



**Título**

Desarrollo de aplicación web, basada en desarrollo de software para el almacenamiento, planeación y mejoramiento de la gestión de información en el área de soporte técnico de la empresa RTR MEDICAL S.A.S

**Autor**

Juan Camilo Sánchez Hincapié

**Para optar a título de**

Bioingeniero

**Asesor**

Javier Hernando García Ramos – Magister (MSc) Ingeniería Clínica

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería - UdeA

Pregrado

Medellín

2022

Cita	Sánchez Hincapié [1]
<b>Referencia</b>	[1] J. C. Sánchez Hincapié, “Desarrollo de aplicación web, basada en desarrollo de software para el almacenamiento, planeación y mejoramiento de la gestión de información en el área de soporte técnico de la empresa RTR MEDICAL S.A.S”, Semestre de Industria, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



DRAI - CENDOJ

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** John Fredy Ochoa Gómez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

El presente proyecto se lo dedico a Dios y a toda mi familia, en especial a las personas que hicieron parte un inmenso apoyo durante el proceso de prácticas y en el desarrollo del proyecto: mis padres, mis hermanos, mis tíos más cercanos, quiénes me brindaron su cariño y ánimo constantemente para poder lograr mis objetivos.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres por el apoyo que me han ofrecido desde el inicio de mi carrera, pues son los pilares para poder llevar a cabalidad el desarrollo de mi carrera. A mis tíos, ya que siempre me ofrecieron sus recursos en la ciudad para finalizar mis estudios con la mayor comodidad.

Le ofrezco mis más sinceros agradecimientos a los directivos de la empresa RTR MEDICAL S.A.S, quiénes me brindaron amablemente la oportunidad de ejercer mi práctica en el desarrollo de los dispositivos médicos, aportando un sinnúmero de conocimientos durante todo el periodo.

Agradezco a mis asesores, pues siempre tuvieron la disponibilidad de transmitir sus conocimientos en el marco de la mejora y estructuración de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	12
A. Objetivo general .....	12
B. Objetivos específicos.....	12
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	13
A. Conceptos generales .....	13
B. Conceptos particulares en el desarrollo web .....	15
C. Metodologías del desarrollo de software.....	16
D. Frameworks y librerías utilizadas.....	19
<b>IV. METODOLOGÍA</b> .....	21
Análisis y modelado de gestión.....	21
Modelado de datos .....	22
Modelado de proceso y generación de aplicación.....	22
Pruebas de entrega.....	23
<b>V. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> .....	23
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>REFERENCIAS</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	47

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad gratuita permitida para las características usadas en la aplicación	26
Tabla 2. Precios del plan Blaze	26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujo o ciclo de vida típico de la metodología RAD.	18
Figura 2. Diagrama de modelado de gestión vs problemas identificados.	24

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Inicio de la aplicación y formulario de Login.	27
Ilustración 2. Organización tipo tabla de los módulos que podría contener la aplicación.	28
Ilustración 3. Módulo de registro de actividades (generales) pendientes.	28
Ilustración 4. Alertas para cada servicio de mantenimiento programado.	29
Ilustración 5. Inicio (Home) de la aplicación.	30
Ilustración 6. Sección de inicio de sesión o logueo.	31
Ilustración 7. Acceso permitido al sistema menú de usuarios o módulos de la aplicación.	31
Ilustración 8. Sección de recuperación de contraseña para cuentas permitidas.	32
Ilustración 9. Calendario de servicios pendientes.	32
Ilustración 10. Agregar/Programar un servicio técnico o de mantenimiento.	33
Ilustración 11. Visualización del servicio programado.	34
Ilustración 12. Servicio añadido a la lista total de mantenimientos programados.	34
Ilustración 13. Sección de alerta para los servicios pendientes.	35
Ilustración 14. Etiquetar el servicio como realizado.	35
Ilustración 15. Módulos disponibles en la aplicación.	36
Ilustración 16. Módulo de servicios totales realizados.	37
Ilustración 17. Listado total de servicios realizados.	37
Ilustración 18. Formulario de edición de un servicio realizado.	38
Ilustración 19. Sección de información adicional.	38

