>, 2017

2.7 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

2.7.1 Html5

Es un lenguaje markup (de hecho, las siglas de HTML significan Hyper Text Markup Language) usado para estructurar y presentar el contenido para la web. Es uno de los aspectos fundamentales para el funcionamiento de los sitios. Con el uso de HTML5, se puede reducir la dependencia de los plug-ins que tenemos que tener instalados para poder ver una determinada web. (Entendiendo HTML5, 2017)

Las más importantes de las nuevas etiquetas creadas son:

Article: esta etiqueta sirve para definir un artículo, un comentario de usuario o una publicación independiente dentro del sitio. Header, footer: estas etiquetas individuales ahorran tener que insertar IDs para cada uno, como se solía hacer anteriormente. Además, se pueden insertar headers y footers para cada sección, en lugar de tener que hacerlo únicamente en general.

Nav: la negación puede ser insertada directamente en el markup, entre estas etiquetas, que nos permitirán hacer que nuestras listas oficien de navegación.

Section: con esta etiqueta, una de las más importantes de las novedades, se puede definir todo tipo de secciones dentro de un documento. Por ponerlo de forma sencilla, funciona de una forma similar a la etiqueta div que nos separa también diferentes secciones.

Audio y video: estas son las dos más importantes etiquetas de HTML5, dado que nos permiten acceder de forma más simple a contenido multimedia que puede ser reproducido por casi todo tipo de dispositivos; marcan el tipo de contenido que estará en su interior.

Embed: con esta etiqueta se puede marcar la presencia de un contenido interactivo o aplicación externa.

Canvas: finalmente, esta etiqueta nos permite introducir un “lienzo” dentro de un documento, para poder dibujar gráficos por vectores; será necesario el uso de JavaScript.

2.7.2 JavaScript

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas

JavaScript se diseñó con una sintaxis similar a C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo, Java y JavaScript tienen semánticas y propósitos diferentes. (JavaScript, 2017)

2.7.3 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. (Servidor web, 2017)

2.7.4 Css

Hojas de estilo en cascada (o CSS, siglas en inglés de Cascading Stylesheets) es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado². Es muy usado para establecer el diseño visual de las páginas web, e interfaces de usuario escritas en HTML o XHTML; el lenguaje puede ser aplicado a cualquier documento XML

Junto con HTML y JavaScript, CSS es una tecnología usada por muchos sitios web para crear páginas visualmente atractivas, interfaces de usuario para aplicaciones web, y GUIs para muchas aplicaciones móviles

CSS está diseñado principalmente para marcar la separación del contenido del documento y la forma de presentación de este, características tales como las capas

o layouts, los colores y las fuentes. Esta separación busca mejorar la accesibilidad del documento, proveer más flexibilidad y control en la especificación de estas características, permitiendo que varios documentos HTML compartan un mismo estilo usando una sola hoja de estilos separada en un archivo. CSS, y reducir la complejidad y la repetición de código en la estructura del documento. (Hoja de estilos CSS, 2017)

2.7.5 Python

Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, Esto significa que más que forzar a los programadores a adoptar un estilo particular de programación, permite varios estilos: programación orientada a objetos, programación imperativa y programación funcional.

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.

Python fue creado a finales de los ochenta por Guido van Rossum en el Centro para las Matemáticas y la Informática (CWI, Centrum Wiskunde & Informatica), en los Países Bajos, como un sucesor del lenguaje de programación ABC, capaz de manejar excepciones e interactuar con el sistema operativo Amoeba.

Python fue diseñado para ser leído con facilidad. Una de sus características es el uso de palabras donde otros lenguajes utilizarían símbolos. Por ejemplo, los operadores lógicos ! , || y && en Python se escriben not, or y and, respectivamente. El contenido de los bloques de código (bucles, funciones, clases, etc.) es delimitado mediante espacios o tabuladores, conocidos como indentación, antes de cada línea de órdenes pertenecientes al bloque.¹⁸ Python se diferencia así de otros lenguajes de programación que mantienen como costumbre declarar los bloques mediante un conjunto de caracteres, normalmente entre llaves {}. (Python, 2017)

2.7.6 JSON

(JavaScript Object Notation) es un formato de intercambio de datos de peso ligero. Es fácil para los seres humanos a leer y escribir. Es fácil para las máquinas para analizar y generar. Se basa en un subconjunto del lenguaje de programación JavaScript, estándar ECMA-262 3ª Edición - Diciembre de 1999. JSON es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje

JSON se basa en dos estructuras:

Una colección de pares de nombre / valor. En varios idiomas, esto se realiza como un objeto, registro, estructura, diccionario, tabla hash, lista con clave, o una matriz asociativa.

Una lista ordenada de valores. En la mayoría de los idiomas, esto se realiza como una matriz, vector, lista, o secuencia. (Json, 2017)

2.8 MARCO CONCEPTUAL

Dentro de los parámetros que se tienen en cuenta al momento de desarrollar este aplicativo se basa en los diferentes lenguajes y formas de procesamiento para desarrollo de software.

2.8.1 Metas a alcanzar

- Metas a corto plazo: Se realizara el levantamiento de la información, delimitación del alcance, definición de requerimientos funcionales y no funcionales, por último la definición de objetivos alcanzables.
- Metas a mediano plazo: Se trabajara en el análisis y diseño del proyecto. También se darán los cimientos del prototipo del software.
- Desarrollo del Prototipo
- Metas a largo plazo: Realizar un entregable del producto teniendo en cuenta dos puntos importantes la calidad y los objetivos propuestos.

2.8.2 Principios

El producto de software estará regido por los siguientes principios:

- Su usabilidad y accesibilidad, lo cual le dará una ventaja al usuario frente a otros aplicativos. Hablar de Accesibilidad Web es hablar de un acceso universal a la Web, independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios. Por ejemplo una web deja de ser accesible cuando para poder visualizarla correctamente necesitamos un plugin especial o navegador.
Entonces la idea es hacer la web accesible para todos los usuarios independientemente de las circunstancias y los dispositivos utilizados a la hora de acceder a la información.
- Que un producto sea usable implica que:
- Pueda ser utilizado en forma adecuada, eficiente y satisfactoria por la mayoría de los posibles usuarios.
- Sea tan fácil de aprender a usar que no requiere manuales.
- Pueda ser utilizado por personas con diferentes habilidades o discapacidades.
- Cualquier persona, sin importar su edad o cultura, pueda usarlo.
- Evita que el usuario cometa errores.
Cuando nos referimos específicamente a un sitio Web o sistema usable, nos interesa que sea:
- Amigable con el usuario
- Fácil de usar

- Fácil de aprender
- Su calidad se verá reflejada en las facilidades que presentara al momento de realizarle algún tipo de mantenimiento.
- La calidad será un factor determinante a la hora de realizar el software.
- Su fácil interpretación por medio de manuales de instalación y usuario.

2.8.3 Enfoque

El presente proyecto está orientado al desarrollo de un aplicativo haciendo uso de tecnologías móviles capaz de controlar mecanismos electrónicos dentro de un invernadero de forma remota.

2.8.4 Producto a entregar

El producto de software brindara los siguientes resultantes:

- Requerimientos funcionales y no funcionales
- Diagramas UML
- Entrega de código fuente
- Bancos de Prueba
- Producto final: Aplicativo web para control de forma remota un invernadero.
- Acceso y conexión con la Base de datos.
- Manuales técnico y de operación.

2.8.5 Controles

El aplicativo contara con los siguientes controles:

- Activación y desactivación de riego.
- Control de temperaturas por medio de ventiladores activados de forma remota.

3 DISEÑO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es básica y aplicada, ya que partiendo de un problema y unos objetivos definidos por los gestores del proyecto, utilizan metodologías para la recolección, el análisis e interpretación de la información. Además, de ser básica es aplicada ya que su objetivo es implementar minuciosamente lo observado, describir el estado, las características, los factores y los procedimientos del objeto en estudio.

3.2 METODOLOGIA

La metodología seleccionada para el desarrollo desde el punto de vista ingeniería es SCRUM. Es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Con esta forma de trabajo se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. (proyectosagiles.org, s.f.).

Es decir se parte identificando las características de los clientes, conocidas como historias de usuarios funcionales o product backlog, una vez que estén listas las historias se debe iniciar la planeación de cuales se van a liberar en el producto y para ello se cuenta con el product owner encargado de que las historias de usuario entren en el product backlog representando a los usuarios y clientes del producto.

El scrum master encargado de que el equipo cuente con todas las herramientas necesarias para hacer sus tareas, organiza las reuniones y planea la liberación del producto. Scrum define cuatro productos de trabajo:

- Product Backlog

Lista de los requisitos del producto y puede ser cambiado en cualquier momento del proyecto.

- Burndown

Es un gráfico que muestra la suma de las estimaciones de trabajo restante.

- Sprint backlog

Una lista de tareas que el equipo debe cumplir para generar el siguiente incremento del producto.

- Burndown sprint

Un gráfico de la cantidad de trabajo restante de la iteración actual (Cardozzo, 2016).

3.2.1 Análisis de necesidades

El objetivo de esta etapa es determinar el contexto en el cual se va a desarrollar la aplicación e identificar los requerimientos funcionales que deberá atender la aplicación, como complemento a otras soluciones y teniendo en claro el rol de cada una de las fases del desarrollo del prototipo.

3.2.2 Población objetivo

Las características de la población objetivo dentro de las cuales está enmarcadas este proyecto son:

Propietarios y funcionarios de invernaderos, quienes interactúan con la aplicación web desde sitios remotos, dado que la aplicación está orientada a implementarse en una arquitectura web.

3.2.3 Problema o necesidad a atender

Según estudios realizados por el ministerio del medio ambiente el cambio climático afecta drásticamente los cultivos, ecosistemas y los sistemas socioeconómicos de diferentes regiones. (minambiente, 2017)

La importancia de cultivar dentro de invernaderos es que bajo estos se establece un ambiente interno que permite proteger el cultivo del viento, lluvia, plagas, enfermedades, hierbas y animales. Igualmente, esta protección permite al agricultor controlar la temperatura, la cantidad de luz y el riego lo cual nos brinda una posibilidad de sembrar plantas fuera de temporada sin temor a que se vean afectadas por el clima externo.

En el siglo actual son muchos los avances que se han logrado en el campo de las Tecnologías de la información, las Telecomunicaciones, y los Sistemas Distribuidos; especialmente en el sector de la Domótica y el internet de las cosas que pretende revolucionar también la industria. La conectividad aplicada al proceso de fabricación es alma del Internet de las cosas y permitirá grandes progresos en todo tipo de áreas. (Internet de las cosas, 2017).

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar, desarrollar e implementar un sistema para controlar el riego y la temperatura en los invernaderos, esto se puede controlar de una forma autónoma y será monitoreado remotamente utilizando como medio de comunicación las redes móviles y aplicaciones web.

Los objetivos que debe cumplir el proyecto son.

- Analizar y evaluar el sistema de riego actual en los invernaderos, esto con el fin de determinar las ventajas y los beneficios tanto para los propietarios

como los operarios, y así garantizar un riego de agua a los cultivos de forma rápida y automática .

- Identificar las etapas del ciclo de vida del desarrollo de un producto de software basado en un prototipo.
- Diseñar y crear módulos interactivos y sencillos de utilizar, orientados al uso de los operarios del sistema.
- Almacenar en una base de datos la información numérica de los grados centígrados tomados por el sensor de temperatura, lo cual nos permitirá visualizar en la aplicación web una gráfica con las variaciones de la temperatura en cualquier momento.

3.2.4 Descripción del sistema actual

En la actualidad un invernadero artesanal que no cuente con sistemas automáticos donde realicen el riego de cultivos manualmente, no cuente con sensores para tomar lecturas de la temperatura, y no posee monitoreo o sistemas que alerten, los cultivos se verán afectados por los fenómenos del clima, las heladas que se presentan en las madrugadas queman las plantas y en días calurosos se secan.

Las fluctuaciones de temperatura han afectado los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos y representan un alto porcentaje en la producción con variaciones en el abastecimiento de alimentos en las centrales mayoristas y la incidencia sobre los precios de los productos.

3.2.5 Diagnóstico de la situación actual

Según los estudios de [Agrícolas.com](#) , [Agropinos.com](#) , [Seipasa.com](#) y [Eljardin.WS](#) dada la problemática que afrontan los cultivos, donde el clima es muy variado y por la falta de tecnologías adaptadas al control y monitoreo, se pierden cultivos enteros o salen de baja calidad, por ello surge la necesidad de realizar un estudio y análisis del contexto mundial sobre el control y monitoreo de invernaderos con tecnología de punta, con el objeto de desarrollar un sistema para monitorear y controlar los invernaderos de forma automática , actualmente a nivel nacional existe un crecimiento considerable de cultivos en sistemas protegidos , debido a que es una alternativa viable por las múltiples ventajas que representa en cuanto al control de la temperatura .

El uso de tecnología innovadora para los invernaderos conlleva a una mejor producción incrementando la calidad y maximizando su rentabilidad.

3.3 SPRINT CERO PLAN DE TRABAJO

Se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Plan de Trabajo Sprint Cero

Tipo	Descripción	Fecha inicio	Fecha Fin
Tarea	Levantamiento de información	11/03/2016	09/04/2016
Tarea	Entendimiento de las historias de usuario	11/04/2016	16/04/2016
Tarea	Refinamiento Y criterios de aceptación	17/04/2016	30/04/2016
Tarea	Gestión de equipos de cómputo para los integrantes de la célula de trabajo	01/05/2016	06/05/2016
Tarea	Instalación de programas base para el equipo de trabajo	07/05/2016	08/05/2016

Fuente : Autores, 2016

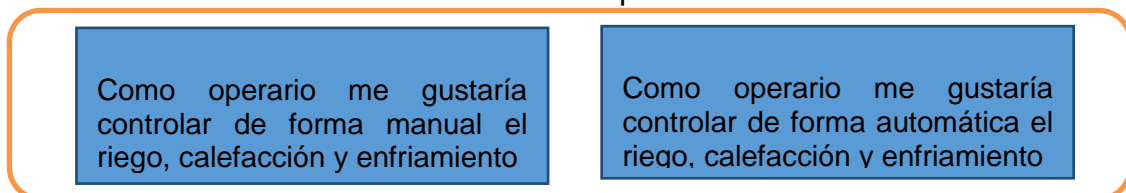
3.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

En el primer sprint, el cual no tiene tiempos definidos debido a que es el primer levantamiento de información se realizan las primeras reuniones del product owner y el usuario, el cual conoce a detalle el proceso funcional del producto, después de terminar de realizar la reunión se derivan las siguientes historias de usuario:

3.5 PRODUCT BACKLOG HISTORIAS DE USUARIO

En su momento se dio la siguiente historia de usuario épica:

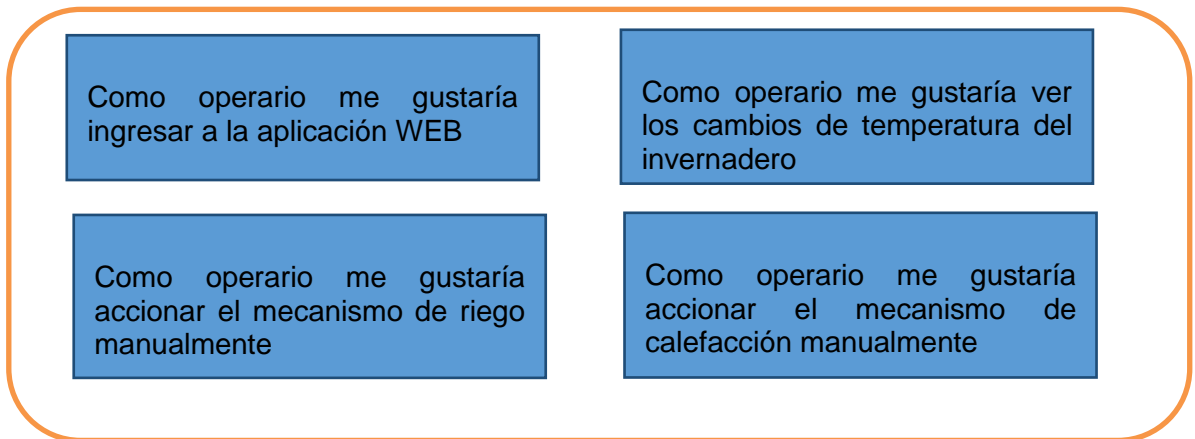
Ilustración 15. Historia épica de usuario



Fuente : Autores, 2017

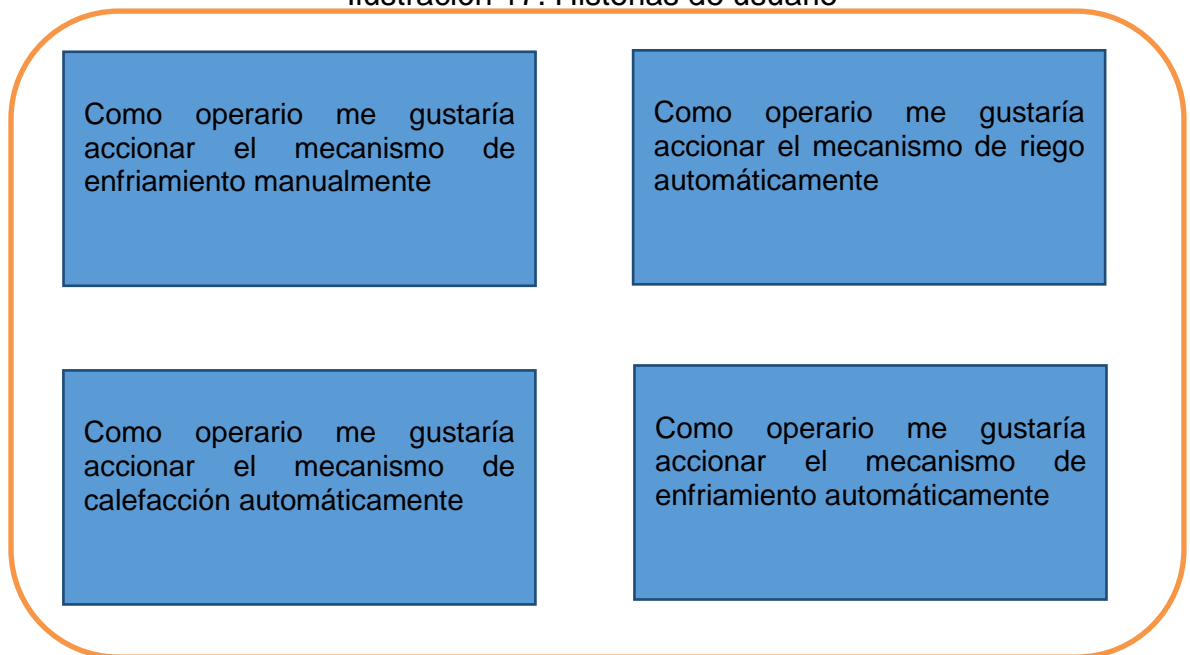
Debido a la complejidad de la historia y debido a que no se puede realizar en un solo sprint se decidió dividir las historias en historias más cortas y fáciles de trabajar para el equipo de desarrollo asignado a nuestra célula de trabajo, dando como resultado las siguientes historias de usuario:

Ilustración 16. Historias de usuario



Fuente : Autores, 2017

Ilustración 17. Historias de usuario



Fuente : Autores, 2017

En cabeza del product owner se realiza la verificación de las historias de usuario y los criterios de aceptación para poder cerrar cada una de estas historias, de igual forma se prioriza en el producto mínimo viable que se puede tener en producción y que se daría como aprobado por el usuario. El usuario integrara la célula de trabajo de scrum, estando presente en la finalización de cada sprint y revisando los entregables finales de cada sprint que se desplegaran en un ambiente de pruebas.