Ilustración 20. Visualización de información adicional.	39
Ilustración 21. Módulo de repuestos pendientes.	39
Ilustración 22. Listado de mantenimientos o servicios con repuestos pendientes.	40
Ilustración 23. Confirmación para eliminar algún servicio del módulo de servicios totales realizados.	41
Ilustración 24. Módulo de actividades generales pendientes.	41

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>RTR MEDICAL S.A.S</b>	Rayos X Tecnología Radiológica S.A.S
<b>RAD</b>	Rapid Application Development
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>TIC</b>	Tecnologías de la información y comunicación
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>CASE</b>	Computer Aided Software Engineering
<b>npm</b>	Node Package Manager
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>DOM</b>	Document Object Modeling
<b>SDK</b>	Software Development Kit

---

## RESUMEN

La práctica empresarial fue desarrollada en RTR MEDICAL S.A.S, siendo una compañía pionera en el desarrollo de equipos de rayos x a nivel nacional e internacional. Los procedimientos desarrollados en este cargo se llevaron a cabo consultando y registrando la información necesaria en una base de datos de clientes y servicios dentro del departamento biomédico. Se detectó que las problemáticas principales corresponden a poca efectividad en la adquisición o búsqueda de la información a partir de una base de datos local, poco rendimiento en el registro de la información al usar varias herramientas aisladas, accesibilidad restringida a los datos y pérdida de agilidad en los procesos de programación de servicios y soporte técnico.

Se implementó la metodología RAD para el desarrollo de un sistema de gestión adecuado vía web, donde se realizó el análisis y modelado de gestión durante el proceso inicial de la práctica con los procedimientos dentro del área de soporte técnico. El modelado de datos fue desarrollado con la ayuda de los asesores para verificar la información específica que requiere almacenamiento dentro de la aplicación. Finalmente, con el uso de algunos frameworks y librerías de uso común en el mercado, se diseñó la plataforma que incluye las secciones de inicio, logueo y menú. En este último se encuentran los módulos más importantes para tener en cuenta en el registro de los datos, en adición a una ventana de alarmas.

La aplicación fue desarrollada de manera efectiva cuyo resultado corresponde a una plataforma protegida, totalmente funcional y dinámica, que cumple con las especificaciones definidas en la metodología.

***Palabras clave* — Sistema de gestión, servicios web, base de datos, programación, modelado, frameworks, librerías.**



---

## ABSTRACT

The business practice was developed in RTR MEDICAL S.A.S, being a pioneer company in x-ray equipment development into national and international stage. Procedures developed in that position were carried out consulting and registering necessary information in a clients and services database within biomedical department. Main problems correspond to low efficiency in acquisition or searching information from a local database, poor performance in information registration when using several insolated tools, restricted accessibility to data and loss of agility in programming services processes and technical support.

RAD methodology was implemented for the development of a suitable management system, using web services, where analysis and management modeling was carried out during the initial process of the practice with technical support procedures. Data modeling was developed with the help of consultants to verify specific information that requires storage into the application. Finally, with frameworks and libraries commonly used in market, this platform was developed, it includes home, login, and menu sections. Talking about latter, it contains the most important modules to keep in mind for data registering, adding a relevant alarm window.

The application was developed effectively, the result of which corresponds to a fully functional and dynamic protected platform that satisfies defined specifications.

***Keywords* — Management system, web services, database, software development, modeling, frameworks, libraries.**

---

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo ha sido desarrollado e implementado en el marco de la práctica o semestre de industria, el cual busca fortalecer en mayor medida el conocimiento sobre los conceptos básicos y el funcionamiento de las herramientas que se pueden crear dentro de una organización, según sus necesidades.

La práctica empresarial fue llevada a cabo en la empresa RTR MEDICAL S.A.S, legalmente constituida en Colombia como una compañía pionera en el desarrollo de equipos de radiología e imagenología a nivel nacional e internacional, contando con más de 30 años de experiencia en el campo, brindando siempre garantía en sus productos de calidad. Adicionalmente posee experticia en un alto grado para adecuación de salas destinadas a toma de rayos x y prestación de servicio técnico. En este caso, el rol y la función desempeñada fue enfocada en funciones administrativas, específicamente el área de soporte técnico. Los procedimientos desarrollados en este cargo se han llevado a cabo consultando la información necesaria en una base de datos de los clientes y servicios registrada en Excel. Sin embargo, al no encontrar la información necesaria en dicha base de datos, era necesario realizar una búsqueda física en una biblioteca de carpetas donde se encuentra la mayoría de la información interna.