3.5.1 Historias de usuario con criterios de aceptación

La tabla 6 presenta la HU001 ingresar a la aplicación web.

Tabla 6. HU001 Ingresar a la Aplicación Web

Enunciado de la Historia				Criterios de Aceptación				
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU001	Como un operario	Necesito ingresar a la aplicación web	Con la finalidad de poder hacer uso de las funcionalidades del sistema como el monitoreo o activación de mecanismos	1	Ingreso exitoso	En caso que el usuario este registrado	Cuando el ingreso del usuario y contraseña sean correctos	Entonces el sistema permitirá el ingreso al sistema
				2	credenciales incorrectas	En caso que el usuario este registrado	cuando el ingreso del usuario y contraseña son incorrectos	Entonces el sistema NO permitirá el ingreso y el sistema presentará una alerta con el siguiente mensaje: "Usuario y/o contraseña no válido,
				3	validacion ingreso	Usuario no registrado	Cuando el usuario oprima el botón "Ingresar"	Entonces el sistema no permitirá el ingreso al sistema y aparecerá el mensaje :Usuario no registrado
				4	Campos Obligatorios	formulario con campos obligatorios. (marcados con *)	Cuando el usuario oprima el botón "Ingresar"	Entonces el sistema no permitirá el ingreso al sistema y aparecerá el mensaje : "Por favor ingrese los campos obligatorios (*)

Fuente : Autores, 2016

Como se puede observar la tabla 7 presenta la HU002 cambios de temperatura.

Tabla 7. HU002 Ver Cambios de Temperatura

Enunciado de la Historia				Criterios de Aceptación				
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU002	Como un operario	Necesito ver los cambios de temperatura dentro del invernadero	Con la finalidad de poder tener controlado el ambiente interno del invernadero	1	Temperatura Actual	Quiero ver una grafica del comportamiento de la temperatura	Cuando haya un cambio de temperatura	Entonces el sistema graficara el cambio
				2	Tabla de temperatura	Quiero ver una tabla con el historico de tempetaraturas	cuando haya cambio de temperatura	Entonces el sistema guarda el registro en la tabla

Fuente : Autores, 2016

La tabla 8 presenta la HU003 accionar el riego.

Tabla 8. HU003 Accionar el Riego

Enunciado de la Historia					Criterios de Aceptación			
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU003	Como un operario	Necesito accionar el mecanismo de riego	para realizar el riego del cultivo a cualquier hora	1	Sistema de riego	Quiero activar el riego oprimiendo un boton	Cuando se active el boton de riego	Entonces el sistema activara el mecanismo de riego por goteo

Fuente : Autores, 2016

En la tabla 9 se puede observar la HU004 accionar la calefacción

Tabla 9. HU004 Accionar la Calefacción

Enunciado de la Historia					Criterios de Aceptación			
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU004	Como un operario	Necesito accionar el mecanismo de calefaccion	para mantener la temperatutra dentro del rango optimo	1	Sistema de calefaccion	Quiero activar el mecanismo de calefaccion oprimiendo un boton	Cuando se active el boton de calefaccion	Entonces el sistema activara el mecanismo de calefaccion

Fuente : Autores, 2016

En la tabla 10 se evidencia la HU005 accionar el enfriamiento

Tabla 10. HU005 Accionar el Enfriamiento

Enunciado de la Historia					Criterios de Aceptación			
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU005	Como un operario	Necesito accionar el mecanismo de enfriamiento	para mantener la temperatutra dentro del rango optimo	1	Sistema de enfriamiento	Quiero activar el mecanismo de enfriamiento oprimiendo un boton	Cuando se active el boton de enfriamiento	Entonces el sistema activara el mecanismo de enfriamiento

Fuente : Autores, 2016

En la tabla 11 se evidencia la HU006 control automático del invernadero

Tabla 11. HU006 Control Automático del Invernadero

Enunciado de la Historia				Criterios de Aceptación				
Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU006	Como un operario	Necesito que el sistema controle automáticamente todo el invernadero	para que el sistema funcione autonomo en horas no laborales	1	temperatura menor a 18 grados	al detectar temperaturas menores a 18 grados	activar mecanismo de calefaccion	aumenta la temperatura
				2	temperatura entre 18 y 25 grados			los mecanismos deben estar apagados
				3	temperatura mayor a 25 grados	al detectar temperaturas mayores a 25 grados	activar mecanismo de enfriamiento	bajar la temperatura
				4				

Fuente : Autores, 2016

3.6 DURACION DE LOS SPRINT

Para el proyecto se planeó cuatro Sprint, cada sprint tendrá una duración de cuatro semanas, se definió de esta manera debido al tipo de requerimientos y por el número de integrantes que se tienen hoy en día, actualmente solo contamos con dos programadores y de iguales formas estas desempeñaran el rol de testers.

Para la puntuación de las historias de usuario se usara la serie de Fibonacci, pero para delimitar este cálculo se tomara la seria hasta el número 13.

En la tabla 12 se evidencia la serie Fibonacci para puntuación de las historias de usuario.

Tabla 12. Serie Fibonacci para puntuación de HU

Valor	Tipo de requerimiento
1	Bajo
2	Bajo
3	Medio
5	Alto
8	Alto
13	Muy Alto

Fuente : Autores, 2016

3.7 ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS

En el proceso ingeniera de requerimientos se establecieron los requerimientos funcionales y no funcionales que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la aplicación.

3.7.1 Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales del proyecto se observan en la tabla 13, lista de requerimientos funcionales.

Tabla 13. Lista de requerimientos funcionales

lista de requerimientos funcionales			
código	nombre del requerimiento	caso de uso	Actor
RF1	La aplicación web debe permitir controlar el acceso al sistema a través de usuario y password.	Inicio de sesión	Operario y aplicación
RF2	El sistema debe permitir monitorear el estado de los mecanismos de: riego, calefacción o enfriamiento del invernadero, en cualquier momento y desde cualquier lugar con conexión a internet.	Monitoreo de Invernadero	operario
RF3	El sistema debe permitir visualizar a través de la aplicación web una gráfica con las diferentes lecturas registradas por el sensor de temperatura.	Desplegar grafica	Aplicación y Operario
RF4	El sistema debe generar un archivo log donde se registre las acciones de los mecanismos de riego, calefacción o enfriamiento del invernadero.	Archivo Log de Aplicación	aplicación
RF5	El sistema debe permitir almacenar en la base de datos las diferentes lecturas a partir del sensor de temperatura	Guardar lecturas	aplicación
RF6	Si el sensor se encuentra en estado inactivo El sistema debe permitir accionar manualmente el mecanismo de calefacción por parte del usuario (operario) desde la aplicación web.	Control de calefacción manualment e	operario
RF7	El sistema debe permitir accionar manualmente el mecanismo de enfriamiento por parte del usuario desde la aplicación.	Control de enfriamiento manualment e	operario
RF8	El sistema debe permitir accionar manualmente el mecanismo de riego por parte del usuario desde la aplicación web en cualquier momento y desde cualquier lugar.	Control de riego manualment e	operario

RF9	Si la temperatura se encuentra por debajo de los 18 grados centígrados el sistema debe accionar el mecanismo de calefacción, cuando la temperatura sea mayor a 18 y menor a 25 grados centígrados el sistema debe mantener apagados los mecanismos de enfriamiento y calefacción, si la temperatura supera los 25 grados el sistema debe accionar el mecanismo de enfriamiento.	Módulo Automático	aplicación

Fuente : Autores, 2017

3.7.2 Requerimientos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales del proyecto son los siguientes:

- a). El sistema debe tener una interfaz amigable para el usuario y así permitir un fácil uso.
- b). El sistema debe permitir el acceso desde cualquier sitio con acceso a internet.
- c). La aplicación web debe ocupar la mayor parte de la pantalla para poder visualizar las diferentes funciones.
- d). El sistema debe procesar los datos en línea y de forma rápida
- e). El sistema debe mostrar mensajes de errores de una forma clara, que permita al usuario comprenderlos fácilmente.
- f). La aplicación web debe tener compatibilidad de visualización con las últimas versiones de los navegadores.

3.8 DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA DISEÑO DE CASOS DE USO

3.8.1 Formato caso de uso general

En la tabla 14 se observa el diagrama general de casos de uso.

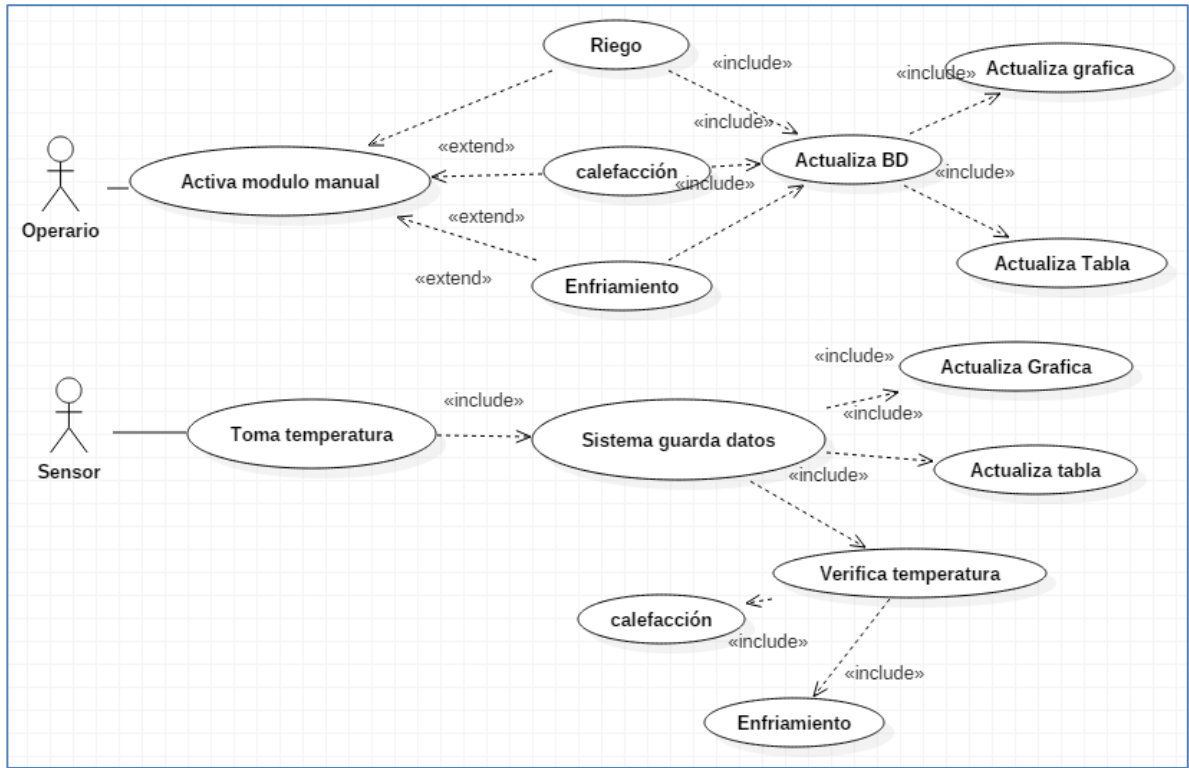
Tabla 14. Caso de Uso General

caso de uso	Caso de Uso general
actor	Operario
Precondición	El usuario debe estar registrado para ingresar a la aplicación web. Por defecto siempre debe estar activo el módulo automático para que el sistema trabaje de forma autónoma activando los mecanismos en el momento adecuado según su programación
post condición	
flujo de eventos básico	
1	El usuario abre la aplicación web desde el navegador
2	el usuario se autentica con sus credenciales asignadas e ingresa a la aplicación web
3	Usuario verifica mecanismos
4	El usuario seleccionar el modulo manual o automático
5	El usuario puede seleccionar el modulo manual y dar click en la opción activar riego
6	El usuario puede seleccionar el modulo manual y activar el mecanismo de calefacción
7	El usuario puede seleccionar el modulo manual y activar el mecanismo de enfriamiento
8	El usuario deja activo el módulo automático
9	El usuario cierra su sesión
10	finaliza el caso de uso
flujo de eventos alternativo	
2.1	Si el operario olvida su clave debe solicitarla al administrador
6.1	Si la temperatura sube más de 25 grados centígrados el operario debe activar el enfriamiento
7.1	Si la temperatura baja más de 18 grados centígrados el operario debe activar la calefacción

Fuente : Autores, 2017

Como se observa en la ilustración 18 el caso de uso general.

Ilustración 18. Caso de Uso General



Fuente : Autores, 2017

3.8.2 Formato caso de uso inicio de sesión

Tabla 15. Inicio de sesión

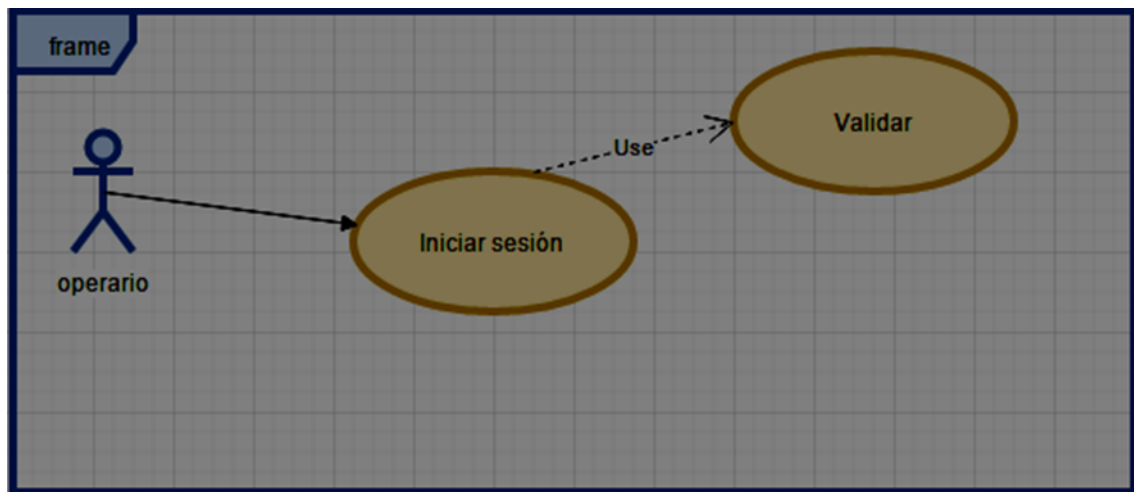
caso de uso	Inicio de sesión
actor	Operario
precondición	El usuario debe estar registrado
post condición	El usuario queda autenticado
flujo de eventos básico	
1	El operario abre la aplicación web desde un navegador
2	el sistema muestra un formulario de autenticación
3	el operario ingresa su usuario y contraseña

	4	el sistema muestra la interfaz principal
	8	el operario cierra la sesión
	9	finaliza el caso de uso
flujo de eventos alternativo		
	3.1	Si la clave es incorrecta el sistema muestra mensaje de error clave no valida y retorna al formulario de autenticación paso 2.
	3.2	Si el usuario es incorrecto el sistema muestra mensaje de error usuario no registrado y retorna al formulario de autenticación paso 2.

Fuente : Autores, 2017

La ilustración 19 hace referencia al caso de uso inicio de sesión.

Ilustración 19. Caso de Uso Inicio de sesión



Fuente : Autores, 2017

3.8.3 Formato caso de uso actualizar grafica de temperatura

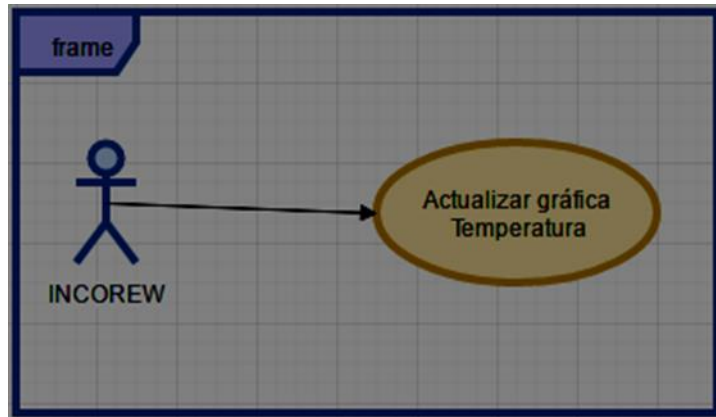
Tabla 16. Actualizar grafica de temperatura

caso de uso	Actualizar grafica de Temperatura
Actor	Aplicación
Precondición	Las lecturas de la temperatura deben estar registradas en la base de datos
post condición	La grafica queda actualizada
flujo de eventos básico	
1	INCOREW captura las lecturas del sensor de temperatura, fecha y hora
2	INCOREW guarda las lecturas en la base de datos
3	INCOREW consulta la base de datos y actualiza la gráfica
4	Muestra gráfica y tabla de datos
flujo de eventos alternativo	
1.1	Si no hay variación en la temperatura no hay captura de datos
2.1	Si la temperatura es diferente a la captura anterior se guarda en la base de datos incluyendo fecha y hora
3.1	Si la base de datos no tiene información no se carga la gráfica

Fuente : Autores, 2017

La siguiente Ilustración numero 20 hace referencia al caso de uso actualizar grafica de temperatura.

Ilustración 20. Caso de uso Actualizar Grafica de Temperatura



Fuente : Autores, 2017

3.8.4 Formato caso de uso actualizar registro de temperatura

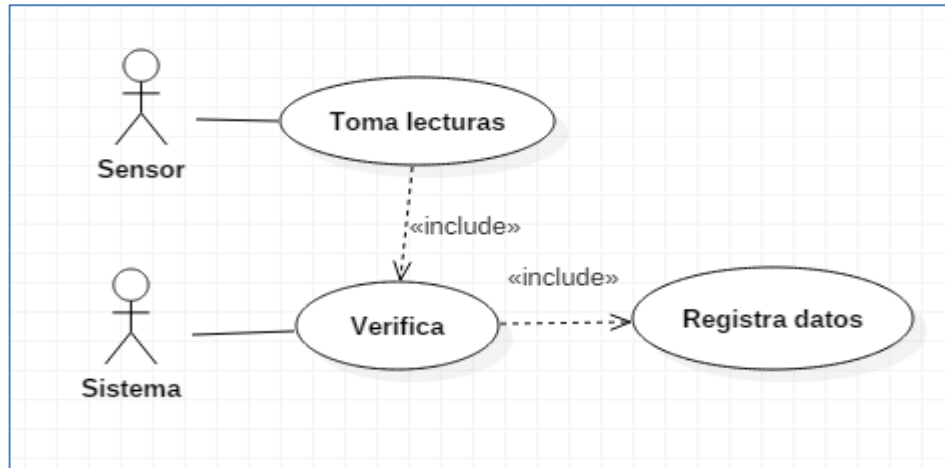
Tabla 17. Actualizar registro de temperatura

caso de uso	Actualizar registro de Temperatura
actor	INCOREW
precondición	La aplicación debe estar en módulo automático
post condición	Temperatura actualizada
flujo de eventos básico	
1	INCOREW valida variación de temperatura
flujo de eventos alternativo	
1.1	Si existe variación en la temperatura INCOREW registra la nueva temperatura con fecha y hora

Fuente : Autores, 2017

En la ilustracion 21 se observa el caso de uso actualizar registro de temperatura

Ilustración 21. Caso de Uso Actualizar registro de Temperatura



Fuente : Autores, 2017

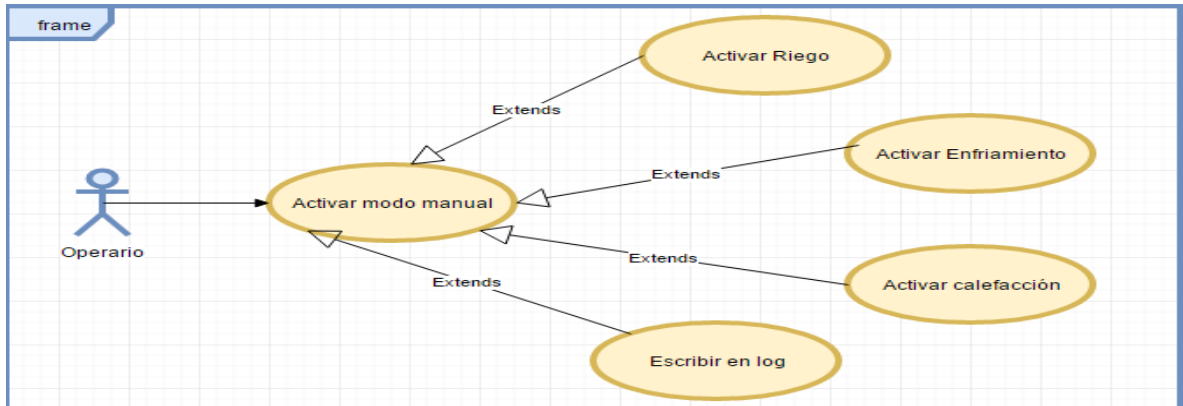
3.8.5 Formato caso de uso activar modulo manual

Tabla 18. Activar Modulo Manual

caso de uso	Activar Modulo Manual
Actor	Operario
Precondición	El operario debe estar autenticado
flujo de eventos básico	
1	El operario activa el modulo manual
2	INCOREW escribe en el LOG de la aplicación
3	El operario activa Riego
4	El operario activa el Enfriamiento
5	El operario activa calefacción
flujo de eventos alternativo	
1	Si INCOREW en el paso 1 valida que está en modo automático el sistema no permite la activación manual

Fuente : Autores, 2017

Ilustración 22. Caso Activar Modulo Manual



Fuente : Autores, 2017

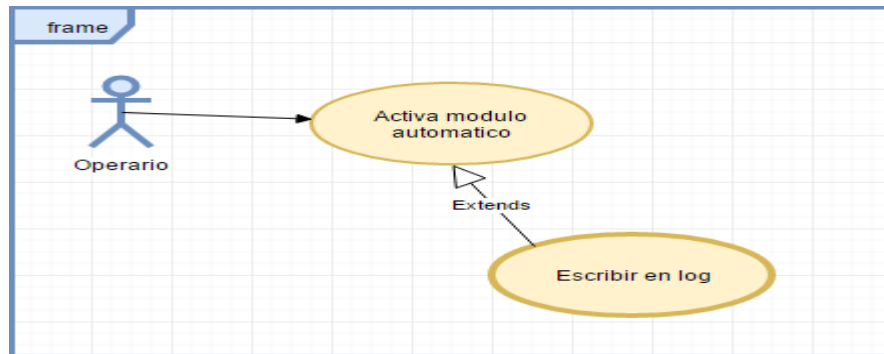
3.8.6 Formato caso de uso modulo automático

Tabla 19. Caso De Uso Modulo Automático

caso de uso	Módulo Automático
Actor	aplicación
Precondición	La aplicación web debe estar activada en módulo automático
post condición	El sistema que actualizado
flujo de eventos básico	
1	El operario activa el módulo automático
2	INCOREW escribe en el LOG de la aplicación
flujo de eventos alternativo	

Fuente : Autores, 2017

Ilustración 23. Caso de Uso Modulo Automático

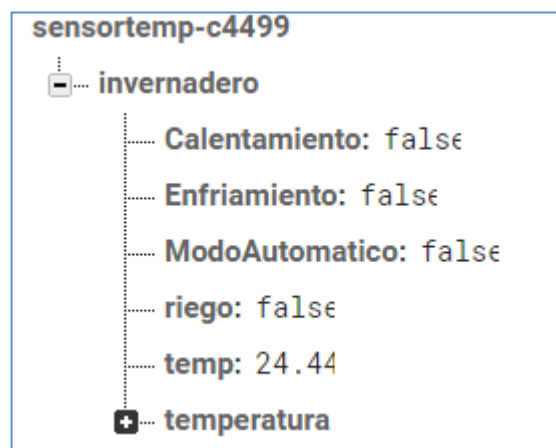


Fuente : Autores, 2017

3.8.7 Objetos json

Se observa en la ilustración 24 los objetos json donde se almacena la información.

Ilustración 24. Objetos json

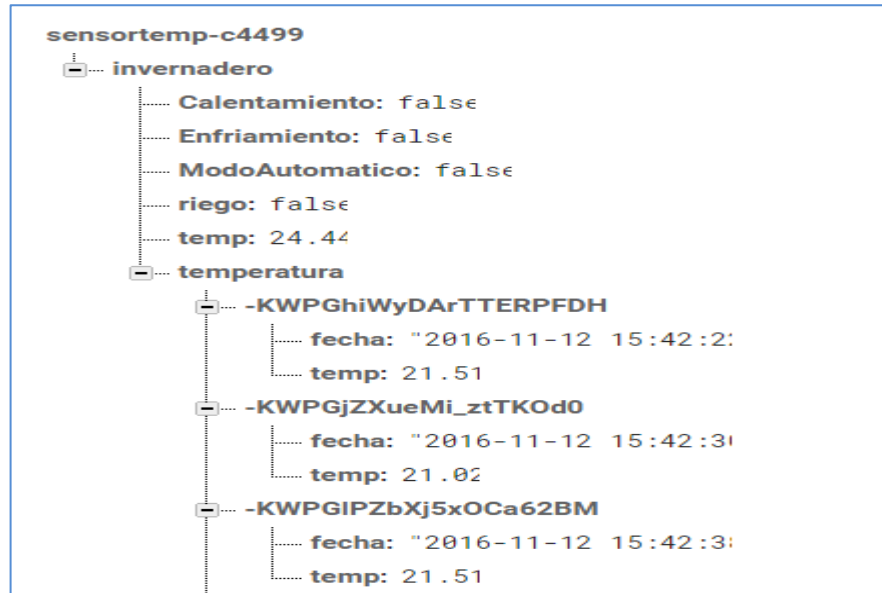


Fuente : Autores, 2017

3.8.8 Estructura árbol json

Como se evidencia en la ilustración 25 el árbol tipo json.

Ilustración 25. Estructura árbol json

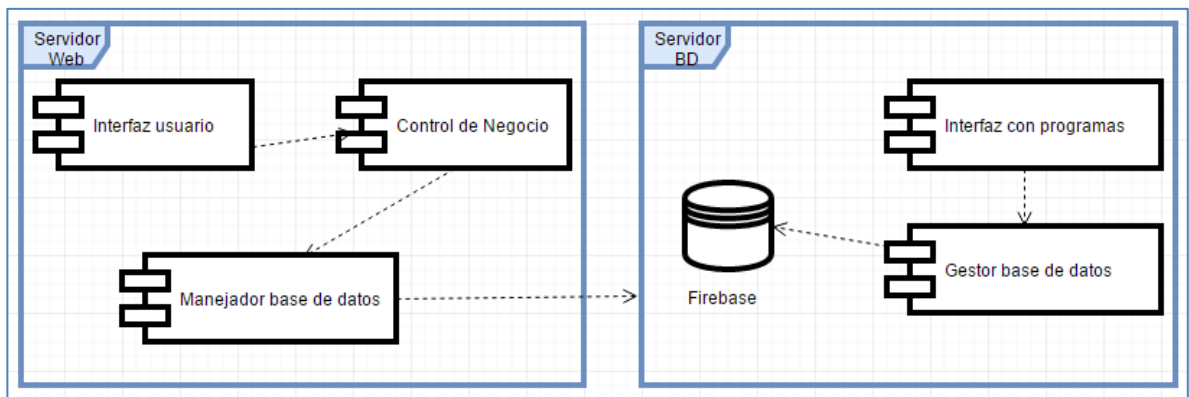


Fuente : Autores, 2017

3.8.9 Diagrama de componentes

Se observa el diagrama de componentes en la ilustración 26.

Ilustración 26. Diagrama de componentes

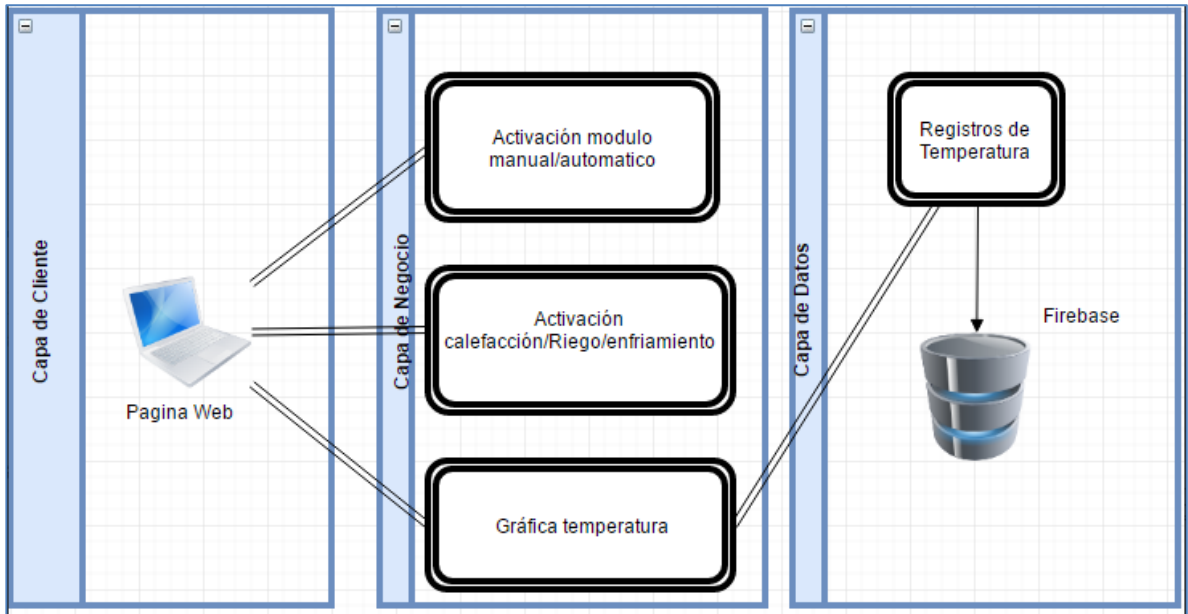


Fuente : Autores, 2017

3.8.10 Diagrama de capas

En la ilustración 27 se observa el diagrama de capas.

Ilustración 27. Diagrama de capas

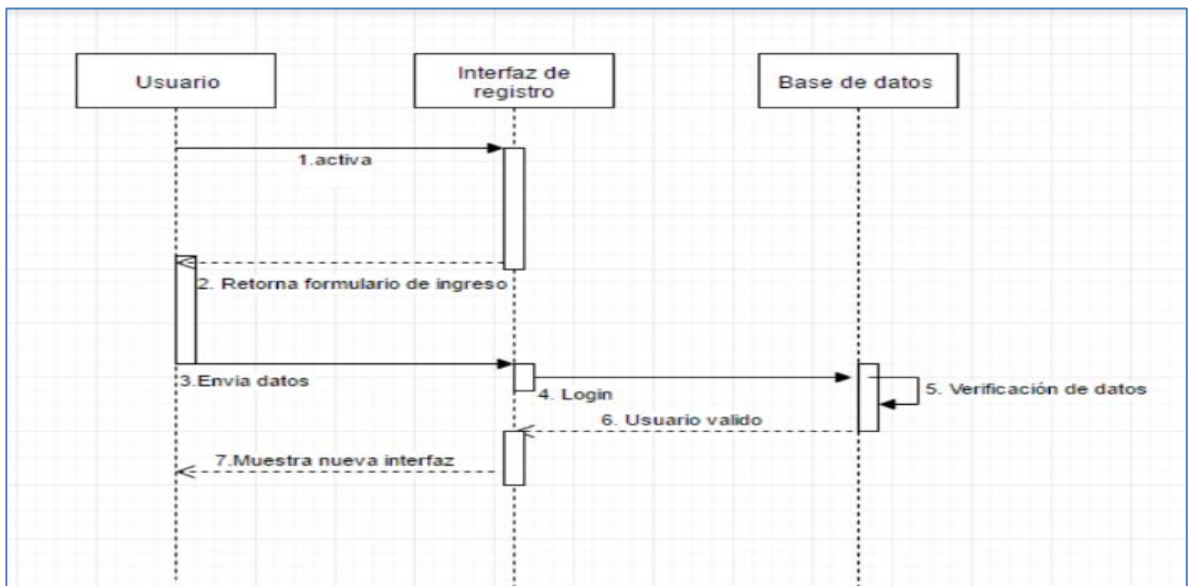


Fuente : Autores, 2017

3.8.11 Diagrama de secuencia

Se observa en la ilustración 28 el diagrama de secuencia inicio de sesión.