En adición a lo anterior, se ha venido evidenciando que, a medida que aumentan los clientes y los servicios realizados tanto nacional como internacionalmente, también aumenta la cantidad de información a almacenar y las dificultades al momento de encontrar un dato en específico, pues éste podría llegar a tardar incluso días para poder obtenerlo. A causa de lo anterior, la empresa estaría propensa a perder agilidad en los procesos, perder documentos, estar desorientados para planificar los mantenimientos necesarios y finalmente, incluso podría llegar a haber una pérdida de clientes. Asimismo, se desvela una problemática en el sistema de gestión de información, almacenamiento y planeación para el área administrativa sobre los equipos de rayos x que es necesario abordar.

En este trabajo, se propone el uso de programas vinculados a las nuevas tecnologías de desarrollo de software para implementar una herramienta web totalmente personalizada, según los requerimientos de la empresa y de las funciones específicas que se ejecutan en el área de soporte técnico con el objetivo volver eficiente (tiempos y facilidad) el almacenamiento y la obtención de la información dentro de un rol en el que se requiere agilidad en los procesos. Adicionalmente,

---

permitirá una interfaz que facilite la programación (vía calendario) de los servicios coordinados en el área de soporte técnico. La metodología RAD fue utilizada en la aplicación, permitiendo un avance considerable en un corto periodo de tiempo, además, le otorga al procedimiento de desarrollo una alta capacidad de adaptabilidad a las modificaciones que surjan, que depende de las necesidades del rol.

Cabe mencionar que se han desarrollado este tipo de aplicaciones basadas en la ingeniería de software de manera exitosa, donde los resultados son significativamente positivos sobre las empresas en las que se ejecuta. Un caso es el prototipo de gestor documental web para administración de un sistema de calidad, donde se encontró que, en el caso particular de sistema de calidad basado en la norma ISO 9001 para Pymes, la optimización en la obtención de la información es factor clave para crear mejoras en toda área administrativa [1].

Lo anteriormente descrito, fue implementado dentro de una plataforma web personalizada y amigable con el usuario que contiene algunos apartados explicativos que introducen cada uno de los módulos de la aplicación. Adicionalmente, se desarrolló una interfaz en el marco de la protección de los datos, que permite el ingreso del usuario si fue previamente creado por un administrador, en caso opuesto, no habrá acceso a la información. El administrador, tiene control sobre las cuentas registradas en la aplicación desde otra plataforma, ello, para reforzar aún más la seguridad. Se implementaron 6 módulos en la plataforma, en las que se ingresa la información que se requiere, cada módulo permite crear, buscar, editar o eliminar datos específicos. Además, algunos módulos tienen interacción entre sí, facilitando así dichos procesos al usuario.

Una característica principal de la plataforma web, además de las mencionadas, es que está proyectada en un hosting cuyo almacenamiento gratuito es limitado, pero permite el fácil acceso desde cualquier dispositivo, únicamente requiriendo internet.

En ese mismo orden de ideas, también se abre un abanico de posibilidades, pues a futuro podría pensarse en una integración en el sistema de calidad y la evaluación de todos los procesos de la empresa, con la misma aplicación gestora de información y planeación del soporte técnico/administrativo, involucrando así el área comercial, compras, producción y diseño.

## II. OBJETIVOS

### A. *Objetivo general*

Desarrollar una aplicación web personalizada con facilidad de acceso, basada en las nuevas tecnologías, que permita facilitar el almacenamiento y la obtención de la información, de manera que el sistema de gestión en soporte técnico sea más eficiente. Además de la implementación de una herramienta que apoye la planeación de servicios (correctivos/preventivos) desde dicha área en la empresa RTR MEDICAL S.A.S.

### B. *Objetivos específicos*

- Actualizar los procesos de búsqueda de información, planeación de servicios (correctivos/preventivos o servicio de soporte técnico) y organización documental que se implementa en la empresa.
- Reducir considerablemente el tiempo en la búsqueda de información, mediante la mejora de la gestión por parte de la aplicación.
- Facilitar o simplificar el proceso de búsqueda de datos específicos que se requieren de manera inmediata.
- Evitar la pérdida de datos fundamentales, retrasos en la búsqueda y así, mejorar el proceso dentro del área administrativa en la empresa, de manera concreta, en soporte técnico.
- Implementar una herramienta de fácil acceso, compatible con cualquier dispositivo y cuyo único requerimiento corresponde a estar conectado a una red de internet, para que el personal autorizado en la aplicación pueda acceder en el momento en que lo necesite con el objetivo de registrar o consultar información.

---

### III. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la aplicación, es necesario tener presentes varios conceptos que introduzcan al mundo de la gestión de información, las TIC y al desarrollo web, por lo general, implementadas en la ingeniería de software. En esta sección, se hará una descripción y definición de dichos conceptos, haciendo énfasis en aquellos más importantes.

#### A. *Conceptos generales*

- i) **Sistema de gestión:** Un sistema de gestión es un esquema general de procesos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas para alcanzar sus objetivos. Una organización crece a medida que va consolidando un sistema de gestión que le permita alinear todos los esfuerzos en la misma dirección [2].
- ii) **Gestión de información y documental:** Hace referencia a un conjunto de normas técnicas y prácticas, con el objetivo de administrar el flujo de información entrante y de todo tipo en una organización. Debe permitir una fácil recuperación de la información, determinar el tiempo que debe estar almacenada y en que se debe eliminar, para evitar apilar datos innecesarios que pueden ocupar espacios importantes, y así, aplicando principios de racionalidad en la gestión y proyectando la economía de la empresa [3].
- iii) **Software:** Corresponde a las herramientas lógicas de un sistema informático. Está compuesto de un conjunto de componentes lógicos necesarios que al organizarlos de manera estructurada podrán resolver problemas y realizar tareas específicas. Por el contrario, si se habla de los componentes físicos y tangibles, éstos corresponderán al entramado hardware del sistema. Dentro de las características más importantes se pueden destacar las siguientes:
  - El software es desarrollado, no fabricado.
  - No existe desgaste con el tiempo.
  - Es construido a la medida y de acuerdo con las necesidades del cliente
  - Está creado en base a fundamentos lógicos.

---

En el caso de software de aplicación, corresponde a un programa o conjunto de programas integrados que constituyen un producto diseñado para los usuarios con el fin de facilitar la realización de tareas específicas en el computador. Estas interfaces generalmente son especializadas. Algunos ejemplos de software de aplicación pueden ser: aplicaciones de control de sistemas y automatización, aplicaciones ofimáticas, software educativo, software empresarial, entre otros [4].

- iv) **Aplicación web:** Esta definición cumple para cualquier aplicación que se desarrolla de manera que pueda ser accedida a ella por medio del internet o la intranet. También abarca los programas informáticos que son ejecutados en el entorno del navegador o que son procesados por algún lenguaje soportado por el navegador (Javascript y HTML). Las aplicaciones desarrolladas en el ámbito web tienen la enorme ventaja de que son fáciles de mantener y actualizar en el momento que se requiera, sin necesidad de instalar ningún tipo de software adicional, en gran cantidad de clientes. Además, poseen mucha versatilidad en la cantidad de plataformas y dispositivos que pueden ser procesadas, dependiendo del alcance.
- v) **Bases de datos:** Son una serie de datos que son almacenados y organizados de manera estructurada, para poder ser brindados al momento que el usuario requiera consumir dicha información. Por lo general, las bases de datos están organizadas en tablas que pueden estar relacionadas entre sí o no, según sea relacional o no relacional respectivamente. La base de datos también incluye los programas que manipulan los datos, pues esta permite recibir solicitudes de lectura, almacenamiento, eliminar o modificar algún dato [3].