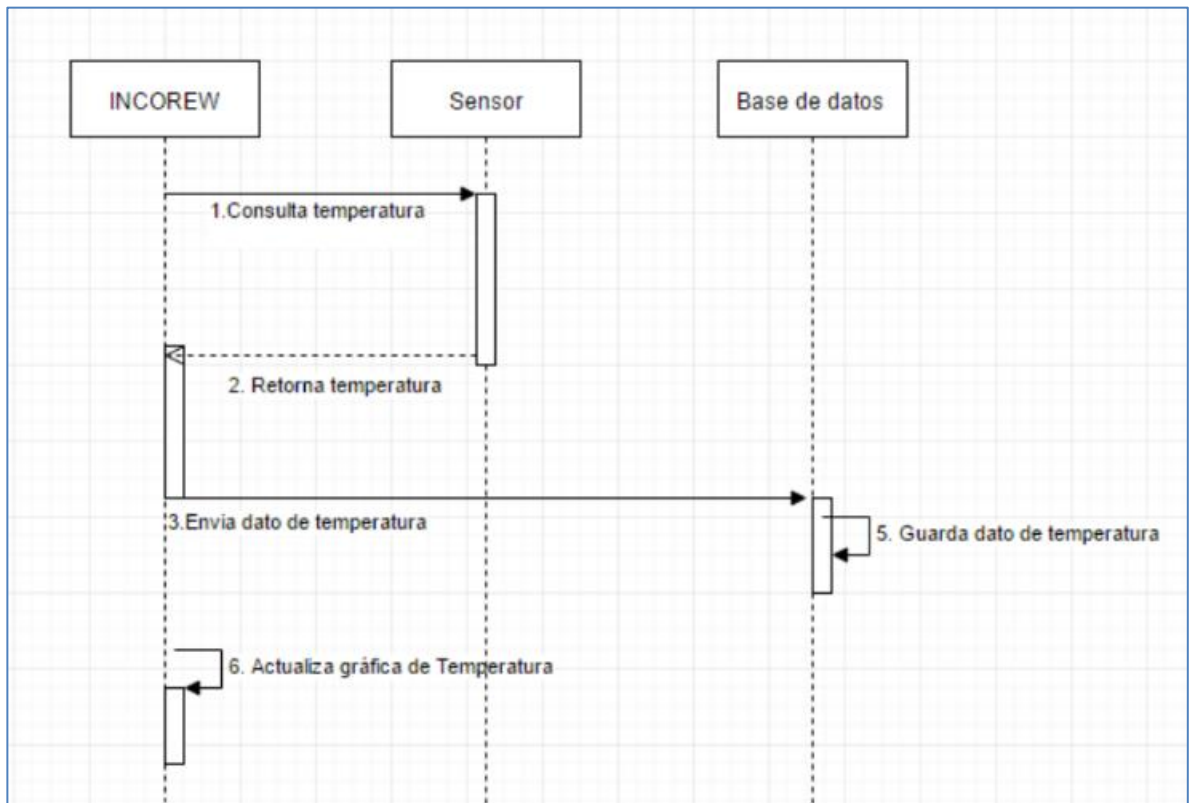
Ilustración 28. Diagrama de secuencia inicio de sesión



Fuente : Autores, 2017

Como se observa en la ilustración 29 el diagrama de secuencia actualizar grafica de temperatura.

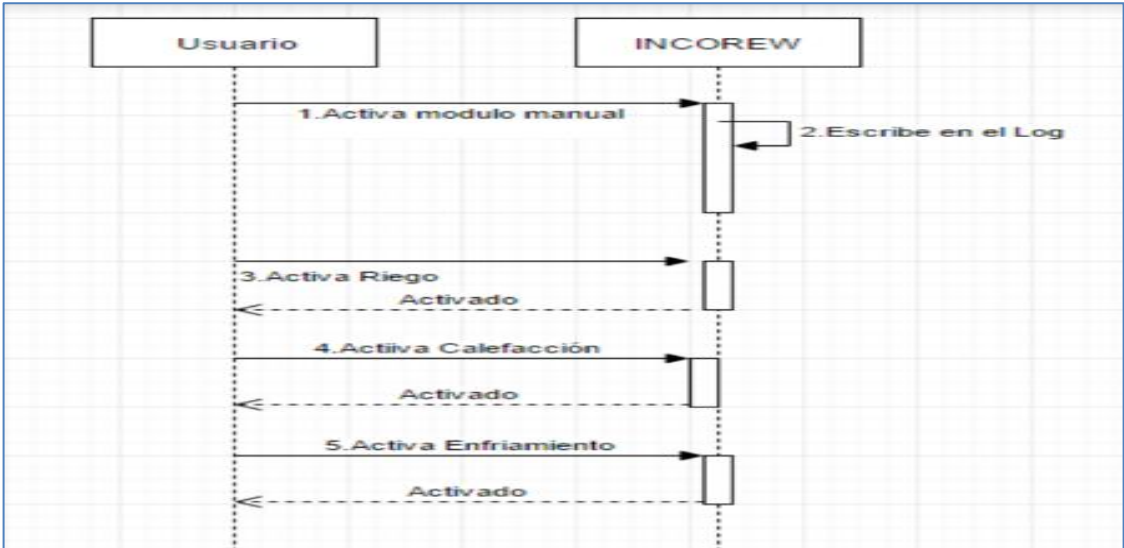
Ilustración 29. Diagrama de secuencia actualizar grafica



Fuente : Autores, 2017

En la ilustración 30 se observa el diagrama de secuencia para el módulo manual.

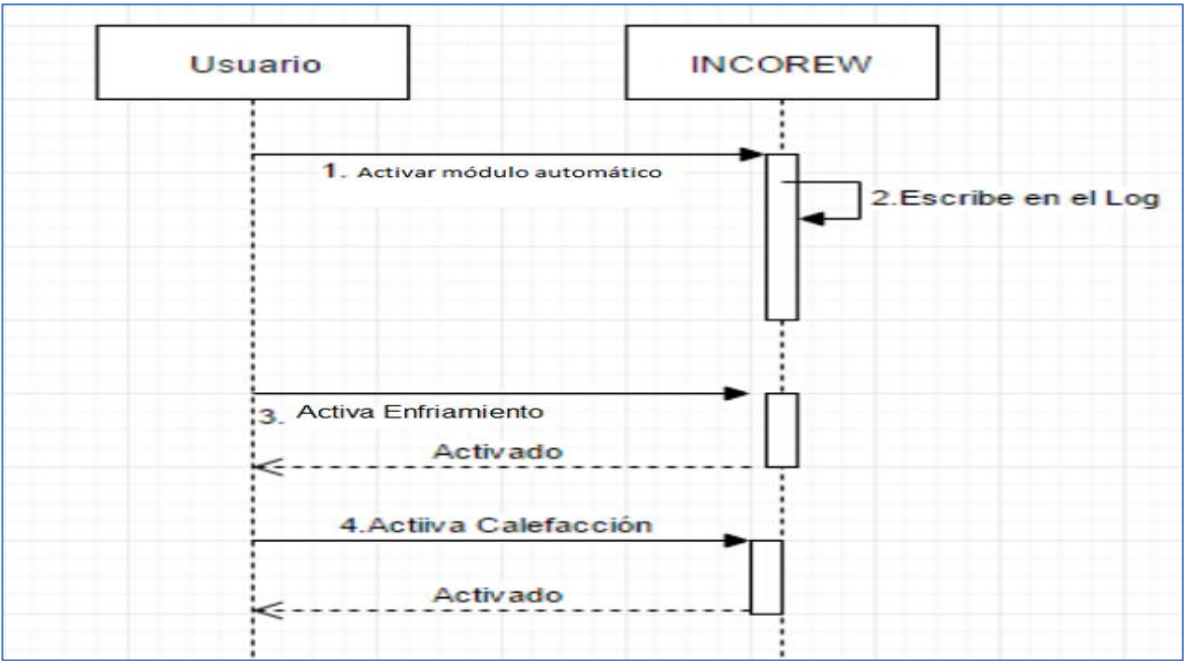
Ilustración 30. Diagrama de secuencia módulo manual



Fuente : Autores, 2017

Se observa en la ilustración 31 el diagrama de secuencia activar módulo automático

Ilustración 31. Diagrama de secuencia módulo automático

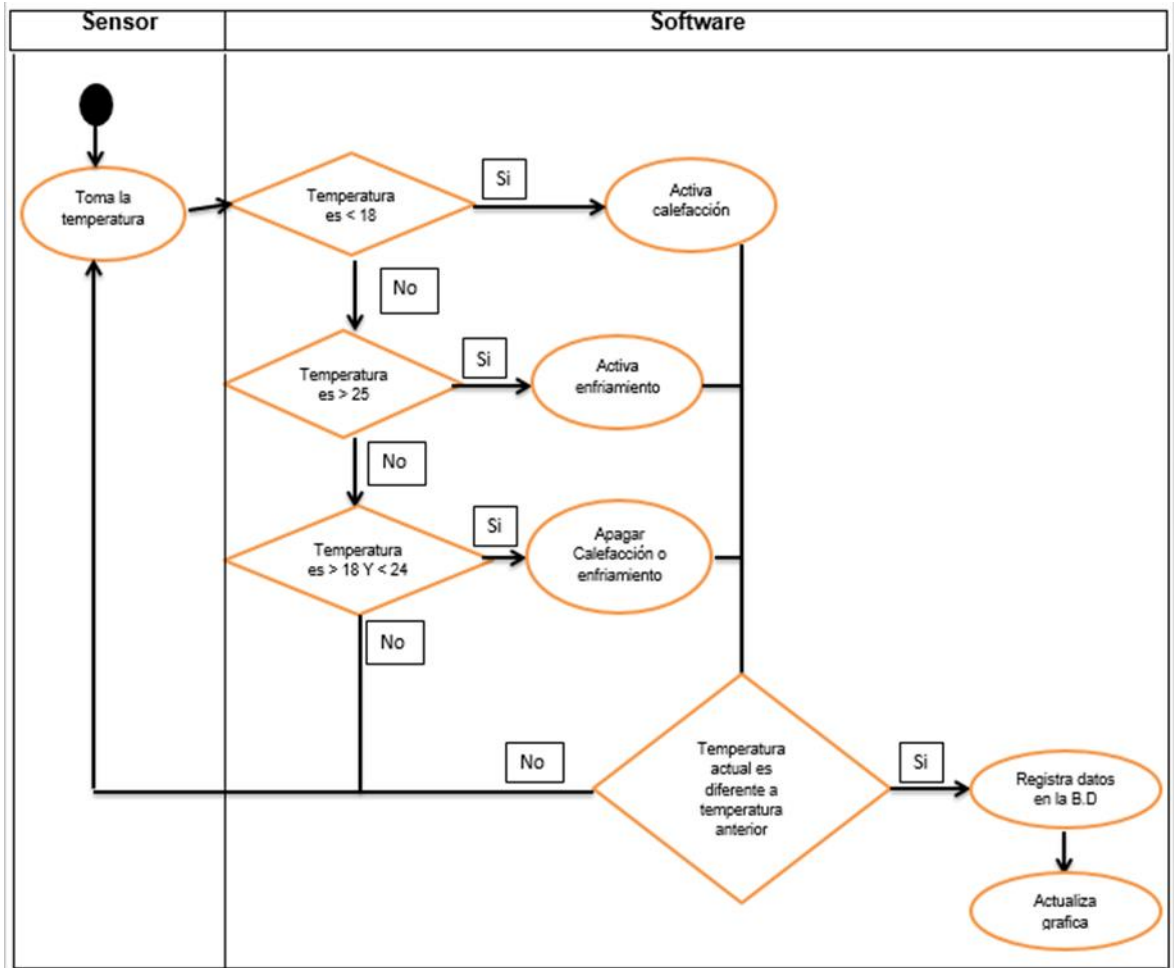


Fuente : Autores, 2017

3.8.12 Diagrama de actividades

Como se observa en la ilustración 32 el diagrama de actividades

Ilustración 32. Diagrama de actividades

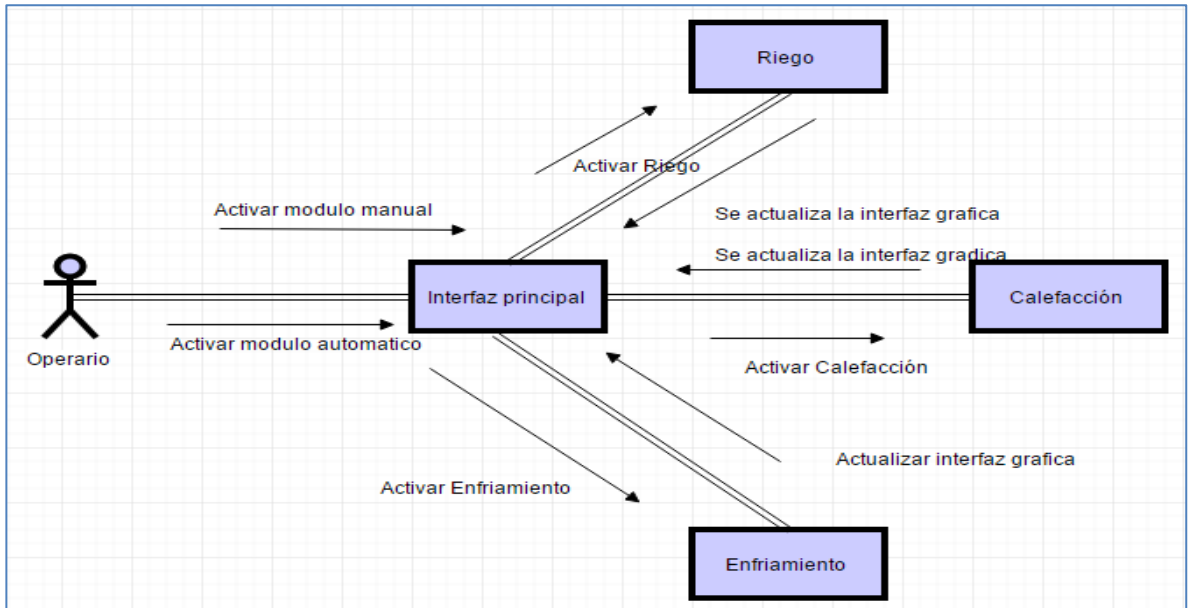


Fuente : Autores, 2017

3.8.13 Diagrama de colaboración

Se observa en la ilustración 33 el diagrama de colaboración.

Ilustración 33. Diagrama de colaboración

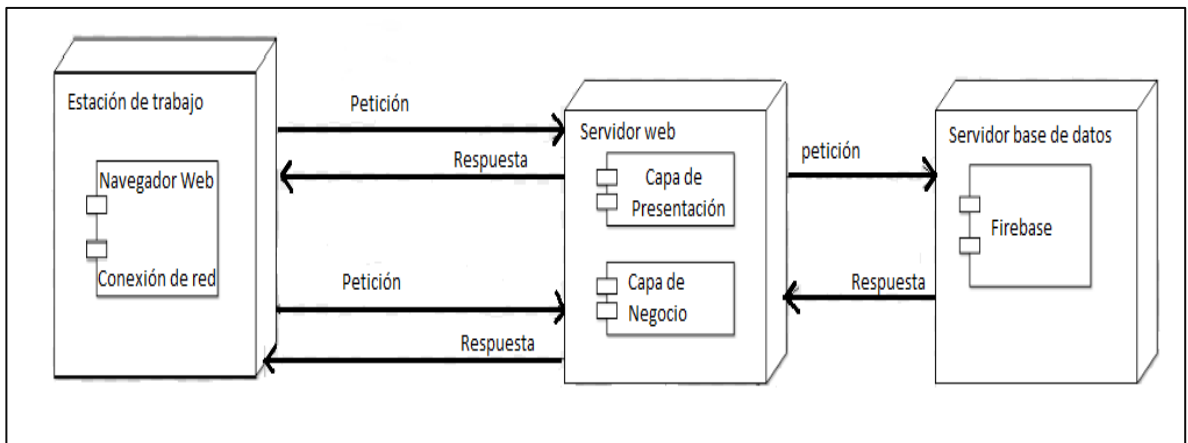


Fuente : Autores, 2017

3.8.14 Diagrama de despliegue

En la ilustración 34 podemos observar el diagrama de despliegue

Ilustración 34. Diagrama de despliegue



Fuente : Autores, 2017

3.8.15 Diseño arquitectónico

Se optó por el modelo arquitectura en tres niveles, también llamada aplicaciones distribuidas o multinivel. Al hablar del desarrollo de aplicaciones Web resulta adecuado presentarlas dentro de las aplicaciones multinivel.

La capa de presentación es la que ve el usuario, le comunica la información y captura la información, también es conocida como interfaz gráfica y debe tener la característica de ser "amigable" (entendible y fácil de usar) para el usuario. Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio.