---

### *B. Conceptos particulares en el desarrollo web*

- i) **Patrones de diseño:** Un patrón de diseño es la base estructural de soluciones a problemas que surgen comúnmente en el desarrollo de software, ya sea el mundo web o programas locales (computador y celular).
- ii) **Entorno de desarrollo integrado (IDE):** Es un entorno en donde se programa, el cual ha sido empaquetado como una aplicación que contiene edición de texto, compilador, depurador y constructor de interfaz gráfica. El IDE es un intermediario entre el programador y el lenguaje de programación, facilitando el trabajo e incluso, de manera interactiva. Algunas de las funcionalidades a destacar son la integración con sistemas de control de versiones, soporte de diversos lenguajes de programación, reconocimiento de sintaxis, extensiones y componentes, depurador, entre otras.
- iii) **Framework:** Es una estructura de elementos o de soporte para programadores ya definido, normalmente con módulos integrados que contienen las herramientas. Estos sirven para la organización al momento de programar y facilitar la escritura de código. En general, están orientados a un lenguaje de programación en específico y pueden clasificarse en los que soportan el back-end y el front-end.  
**Back-end:** Corresponde a todas las herramientas utilizadas y diseño en programación de una aplicación que el usuario final no puede observar ni es posible acceder. Generalmente hace referencia al código o a la parte lógica desarrollada por el programador y a los servicios que son consumidos que, en su mayoría, se encuentran del lado del servidor.  
**Front-end:** Es la parte de la aplicación o de la plataforma diseñada que interactúa con el usuario final, es decir, la interfaz dinámica que observa el cliente. Se refiere a todo lo que se puede ver en la pantalla a simple vista, generalmente asociado a un diseño atractivo y al uso de estilos en desarrollo móvil y web (CSS).
- iv) **Control de versiones:** Es un sistema que localiza y registra los cambios realizados sobre un archivo o varios, a lo largo del tiempo, generalmente,

almacenando la información en la nube. Permite recuperar la información de versiones anteriores si se ha cometido un error. Uno de los sistemas de control de versiones más usado, es Git [5].

- v) **Lenguaje HTML:** HyperText Markup Language se refiere a lenguaje de etiquetas de hipertexto, referido al lenguaje en el que se escriben los millones de documentos, textos y páginas que existen dentro de World Wide Web. Al acceder a uno de estos sitios, el cliente dentro del ordenador interpretará dicho lenguaje, lo compilará e interpretará, para mostrar en pantalla lo que se solicitó por código. Dicho lenguaje puede ser editado por cualquier tipo de editor de texto, siendo estos, ficheros en texto plano. Los archivos generados en html suelen tener la misma extensión (html) o htm.
- vi) **Javascript:** Es un lenguaje de programación que permite la interacción entre el usuario y el navegador. Éste no requiere compilación, pues funciona del lado del cliente instalado en el computador y los navegadores son quienes interpretan estos códigos, además, pueden ser ejecutados por cualquier tipo de sistema operativo de ordenador presente en el mercado. Gran parte de la programación en este lenguaje está centrada en describir objetos, escribir funciones que respondan a movimientos del ratón, aperturas, utilización de teclas, cargas de páginas entre otros.

### *C. Metodologías del desarrollo de software*

Es un conjunto integrado y estructurado de técnicas y métodos, el cual permite construir los procesos y actividades de manera detallada en el ciclo de un proyecto de desarrollo. Son definidos los roles, las formas de progresión y las actividades o prácticas recomendadas en el proceso. En el desarrollo de software, es un método sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto con el objetivo de que su desarrollo se lleve a términos del éxito. Idealmente se ejecuta para implementar y mantener un producto de software.

#### **Características**

- Optimiza el proceso y el producto de software



- Métodos que guían la planificación y el desarrollo
- Define que hacer, cómo, cuándo y durante toda la construcción o mantenimiento del proyecto

### **Elementos constituyentes**

- Fases: tareas en cada etapa.
- Productos
- Procedimientos y herramientas de apoyo
- Criterios de evaluación del proceso y el producto para lograr los objetivos.

En resumen, es un marco de trabajo utilizado para estructurar, planificar o controlar un proceso de desarrollo de sistemas de información, donde el flujo de datos es muy elevado, por lo tanto, su trazabilidad es considerablemente importante.