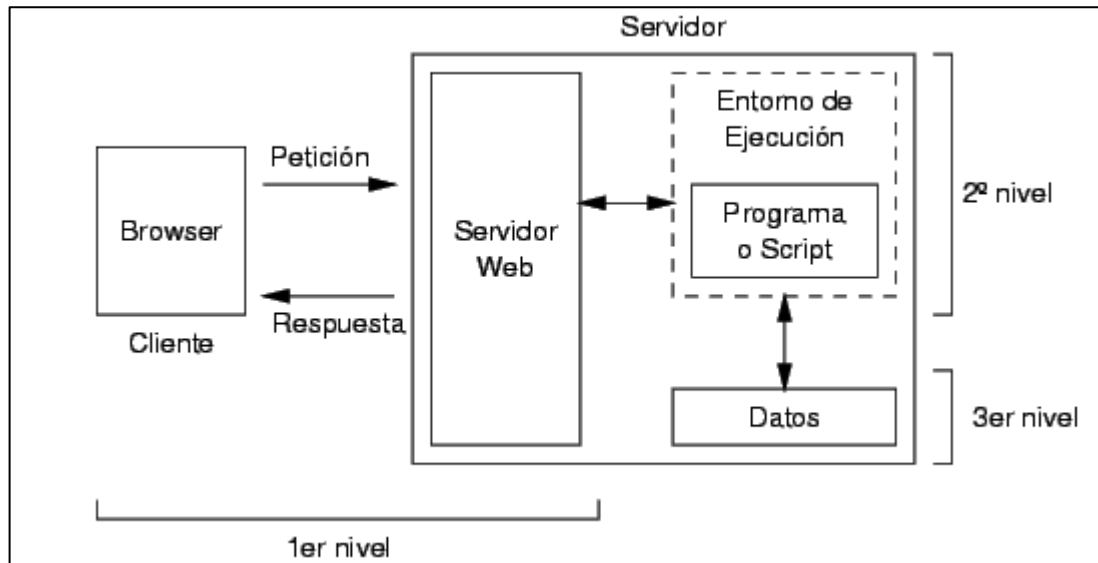
La capa de negocio es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio (e incluso de lógica del negocio) porque es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar datos de él. También se consideran aquí los programas de aplicación.

La tercera capa consiste en la capa de datos es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

Todas estas capas pueden residir en un único computador, si bien lo más usual es que haya una multitud de computadoras en donde reside la capa de presentación (son los clientes de la arquitectura cliente/servidor). Las capas de negocio y de datos pueden residir en el mismo computador, y si el crecimiento de las necesidades lo aconseja se pueden separar en dos o más computadoras. (capas y niveles, 2017)

La ilustración 35 representa la arquitectura de tres capas.

Ilustración 35. Diseño arquitectónico de tres capas



Fuente : Disponible en <https://www.infor.uva.es/~jvegas/cursos/buendia/pordocente/node21.html>, 2017

3.9 PLANING UNO

Se realiza la primera planing, el primer lunes antes de iniciar un sprint, la cual dara inicio a la planificación de lo que será el proyecto en general, el product owner da a conocer el product backlog y se procede a dar fechas y dividir las historias de usuario en cada sprint, siempre teniendo en cuenta la prioridad que se ha dado por el product owner.

3.9.1 Sprint uno diseño del nuevo sistema

El sistema INCOREW invernadero controlado remotamente desde la web estará conformado por los siguientes módulos:

a) **Modulo automático**

Este módulo está en constante ejecución y será capaz de evaluar la lectura de la temperatura que registra el sensor, y de acuerdo a unos rangos establecidos será capaz de activar los mecanismos de calefacción y enfriamiento automáticamente, manteniendo así la misma temperatura dentro del invernadero.

b) **Modulo manual**

Este módulo se debe activar solo si falla el sensor de temperatura, al seleccionar este módulo, el módulo automático queda deshabilitado lo cual permite ingresar a

la aplicación web, y activar manualmente el mecanismo de calefacción o de enfriamiento y dejarlo en ejecución hasta nueva orden por parte del usuario.

c) Modulo monitoreo

Este módulo es un entorno gráfico que está dentro de la aplicación web, y permite observar e identificar rápidamente que mecanismo está activo, así como la lectura de la temperatura en grados centígrados que registra el sensor. Adicional nos muestra una gráfica con las variaciones de la temperatura que se ha tomado durante el día.

d) Modulo de riego

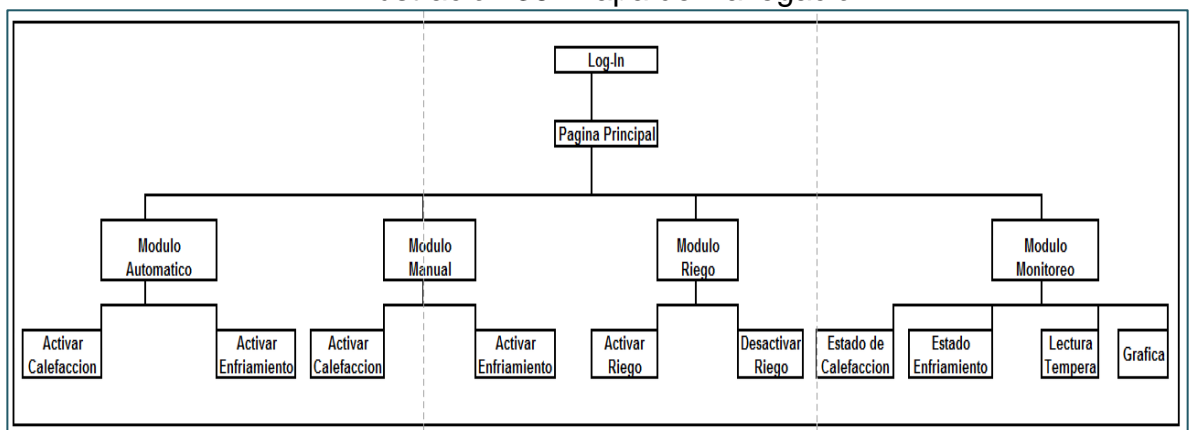
Este módulo nos permite desde la aplicación web activar el mecanismo de riego para el cultivo del invernadero, el modulo opera automáticamente y según la hora programada se activa el mecanismo, o también se puede activar manualmente a la hora que el usuario desee.

3.9.2 Diseño mapa de navegación

En esta fase del proceso de diseño se define la interfaz web para orientar al usuario sobre la estructura Web (zona de interacción entre el usuario y la aplicación). Se definen los objetos de cada pantalla y sus elementos. Como se puede observar en la ilustración 36.

Es importante resaltar que esta interfaz es: amigable y fácil.

Ilustración 36. Mapa de Navegación



Fuente : Autores, 2016

Para ingresar a la página principal se debe autenticar con el usuario y clave registrados, allí encontraremos los módulos de monitoreo, módulo de riego, módulo automático y modulo manual.

Cada módulo tiene un proceso diferente; a través del cual el usuario elige un conjunto de actividades.

3.9.3 Lista de funcionalidades

- controlar de forma manual el riego, calefacción y enfriamiento
- controlar de forma automática el riego, calefacción y enfriamiento
- ingresar a la aplicación WEB
- ver los cambios de temperatura del invernadero

Como se puede observar en la tabla 20 se describen las personas y los roles

Tabla 20. Personas y roles del proyecto

Persona	Contacto	Rol
Diego Perez	3165660346	[Coordinador / Scrum Manager...]
Julio Barón		[Gestor de producto / P. Owner ...]
Diego Perez/Julio Barón	3165660346	Equipo de desarrollo, testers

Fuente : Autores, 2016

3.9.4 Product backlog uno

Se construye un listado de requerimientos que se tendrán inmersos dentro del software mediante el uso de Scrum, se iniciaran los sprints correspondientes, como bien se sabe esta lista está sujeta a cambios y posibles cambios de alcance, esto con el fin de realizar los entregables en las formas que requiere el usuario.

En la tabla 21 se evidencia la programación del product backlog 1.

Tabla 21. Product BackLog uno

Task Name	Story	Sprint Ready	Priority	Status	Story Points	Assigned to Sprint
Sprint 1	No	No	High	Complete	13	No
Como operario me gustaría ingresar a la aplicación WEB	Yes	Yes	Low	In Progress	8	Yes
Como operario me gustaría ver los cambios de temperatura del invernadero	Yes	Yes	Medium	In Progress	5	Yes
Sprint 2	Yes	Yes	Medium	Complete	10	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de riego manualmente	Yes	No	High	Not Started	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de calefacción manualmente	Yes	No	High	Not Started	5	Yes
Sprint 3	Yes	No	Medium	Complete	5	No
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de enfriamiento manualmente	Yes	No	High	Not Started	5	No

Fuente : Autores, 2016

3.9.5 Sprint backlog uno

A continuación las fechas de los diferentes sprints que se realizaron para dar fin a los múltiples entregables tales como, modulo manual, módulo automático, interfaz gráfica, que se desprendieron del proyecto. Esta lista no se puede modificar durante el Sprint, cada requerimiento debe entrar al product back-log y asignarle una prioridad.

Agile Project Plan	
Project Name	Invernadero
Project Manager	Diego Pérez/Julio Barón
Project Deliverable	
Scope Statement	
Start Date	23-feb
End Date	5-dic
Overall Progress	20%

En la tabla 22 se observa la programación del sprint backlog 1.

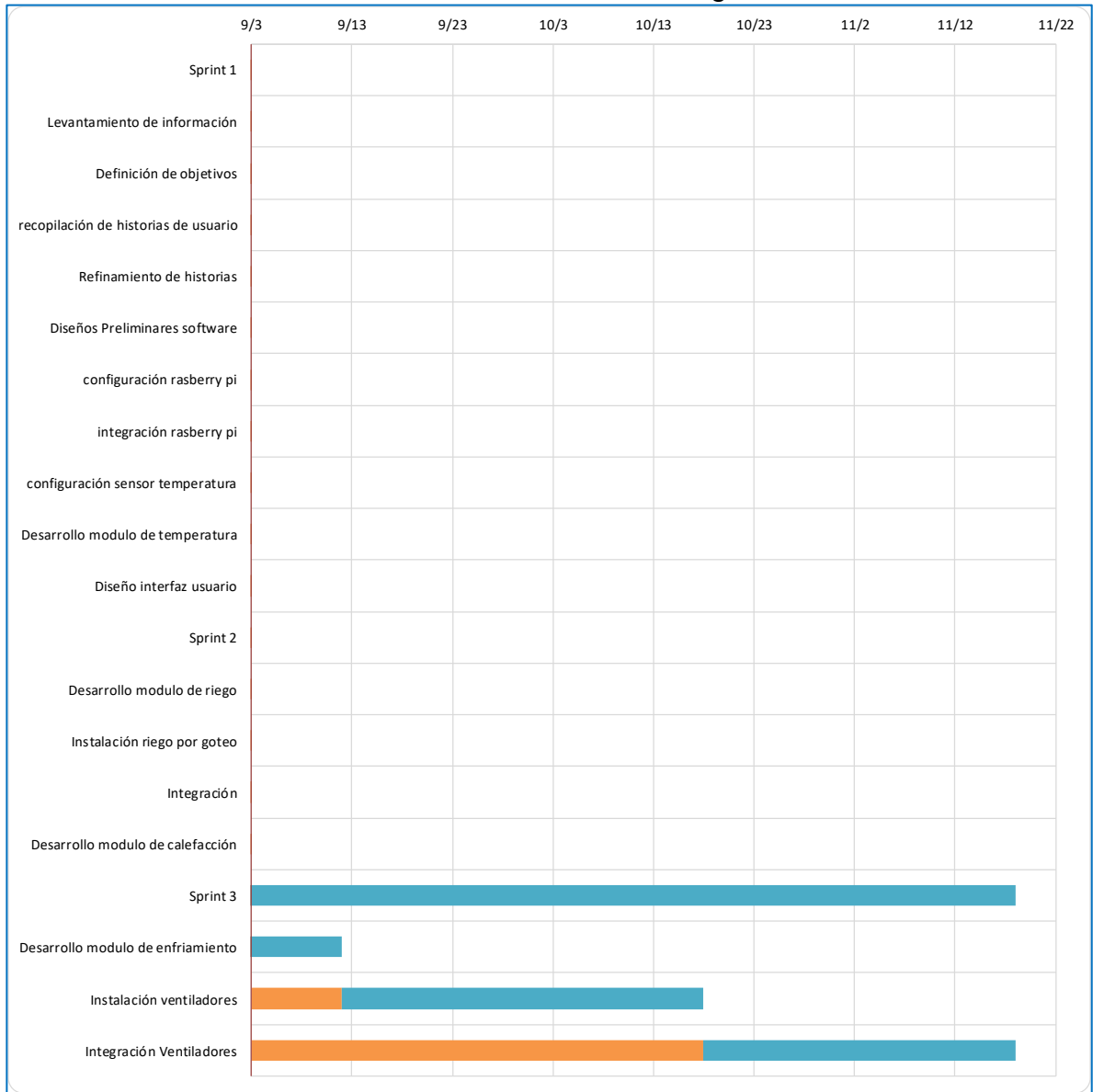
Tabla 22. Sprint Backlog uno

Task Name	Responsible	Start	End	Days	Status
Sprint 1	Diego P	3/11	4/18	38	Complete
Levantamiento de información	Julio B/Diego P	3/11	3/23	12	In Progress
Definición de objetivos	Julio B	3/23	3/24	1	In Progress
recopilación de historias de usuario	Diego P	3/24	3/25	1	In Progress
Refinamiento de historias	Diego P/Julio B	3/25	3/27	2	In Progress
Diseños Preliminares software	Diego P/Julio B	3/27	4/5	9	In Progress
configuración raspberry pi	Julio B	4/5	4/7	2	In Progress
integración raspberry pi	Diego P/Julio B	4/7	4/10	3	In Progress
configuración sensor temperatura	Diego P/Julio B	4/10	4/12	2	In Progress
Desarrollo modulo de temperatura	Diego P/Julio B	4/12	4/15	3	In Progress
Diseño interfaz usuario	Diego P/Julio B	4/15	4/18	3	In Progress
Sprint 2	Julio B	7/12	8/25	44	Complete
Desarrollo modulo de riego	Diego P/Julio B	7/12	7/30	18	Not started
Instalación riego por goteo	Diego P/Julio B	7/30	8/10	11	Not started
Integración	Diego P/Julio B	8/10	8/15	5	Not started
Desarrollo modulo de calefacción	Diego P/Julio B	8/15	8/25	10	Not started
Sprint 3	Diego P	8/25	11/18	85	Complete
Desarrollo modulo de enfriamiento	Diego P/Julio B	8/25	9/12	18	Not started
Instalación ventiladores	Diego P/Julio B	9/12	10/18	36	Not started
Integración Ventiladores	Diego P/Julio B	10/18	11/18	31	Not started

Fuente : Autores, 2016

En la ilustración 37 se evidencia la programación del planing uno.

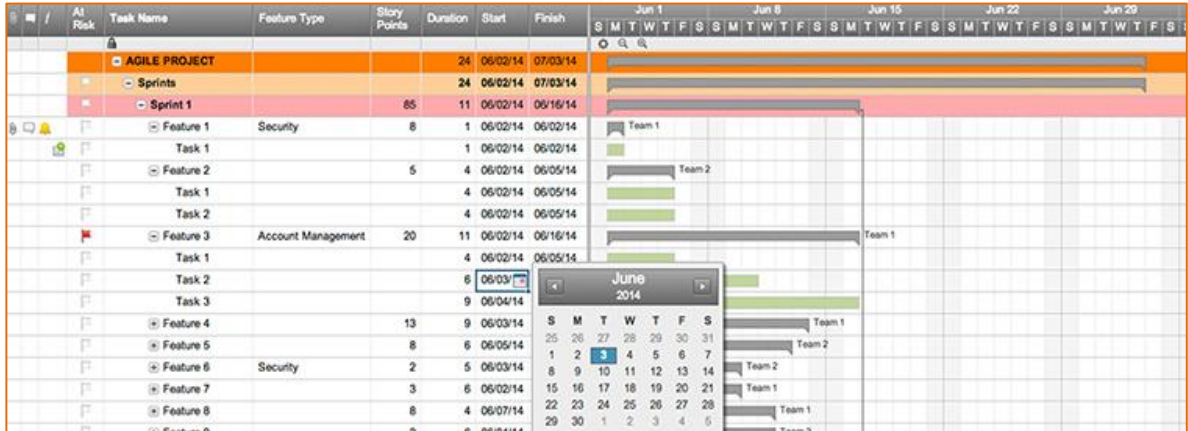
Ilustración 37. Planing 1



Fuente : Autores, 2016

En la ilustración 38 se evidencia la programación del planing 1.

Ilustración 38. Cronograma Planing 1



Fuente : Autores, 2016

3.10 PLANING DOS

Se realiza la segunda planing, después de terminar el Sprint uno se ha logrado fortalecer la célula de trabajo, los requerimientos se desarrollan con mayor facilidad y están mejor estructurados y planeados, los tiempos de los sprint han sido suficientes para cumplir con las historias propuestas y nos han dado espacio para cumplir las historias con un número mayor de tareas, lo cual por un lado nos da una mejor calidad y muestra una mayor adherencia del producto hacia el usuario, en este segundo Sprint se piensa iniciar con nuevas historias de usuario, se pretende seguir usando la misma dinámica la cual si bien al principio fue nueva para equipo ha resultado agradable y nos ha permitido evolucionar como equipo.

3.10.1 Sprint dos

Para el Sprint número dos se asignó un nuevo requerimiento. Debido a la reunión de retroalimentación que se realizó con el equipo se decidió añadir este nuevo requerimiento como una solicitud del product Owner.

3.10.2 Product backlog dos

En la tabla 23 se evidencia la programación del product backlog 2.

Tabla 23. Product BackLog Dos

Task Name	Story	Sprint Ready	Priority	Status	Story Points	Assigned to Sprint
Sprint 1	No	No	High	Complete	13	No
Como operario me gustaría ingresar a la aplicación WEB	Yes	Yes	Low	Complete	8	Yes
Como operario me gustaría ver los cambios de temperatura del invernadero	Yes	Yes	Medium	Complete	5	Yes
Sprint 2	Yes	Yes	Medium	Complete	13	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de riego manualmente	Yes	Yes	High	In Progress	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de calefacción manualmente	Yes	Yes	High	In Progress	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de riego automáticamente	Yes	Yes	High	In Progress	3	Yes
Sprint 3	Yes	No	Medium	Complete	5	No
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de enfriamiento manualmente	Yes	No	High	Not Started	5	No

Fuente : Autores, 2016

3.10.3 Sprint backlog dos

Agile Project Plan	
Project Name	Invernadero
Project Manager	Diego Pérez/Julio Barón
Project Deliverable	
Scope Statement	
Start Date	23-feb
End Date	5-dic
Overall Progress	20%

En la tabla 24 se evidencia la programación del Sprint backlog 2.

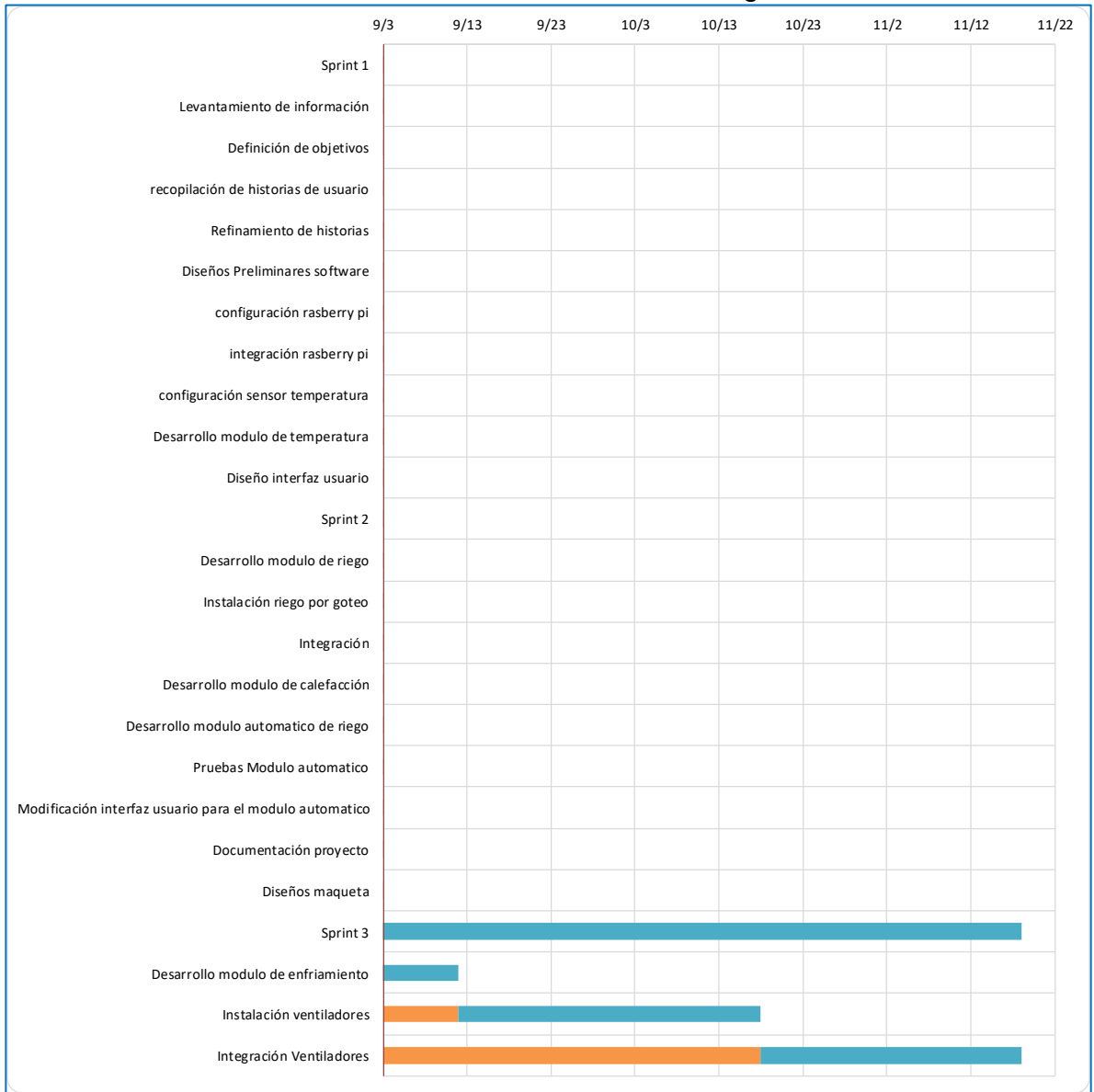
Tabla 24. Sprint Backlog Dos

Task Name	Responsible	Start	End	Days	Status
Sprint 1	Diego P	3/11	4/18	38	Complete
Levantamiento de información	Julio B/Diego P	3/11	3/23	12	In Progress
Definición de objetivos	Julio B	3/23	3/24	1	In Progress
recopilación de historias de usuario	Diego P	3/24	3/25	1	In Progress
Refinamiento de historias	Diego P/Julio B	3/25	3/27	2	In Progress
Diseños Preliminares software	Diego P/Julio B	3/27	4/5	9	In Progress
configuración raspberry pi	Julio B	4/5	4/7	2	In Progress
integración raspberry pi	Diego P/Julio B	4/7	4/10	3	In Progress
configuración sensor temperatura	Diego P/Julio B	4/10	4/12	2	In Progress
Desarrollo modulo de temperatura	Diego P/Julio B	4/12	4/15	3	In Progress
Diseño interfaz usuario	Diego P/Julio B	4/15	4/18	3	In Progress
Sprint 2	Julio B	4/18	5/27	39	Complete
Desarrollo modulo de riego	Diego P/Julio B	4/18	4/25	7	Not started
Instalación riego por goteo	Diego P/Julio B	4/25	4/27	2	Not started
Integración	Diego P/Julio B	4/27	5/7	10	Not started
Desarrollo modulo de calefacción	Diego P/Julio B	5/7	5/10	3	Not started
Desarrollo modulo automatico de riego	Diego P/Julio B	5/10	5/15	5	Not started
Pruebas Modulo automatico	Diego P/Julio B	5/15	5/17	2	Not started
Modificación interfaz usuario para el modulo automatico	Diego P/Julio B	5/17	5/20	3	Not started
Documentación proyecto	Diego P/Julio B	5/20	5/25	5	Not started
Diseños maqueta	Diego P/Julio B	5/25	5/27	2	Not started
Sprint 3	Diego P	8/25	11/18	85	Complete
Desarrollo modulo de enfriamiento	Diego P/Julio B	8/25	9/12	18	Not started
Instalación ventiladores	Diego P/Julio B	9/12	10/18	36	Not started
Integración Ventiladores	Diego P/Julio B	10/18	11/18	31	Not started

Fuente : Autores, 2016

En la ilustración 39 se evidencia la programación del planing 2.

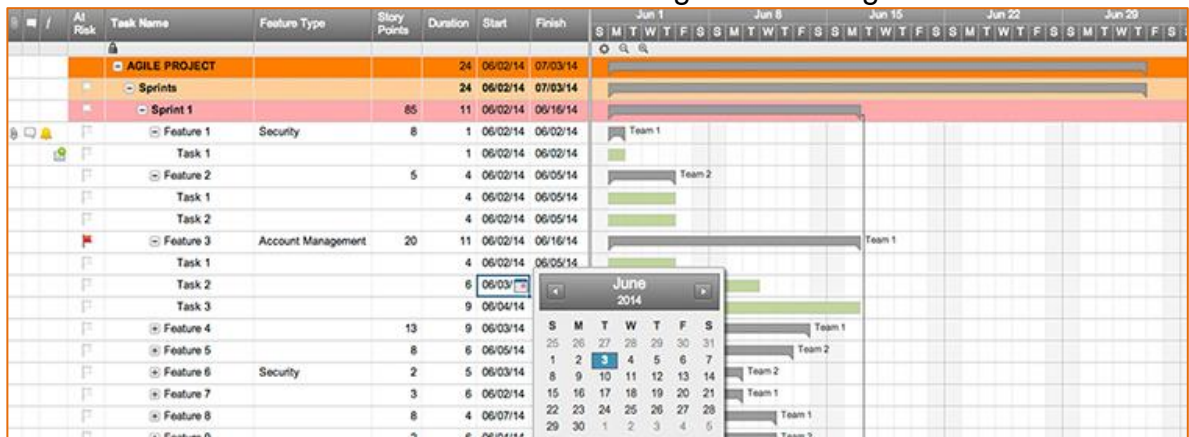
Ilustración 39. Planing 2



Fuente : Autores, 2016

En la ilustración 40 se evidencia la programación del planing 2.

Ilustración 40. Cronograma Planning 2



Fuente : Autores, 2016

3.11 PLANING TRES

Para el Sprint tres se tiene como meta fortalecer el producto y tener un proyecto más elaborado, si bien en cada sprint se ha dado entregables funcionales para el usuario, en este sprint se trabajaran varias historias que le darán un numero interesante de beneficios al usuario y le podrá permitir un control autónomo del producto.

3.11.1 Sprint tres

Para el sprint número tres se asignaron dos nuevos requerimientos, el primer módulo automático fue aceptado por el usuario, por lo cual esta decidió que se añadieron el control automático de las otras funcionalidades, como ya se tenía un punto de partido con el módulo automático estos fueron desarrollados de forma menos compleja y se corrigieron falencias que se presentaron en el anterior Sprint.

3.11.2 Product backlog tres

En la tabla 25 se evidencia la programación del product backlog 3.

Tabla 25. Product BackLog tres

Task Name	Story	Sprint Ready	Priority	Status	Story Points	Assigned to Sprint
Sprint 1	No	No	High	Complete	13	No
Como operario me gustaría ingresar a la aplicación WEB	Yes	Yes	Low	Complete	8	Yes
Como operario me gustaría ver los cambios de temperatura del invernadero	Yes	Yes	Medium	Complete	5	Yes
Sprint 2	Yes	Yes	Medium	Complete	13	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de riego manualmente	Yes	Yes	High	Complete	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de calefacción manualmente	Yes	Yes	High	Complete	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de riego automáticamente	Yes	Yes	High	Complete	3	Yes
Sprint 3	Yes	No	Medium	Complete	11	No
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de enfriamiento manualmente	Yes	Yes	High	In Progress	5	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de enfriamiento automáticamente	Yes	Yes	Medium	In Progress	3	Yes
Como operario me gustaría accionar el mecanismo de calefacción automáticamente	Yes	Yes	Medium	In Progress	3	Yes

Fuente : Autores, 2016

3.11.3 Sprint backlog tres

En la tabla 26 se evidencia la programación del sprint backlog 3.

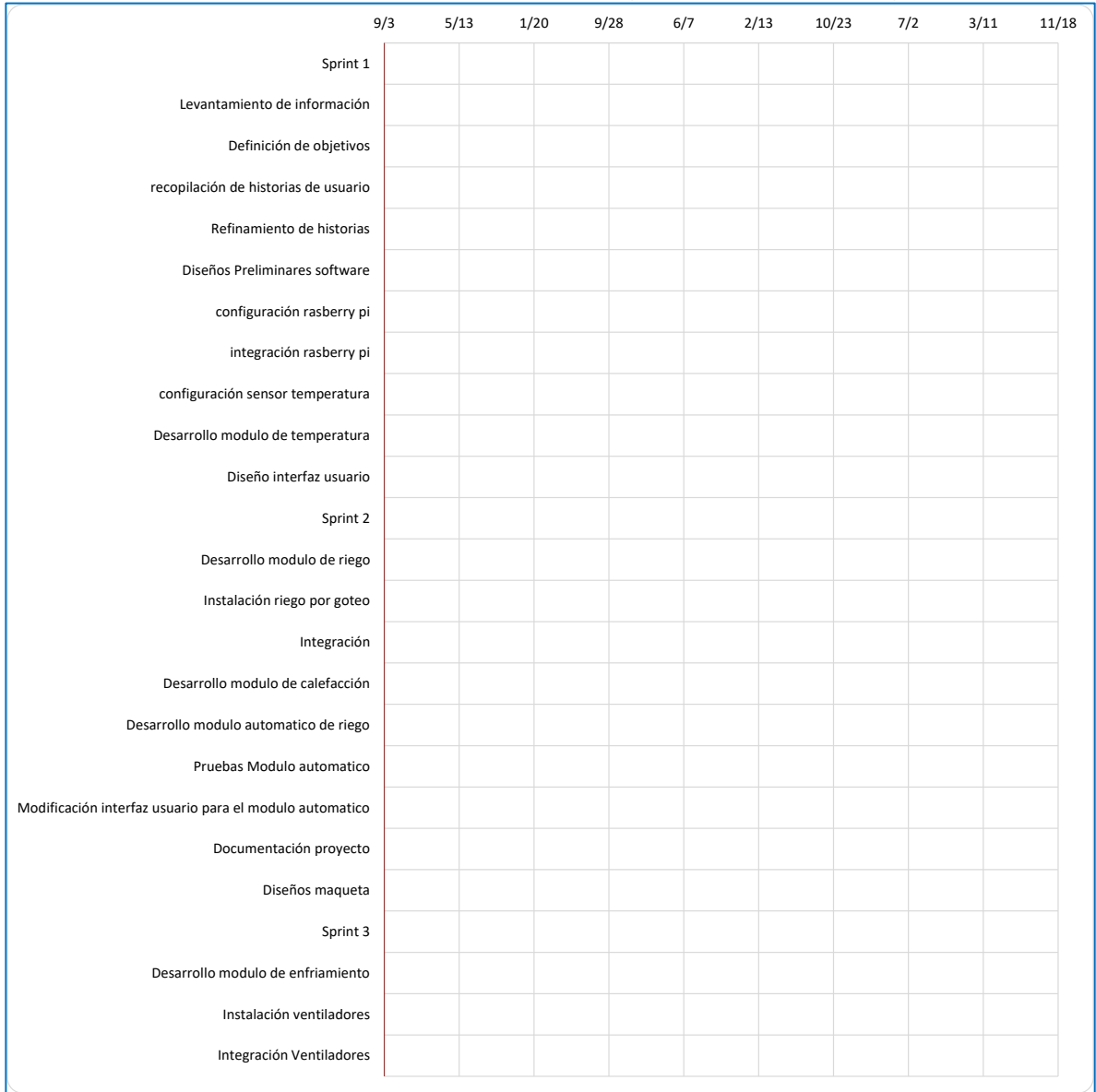
Tabla 26. Sprint backlog tres

Task Name	Responsible	Start	End	Days	Status
Sprint 1	Diego P	3/11	4/18	38	Complete
Levantamiento de información	Julio B/Diego P	3/11	3/23	12	In Progress
Definición de objetivos	Julio B	3/23	3/24	1	In Progress
recopilación de historias de usuario	Diego P	3/24	3/25	1	In Progress
Refinamiento de historias	Diego P/Julio B	3/25	3/27	2	In Progress
Diseños Preliminares software	Diego P/Julio B	3/27	4/5	9	In Progress
configuración raspberry pi	Julio B	4/5	4/7	2	In Progress
integración raspberry pi	Diego P/Julio B	4/7	4/10	3	In Progress
configuración sensor temperatura	Diego P/Julio B	4/10	4/12	2	In Progress
Desarrollo modulo de temperatura	Diego P/Julio B	4/12	4/15	3	In Progress
Diseño interfaz usuario	Diego P/Julio B	4/15	4/18	3	In Progress
Sprint 2	Julio B	4/18	5/27	39	Complete
Desarrollo modulo de riego	Diego P/Julio B	4/18	4/25	7	Not started
Instalación riego por goteo	Diego P/Julio B	4/25	4/27	2	Not started
Integración	Diego P/Julio B	4/27	5/7	10	Not started
Desarrollo modulo de calefacción	Diego P/Julio B	5/7	5/10	3	Not started
Desarrollo modulo automatico de riego	Diego P/Julio B	5/10	5/15	5	Not started
Pruebas Modulo automatico	Diego P/Julio B	5/15	5/17	2	Not started
Modificación interfaz usuario para el modulo automatico	Diego P/Julio B	5/17	5/20	3	Not started
Documentación proyecto	Diego P/Julio B	5/20	5/25	5	Not started
Diseños maqueta	Diego P/Julio B	5/25	5/27	2	Not started
Sprint 3	Diego P	5/27	6/28	32	Complete
Desarrollo modulo de enfriamiento	Diego P/Julio B	5/27	6/9	13	Complete
Instalación ventiladores	Diego P/Julio B	6/9	6/10	1	Complete
Integración Ventiladores	Diego P/Julio B	6/10	6/13	3	Complete
Modificación interfaz de usuario, modulo automatico	Diego P/Julio B	6/13	6/16	3	Complete
Modificación diseños maqueta	Diego P/Julio B	6/16	6/19	3	Complete
Pruebas Modulo automatico	Diego P/Julio B	6/19	6/25	6	Complete
Documentación proyecto	Diego P/Julio B	6/25	6/26	1	Complete
desarrollo modulos automatico	Diego P/Julio B	6/26	6/28	2	Complete

Fuente : Autores, 2016

En la ilustración 41 se evidencia la programación del sprint backlog 3.

Ilustración 41. Cronograma Sprint backlog 3



Fuente : Autores, 2016

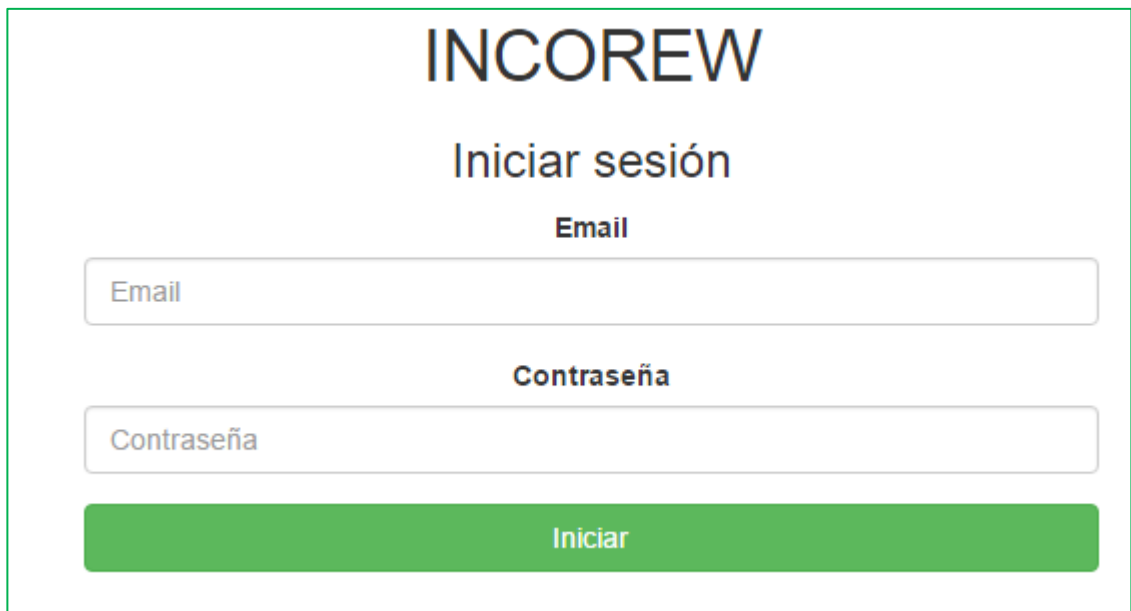
Cuando se inició la planeación del proyecto se plantearon cuatro Sprint de cuatro semanas cada uno, pero en el desarrollo del proyecto se dio la posibilidad de cerrar el proyecto en solo tres Sprint, dando así la entrega final del proyecto y terminados todos los módulos propuestos para cada sprint.

3.12 DISEÑO DE INTERFACE

La aplicación tiene una interfaz web la cual cuenta con un formulario de Login como pantalla principal y el sistema ingresa directamente a este.

Se observa en la ilustración 42 el formulario de autenticación.

Ilustración 42. Formulario autenticación



The image shows a login form for 'INCOREW'. The form is centered and contains the following elements:

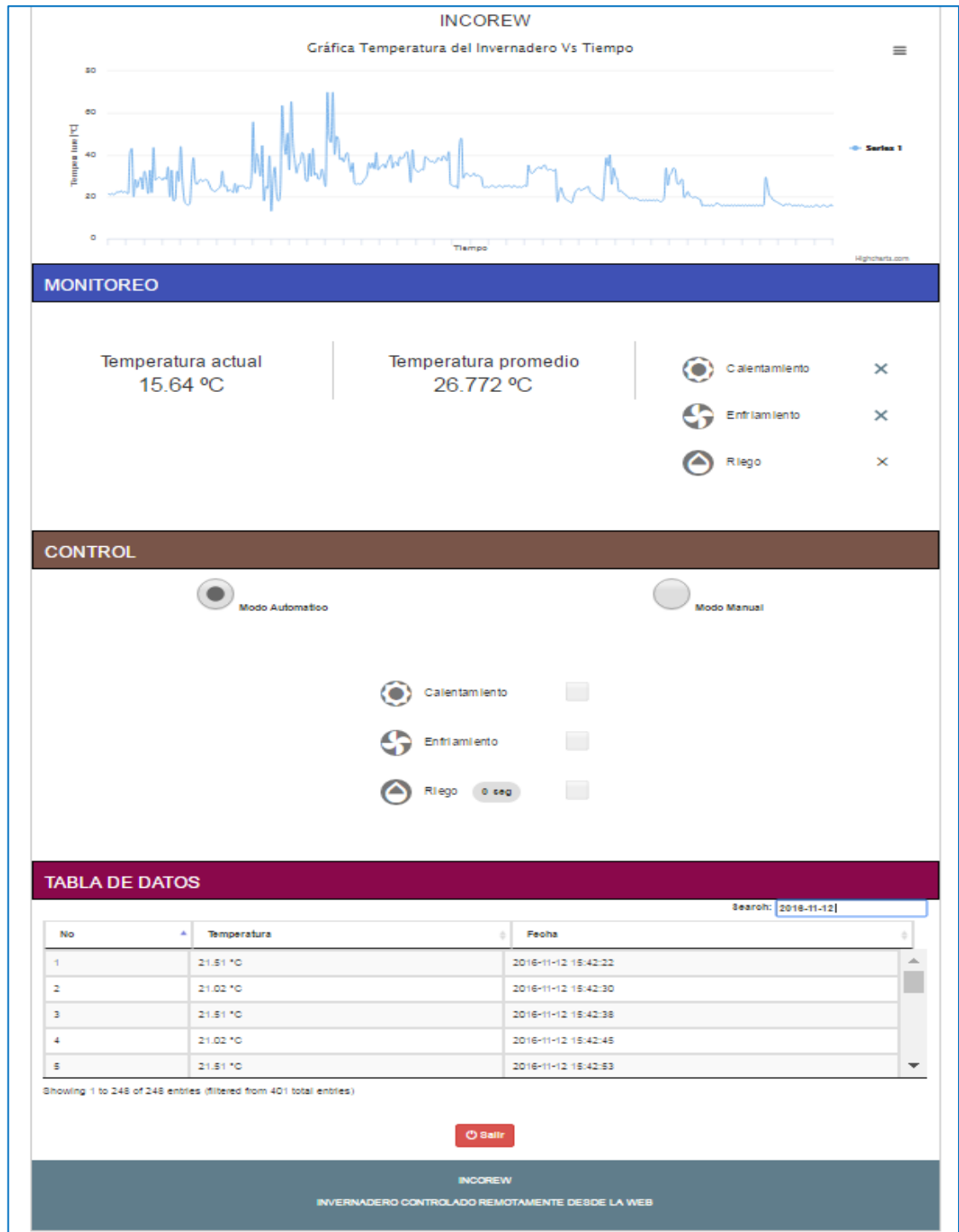
- The text 'INCOREW' in a large, bold, black font at the top.
- The text 'Iniciar sesión' in a smaller, bold, black font below the logo.
- A label 'Email' in a bold, black font above a white input field with a light gray border.
- A label 'Contraseña' in a bold, black font above another white input field with a light gray border.
- A green button with the text 'Iniciar' in white, centered below the input fields.

Fuente : Autores, 2017

Al ingresar con el usuario registrado y clave asignada, se despliega la aplicación web la cual contiene un diseño verticalmente.

A continuación se evidencia la aplicación web en la ilustración 43.

Ilustración 43. Aplicación web

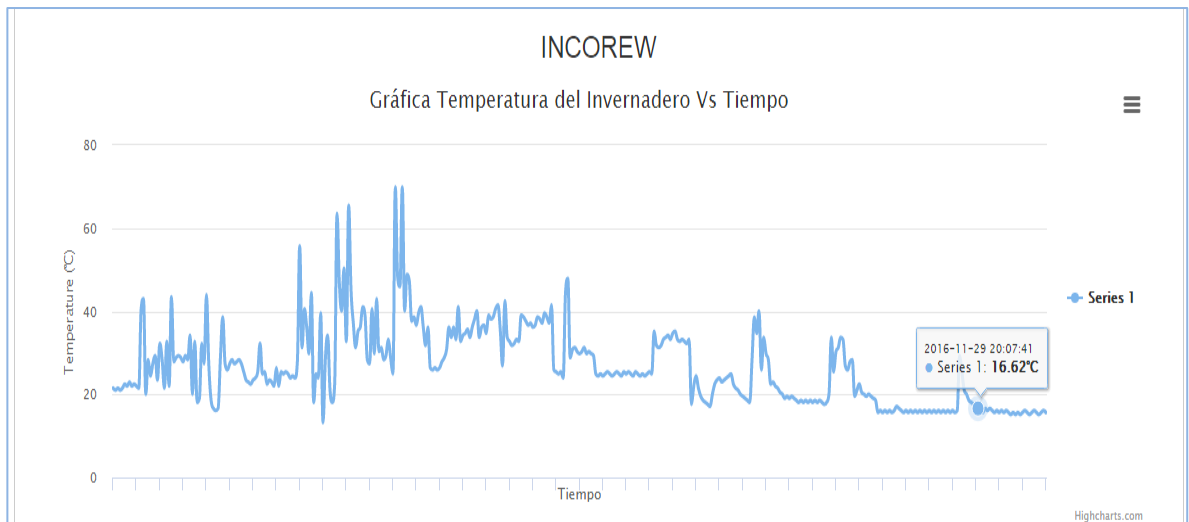


Fuente : Autores, 2017

A continuación se visualiza una gráfica donde se observa el año, mes, día con su respectiva hora, minutos y segundos de la lectura de la temperatura tomada en ese instante.

Se observa en la ilustración 44 la gráfica de temperatura.

Ilustración 44. Grafica de temperatura



Fuente : Autores, 2017

A continuación el diseño del módulo monitoreo en el cual se observa la temperatura actual y temperatura promedio, también nos permite visualizar al lado derecho el estado de los mecanismos si están activados o si están desactivados.

Se observa en la ilustración 45 el módulo monitoreó.

Ilustración 45. Módulo monitoreó

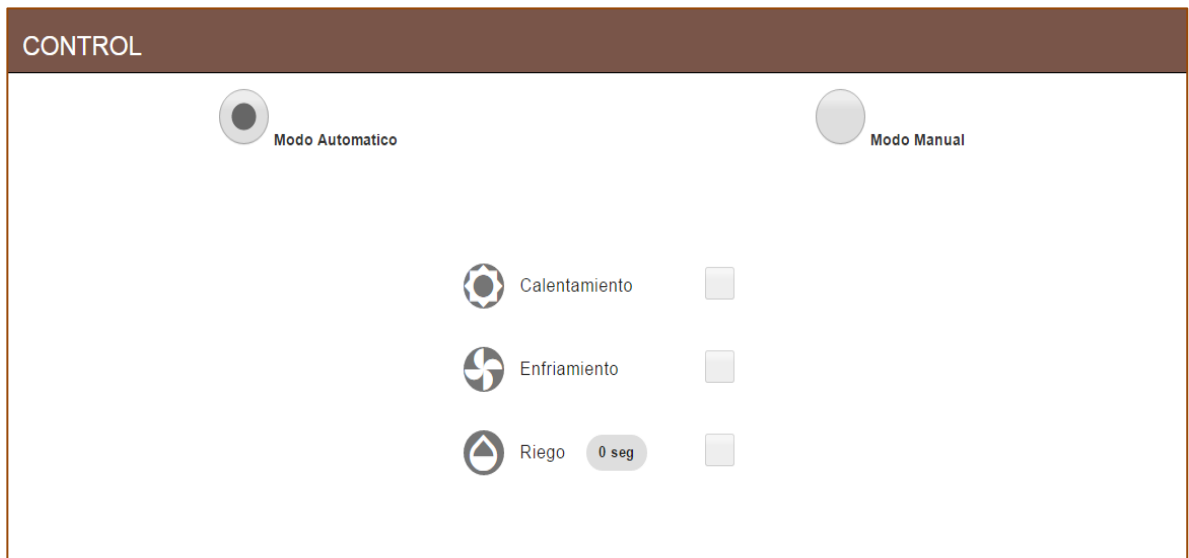


Fuente : Autores, 2017

El siguiente grafico hace referencia al diseño del módulo control, en el cual se puede pasar de módulo automático a modulo manual. El módulo automático funciona independientemente y de acuerdo a la lectura de temperatura tomada realiza la acción de activar el mecanismo adecuado. En el módulo manual, es el funcionario el que elige que mecanismo activar de forma manual.

Observamos el módulo control en la ilustración 46.

Ilustración 46. Módulo control



Fuente : Autores, 2017

El siguiente grafico corresponde a una tabla de datos que permite realizar una búsqueda de las temperaturas registradas en un día determinado, y da como resultado la fecha, hora y grados centígrados.

La búsqueda la filtramos en la opción search al costado derecho y se parame triza por aaaa-mm-dd.

Se identifica en la ilustración 47 la tabla de búsqueda

Ilustración 47. Tabla de Búsqueda

TABLA DE DATOS		
Search: 2016-11-29		
No	Temperatura	Fecha
329	15.64 °C	2016-11-29 19:37:26
330	16.13 °C	2016-11-29 19:37:42
331	15.64 °C	2016-11-29 19:37:49
332	16.13 °C	2016-11-29 19:37:57
333	15.64 °C	2016-11-29 19:38:05

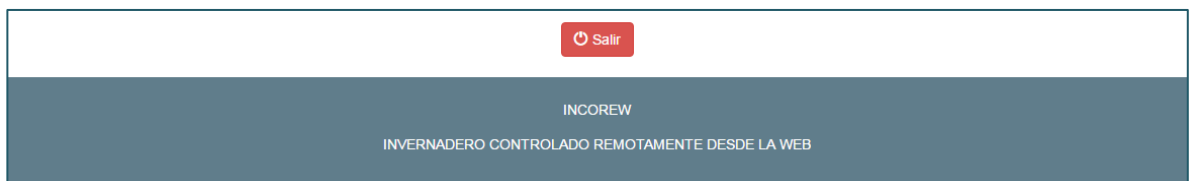
Showing 1 to 73 of 73 entries (filtered from 401 total entries)

Fuente : Autores, 2017

Al terminar el turno el funcionario realiza el respectivo cierre de su cesión en la siguiente opción la cual está al final de la aplicación web.

A continuación se evidencia el botón para cerrar cesión en la ilustración 48.

Ilustración 48. Cierre de cesión



Fuente : Autores, 2017

3.13 DISEÑO DE SEGURIDAD Y CONTROLES

Todo proyecto de software debe contar con un nivel de seguridad y controles, garantizando de esta manera la Integridad en la información.

3.13.1 Base de datos

La Autenticación de Firebase se integra con la Firebase Realtime Database para permitirte controlar el acceso a datos por cada usuario. Una vez que un usuario se autentique, la variable auth de tus reglas de Firebase Database Rules se completará con la información del usuario. Esta información incluye el identificador único de este (uid) y los datos de cuentas vinculadas, como un ID de Facebook o una dirección de correo electrónico, u otra información.

Las Firebase Database Rules tienen una sintaxis de tipo JavaScript y existen cuatro clases de ellas: .write, .read, .validate, y .indexOn.

3.13.2 Matriz de funciones vs. Usuarios

FUNCIONES	USUARIO 1	USUARIO 2
Funciones de Acceso e interacción con el sistema	Usuario	Administrador

3.13.3 Roles Y Perfiles

Firebase como Backend debe implementar reglas de seguridad para poder definir qué se puede hacer con los datos almacenados en la base de datos, quién puede leer o escribir, entre otras cosas. Para ello cuenta con la opción de crear usuarios con el único ID de las redes sociales como Facebook o Gmail y por medio de unas reglas de seguridad se adiciona los permisos a los diferentes usuarios. Inicialmente se propone los siguientes usuarios.

- Usuario
- Administrador

3.13.4 Permisos

Los permisos se asignan a cada usuario registrado en firebase por medio de reglas de seguridad que permiten lectura o escritura.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para asegurar el correcto funcionamiento y obtener un entregable de calidad se han venido trabajando en unas pruebas tales como, caja blanca, valores limites, que de alguna forma nos ayuden a filtrar hasta un 90% los errores que podría tener el usuario al momento de ejecutar el programa, esto se hace con el fin de que el operario pueda desarrollar sus actividades normales con el software de la mejor forma. De esta manera damos el preámbulo para el análisis de los resultados realizados en las pruebas, haciendo un paralelo entre lo propuesto con los objetivos y lo que tenemos hoy en día como producto final. Las pruebas estuvieron inmersas dentro de cada sprint.

- La aplicación de software cuenta con una interfaz sencilla que facilita su acceso.
- El Software alberga un diseño sencillo, por lo cual brinda una interacción rápida al momento de ejecutar la orden con respecto a la respuesta y ejecución del sistema.
- Permite conocer cada una de las actividades y acciones que interaccionan con el producto.
- Su diseño gráfico es acorde con lo esperado por el usuario final.
- Su entorno grafico permite una interacción amigable para el usuario.

4.1 CODIFICACIÓN DE PROGRAMAS

En esta sección se especifican los diferentes programas del aplicativo y también se relacionan los procesos (Módulos).

La tabla 27 presenta las pruebas de caja negra.

Tabla 27. Prueba de Caja Negra Análisis de Valores Límite

Programa	Descripción	Modulo	Tipo Usuario
	Este programa permite que un usuario se registre en el aplicativo.	Inserción y Validación	Usuario

	Este módulo permite al usuario hacer uso del modo manual		Usuario
	Este módulo permite al usuario hacer uso del modo automático		Usuario
	Este módulo permite al usuario ingresar a la trazabilidad de datos tomados por el programa		Usuario

Fuente : Autores, 2016

4.2 BANCOS DE PRUEBA

4.2.1 Pruebas de función

Con esta prueba se garantiza que en el ejercicio se realice el ingreso de datos (Entradas), se procesen y se verifique la salida (resultados).

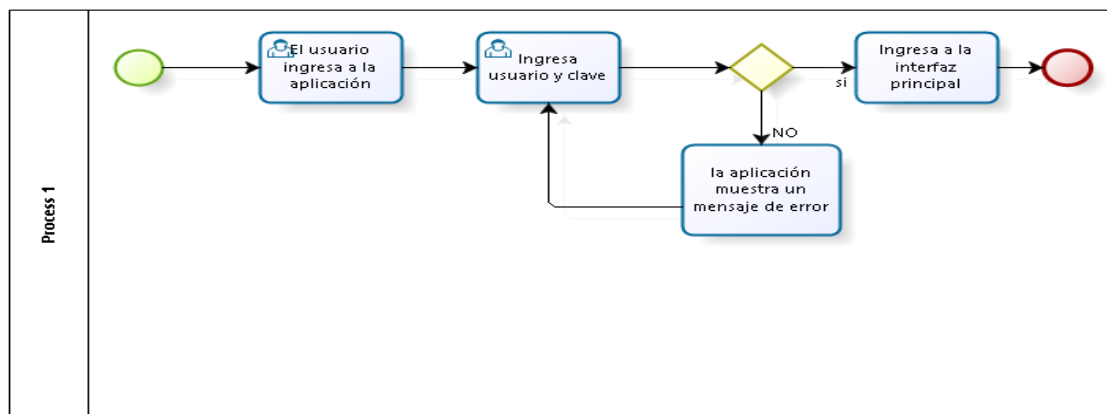
4.2.2 Pruebas de caja blanca

Tipo: Caja blanca

Proceso: autenticación

La ilustración 49 presenta las pruebas de caja blanca autenticación.

Ilustración 49. Pruebas de Caja Blanca Autenticación



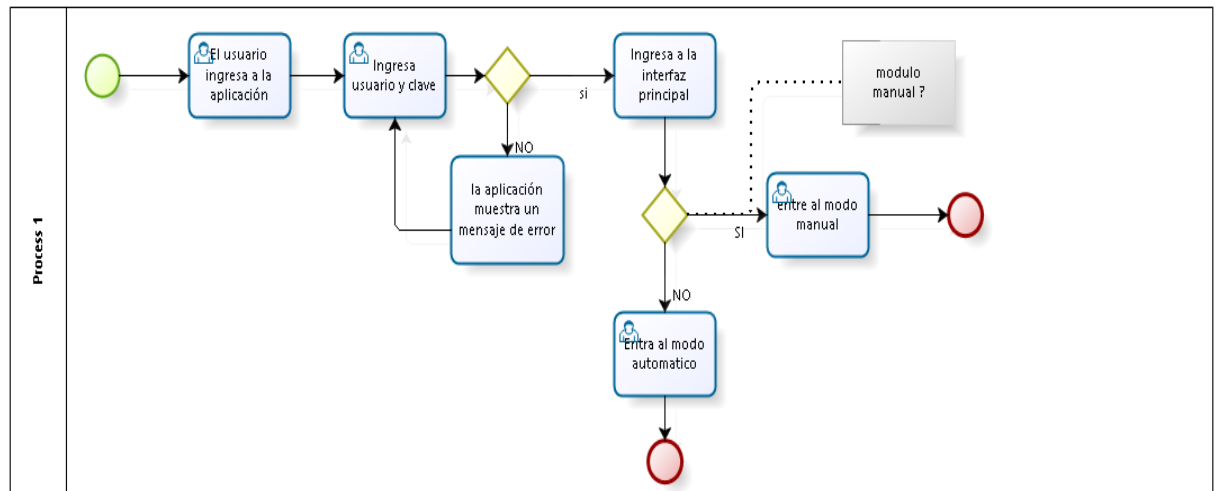
Fuente : Autores, 2016

Tipo: caja blanca

Proceso: modo manual invernadero

La ilustración 50 presenta las pruebas de caja blanca modulo manual.

Ilustración 50. Pruebas de Caja Blanca Modo Manual



Fuente : Autores, 2016

4.2.3 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra hacen referencia a la ingesta de datos sin preocuparse del procesamiento interno, esto se hace con el fin de asumir el rol del usuario. Para este caso las pruebas se realizaron haciendo uso de los diferentes módulos y con el ingreso de datos básicos en rangos normales que podría esperar el programa dentro de una jornada laboral normal, aunque para el sistema no tendrá una gran interacción con el usuario si se hace necesario la presencia de este cuando se haga uso del módulo manual.

4.2.4 Pruebas de análisis de valores límite

Con esta prueba se determina cómo es el comportamiento del sistema con datos que se encuentren entre los valores límites del sistema

- Se ingresaron datos con valores máximos, mínimos y aproximados que se acercaran bastantes a estos pero sin llegar a igualarlos o sobrepasarlos.
- Se aplicaron estos mismos casos a todos los módulos que tuvieran algún tipo de interacción con datos.

La tabla 28 presenta las pruebas de caja negra análisis de valores límite.

Tabla 28. Prueba de Caja Negra Análisis de Valores Límite

TIPO	MODULO	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Pruebas para valores limites	Todos	Captura de validación de los rangos permitidos	OK*
*OBSERVACIONES			
Este tipo de pruebas no se aplican para este software, cuando se realizaron los análisis de los datos y las posibles casuísticas se comprobó que estas pruebas no arrojan resultados determinantes para encontrar algún error que se pueda presentar al momento de la entrada en producción			

Fuente : Autores, 2016

4.3 PRUEBAS MODULARES.

Estas pruebas dieron una visión general del comportamiento de la aplicación en sus diferentes módulos, lo que permitió asegurar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos y la respuesta esperada para la puesta a producción.

4.3.1 Pruebas del sistema

Este tipo de validación se hizo con un único objetivo, verificar el rendimiento de la aplicación en una prueba real y con un entorno ajustado a la realidad.

Comprende las siguientes pruebas:

Pruebas de Integración. Los diferentes módulos que comprenden la aplicación se validaron de forma autónoma y como un todo, esto con el propósito de asegurar la integridad.

Pruebas de Rendimiento. Se observó el desempeño de la aplicación haciendo uso de una prueba en tiempo real. Se trabajó durante una jornada continua laboral, para este caso la aplicación estará en uso las veinte cuatro horas por lo cual era imprescindible comprobar el rendimiento.

Pruebas de Consistencia. Se realizaron las pruebas de consistencia en cada uno de los módulos, durante la ejecución del programa, además se actualizaron cada uno de los módulos del aplicativo.

4.3.2 Pruebas de interfaz

Haciendo uso de esta prueba se logró probar las diferentes interfaces que estarán disponibles para el operario. Verificando contenido, tipo de letra, colores, imágenes, botones. Posición, etc.

4.3.3 Pruebas de calidad

Esta prueba permitió medir factores de un producto de Software, tales como: La usabilidad o facilidad de Uso, la amigabilidad para con el usuario, su entorno gráfico, su nivel de ayuda. Todos estos factores se evaluaron en las secciones anteriores,

por lo tanto podemos decir que el producto fue diseñado y desarrollado con estándares de Calidad que garantizan su confiabilidad.

4.4 INFORME DE PRUEBAS (RESULTADOS)

La tabla 29 presenta el resultado de la prueba autenticación.

Tabla 29. Resultado de Prueba Autenticación

Modulo	
Entrada	El usuario entra a la aplicación La aplicación ejecuta el mensaje de bienvenida a la aplicación.
Proceso	Se realiza la acción respectiva que tiene como finalidad darle la bienvenida al Usuario del Software.
Salida	Se ejecuta el Modulo principal del aplicativo.
Resultado	Se obtuvo un resultado apropiado y aceptado por parte del usuario final.

Fuente : Autores, 2016

La tabla 30 presenta el resultado de la prueba módulo manual.

Tabla 30. Resultado de Prueba Modulo Manual

Modulo	Modulo manual
Entrada	Ingreso de la opción manual del sistema. Se escoge la opción manual del sistema
Proceso	Se ejecuta la opción seleccionada en el Modulo.
Salida	Se realizan las acciones respectivas del Módulo. Activación de ventilación Activación de riego
Resultado	Se obtuvo un resultado apropiado y aceptado por parte del usuario final.

Fuente : Autores, 2016

La tabla 31 presenta el resultado de la prueba módulo automático.

Tabla 31. Resultado de Prueba Modulo Automático

Modulo	Módulo automático
Entrada	Ingreso de la opción automática del sistema. Se escoge la opción automática del sistema
Proceso	Se ejecuta la opción seleccionada en el Modulo.
Salida	Se realizan las acciones respectivas del Módulo. Activación de ventilación automática por la validación de sensores

	Activación de riego automático por la validación de sensores
Resultado	Se obtuvo un resultado apropiado y aceptado por parte del usuario final.

Fuente : Autores, 2016

La tabla 32 presenta el resultado de las pruebas generales.

Tabla 32. Resultado de Pruebas Generales

Tipo de pruebas generales	SI Cumple	NO Cumple
Acceso al sistema de acuerdo al perfil y a los parámetros definidos.	X	
Acceso a cada uno de los Módulos que conforman el sistema.	X	
Validación de la información por parte del sistema	X	
Ejecución de cada una de las acciones del sistema.	X	
Navegabilidad dentro del sistema	X	
Acceso a los niveles de ayudas	X	
Pruebas de integración	X	
Pruebas de resistencia	X	
Pruebas de rendimiento	X	
Pruebas de compatibilidad	X	
Pruebas de Usabilidad	X	

Fuente : Autores, 2016

4.5 ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez terminadas las pruebas se puede dar por finalizada de forma exitosa la ejecución y culminación del proyecto, algunas pruebas fueron determinantes a la hora de validar el correcto funcionamiento de la aplicación, en todas las pruebas contamos con un rol de usuario, esto se hizo con el fin de que una persona ajena al proyecto pudiera estar en contacto con la aplicación y dar opiniones objetivas para la mejora continua y evolución del software.

4.6 CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema que puede controlar los mecanismos de riego, calefacción o enfriamiento de un invernadero de manera automática y manual, el cual se puede controlar a distancia desde un dispositivo móvil.

Se desarrolló un software en Python para capturar la lectura del sensor de

temperatura y tomar acciones automáticas de activación o desactivación de los mecanismos de riego, calefacción o enfriamiento.

Se puede concluir que al implementar un sistema controlado de riego y temperatura dentro de un invernadero y controlarlo remotamente desde la web basado en tecnologías móviles se obtuvieron resultados exitosos, ya que las pruebas realizadas dentro de la maqueta garantizan su correcta operación.

La recepción de señales enviadas desde la aplicación web hacia la raspberry pi fueron recibidas y procesadas exitosamente.

El control de los mecanismos para el enfriamiento, calefacción y riego fue satisfactorio.

El desarrollo de este proyecto permite aplicar conocimientos adquiridos y los enriquece más al interactuar con la raspberry pi.

4.7 RECOMENDACIONES

Debido al entorno de trabajo dentro de un invernadero se recomienda tener la raspberry pi 2 modelo B+ en un lugar fuera del alcance del agua, puede ser dentro de un rack de comunicaciones o en su defecto dentro del centro de cómputo.

Mantener una ventilación continua en el sitio donde se instalara dicha tarjeta pues se puede recalentar.

Mantener una conexión activa de internet ya sea cableada o inalámbrica en las instalaciones del invernadero o donde se va a alojar la raspberry pi.

El mecanismo de calefacción y enfriamiento debe estar conectado a una fuente eléctrica que proporcione un voltaje de 110 voltios.

Para el correcto funcionamiento del mecanismo de riego es necesario mantenerlo siempre conectado a una fuente de agua potable.

5 BIBLIOGRAFIA

- Agrícolas.com.* (05 de 12 de 2016). Obtenido de <http://www.novedades-agricolas.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos>
- Agropinos.com.* (05 de 02 de 2017). Obtenido de <http://www.agropinos.com/invernaderos-hidroponicos>
- alcaldiabogota.* (15 de 10 de 2016). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3429>
- Bootstrap.* (20 de 03 de 2017). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_\(framework\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(framework))
- Busto, H. G. (22 de 10 de 2016). Obtenido de <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/viewFile/74/74>
- capas y niveles.* (14 de 04 de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas
- Colombiadigital.* (20 de 10 de 2016). Obtenido de <https://colombiadigital.net/>
- Computación en la nube.* (13 de 04 de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_en_la_nube
- Conversor de señal analógica a digital.* (10 de 04 de 2017). Obtenido de [Conversor_de_señal_analógica_a_digital](#)
- Derechodeautor.gov.co.* (03 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.derechodeautor.gov.co/HTM/legal/jurisprudencia/Corte%20Constitucional>
- El Rele.* (27 de 03 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>
- Electroválvula.* (27 de 03 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>
- Eljardin.ws.* (05 de 02 de 2017). Obtenido de <http://www.eljardin.ws/invernaderos/tipos/invernadero-automatizado.html>
- Entendiendo HTML5.* (27 de 03 de 2017). Obtenido de <https://hipertextual.com/archivo/2013/05/entendiendo-html5-guia-para-principiantes/>

firebase. (05 de 11 de 2016). Obtenido de <https://firebase.google.com/?hl=es>

García, A. B. (15 de 06 de 2016). *oa.upm.es*. Obtenido de http://oa.upm.es/36945/1/TESIS_MASTER_ANDRES_BARROSO_GARCIA.pdf

Google.com. (25 de 03 de 2017). Obtenido de <https://www.google.com.co/>

Highcharts. (22 de 03 de 2017). Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/Highcharts>

Hoja de estilos CSS. (28 de 03 de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Hoja_de_estilos_en_cascada

hortoinfo. (20 de 08 de 2016). Obtenido de <http://hortoinfo.es/index.php/noticia/4433-app-invernadero-171214>

Ideam.gov.co. (05 de 02 de 2017). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/escenarios-cambio-climatico>

Importancia de los Invernaderos. (05 de 03 de 2017). Obtenido de <http://invernaderosagricultura.blogspot.com.co/2012/02/importancia-de-los-invernaderos.html>

Importancia de los Invernaderos. (02 de 03 de 2017). Obtenido de <http://invermatica.blogspot.com.co/p/importancia-de-los-invernaderos.html>

ingenieraupoliana. (06 de 03 de 2017). Obtenido de <http://ingenieraupoliana.blogspot.com.co/2010/09/fases-de-analisis-y-diseno-de-sistemas.html>

Internet de las cosas. (08 de 02 de 2017). Obtenido de <http://www.20minutos.es/noticia/2560747/0/domotica/internet-de-las-cosas/futuro/>

JavaScript. (28 de 03 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/JavaScript>

Json. (05 de 04 de 2017). Obtenido de <http://www.json.org/>

La importancia de la tecnología en los agronegocios. (01 de 03 de 2017). Obtenido de <http://www.teorema.com.mx/legislacionambiental/la-importancia-de-la-tecnologia-en-los-agronegocios/>

La Nacion. (11 de 09 de 2016). Obtenido de <http://lanacion.com.co/index.php/economica/item/256605-los-problemas-del-campo-colombiano>

Lopez, J. C. (05 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/centros-experimentales-las-palmerillas/evolucion-de-las-estructuras.pdf>

Material design. (20 de 03 de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Material_design

minambiente. (07 de 03 de 2017). Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/cambio-climatico>

mundojardineria. (05 de 03 de 2017). Obtenido de <http://www.mundojardineria.com/preguntas/es-mejor-el-riego-con-manguera-o-el-riego-automatico>

NoSql. (13 de 04 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

Perfetti, J. J. (10 de 11 de 2016). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Obtenido de Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Bogotá: Fedesarrollo

planthogar.net. (21 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.planthogar.net/enciclopedia/documentos/1/documentos-tematicos/62/el-cultivo-agricola-en-invernadero.html>

Pressman, R. (2001). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico*. New York: Mc Graw Hill.

Python. (05 de 04 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>

Qué Es La Domótica. (12 de 04 de 2017). Obtenido de <http://www.atontechnologies.com/que-es-domotica>

Raspberrypi. (25 de 03 de 2017). Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/>

Scrum en la Metodología Ágil. (20 de 03 de 2017). Obtenido de <http://www.i2btech.com/blog-i2b/tech-deployment/para-que-sirve-el-scrum-en-la-metogologia-agil/>

- Seipasa.com. (24 de 11 de 2016). *Como proteger al cultivo de los golpes de calor*.
Obtenido de <http://blog.seipasa.com/proteger-cultivo-calor-golpe-estres-hidrico-termico/>
- Semana.com*. (24 de 09 de 2016). Obtenido de
<http://www.semana.com/economia/articulo/el-top-10-de-los-lios-del-campo/394594-3>
- Sensor Lm35*. (10 de 04 de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/LM35>
- Servidor web*. (27 de 03 de 2017). Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web
- Sistemasycalidadtotal*. (15 de 02 de 2016). Obtenido de
<http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/15-etapas-implementacion-sistema-gestion-de-calidad-iso-9001/>
- Solarte, J. A. (05 de 11 de 2016). Obtenido de
http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/865/1/Automatizaci%C3%B3n_Clima_Templado_Ni%C3%B1ez_2012.pdf
- wikipedia.org*. (15 de 02 de 2016). Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_de_software