### **Metodologías ágiles**

Son las más usadas en la actualidad, pues están basadas en heurísticas provenientes de técnicas de producción de código de programación que poseen una gran capacidad de adaptación a los cambios y se pueden dar durante todo el proceso de desarrollo. Estas metodologías son menos controladas y planificadas que las metodologías tradicionales, donde la planificación es fundamental.

En este caso, el cliente es parte del equipo de trabajo, constituido por pequeños grupos en los que se desempeñan pocos roles. También, el énfasis en la arquitectura de software es bastante reducido [4].

### **RAD**

Es un tipo de metodología de desarrollo conocida como diseño rápido de aplicaciones RAD (rapid application development) que ha tenido un auge significativo por la necesidad de las instituciones de crear aplicaciones funcionales en un plazo corto de tiempo. Este método comprende el desarrollo interactivo, construcción de prototipos y el uso de ayudas de ingeniería de software asistida por computador CASE (Computer Aided Software Engineering) donde engloba usabilidad, utilidad y rapidez de ejecución [4].

## Fases del RAD

- **Modelado de gestión:** El flujo de información dentro de la gestión se modela respondiendo las siguientes preguntas ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa?
- **Modelado de datos:** Corresponde a la definición del flujo de información como un conjunto de objetos de datos. Se definen características (atributos) de cada uno de los objetos y las relaciones entre ellos para genera dinamismo en la aplicación.
- **Modelado de proceso:** Luego del modelado de datos, se genera el flujo de información mediante métodos informáticos o funciones de gestión definidas por el programador. Dichas funciones le permitirán al usuario que use el programa añadir, modificar, suprimir o recuperar un objeto de datos.
- **Generación de aplicaciones:** Reutilización de programas ya existentes o crear componentes reutilizables. Se usan herramientas automáticas para facilitar la construcción del software.
- **Pruebas de entrega:** Se realizan las pruebas y las evaluaciones de los nuevos componentes implementados, verificando la funcionalidad y el cumplimiento de los objetivos iniciales.

A continuación, en la Figura 1, se muestra el flujo o ciclo de vida de la metodología RAD, en el que se visualiza gráficamente las fases anteriormente descritas [4].

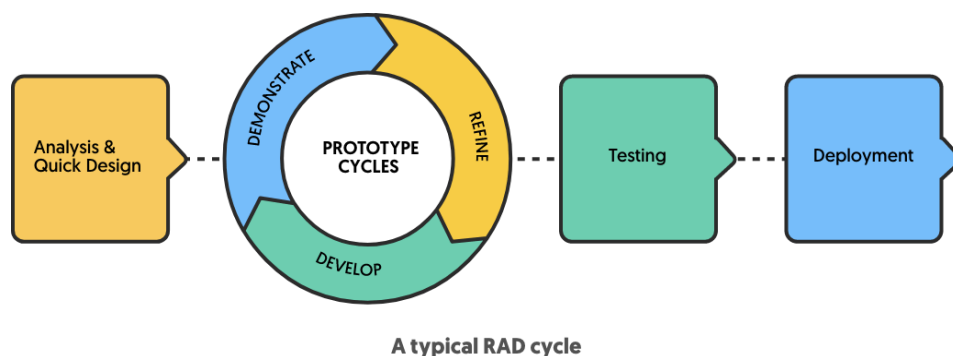


Figura 1. Flujo o ciclo de vida típico de la metodología RAD [6].

#### *D. Frameworks y librerías utilizadas*

Las siguientes librerías corresponden a las utilizadas en el proyecto. Éstas, hacen parte del CASE y son herramientas de apoyo para la metodología RAD.

##### **Node JS**

Es un entorno de ejecución Javascript de código abierto y multiplataforma para desarrollar aplicaciones de servidor, basado en arquitectura no bloqueante y manejada por eventos para ayudar a los desarrolladores a crear aplicaciones robustas. Es usual hacer uso de Node JS para implementar librerías o módulos de terceros necesarios para las plataformas de apoyo en el desarrollo de software como los son los frameworks, estos normalmente se instalan usando el *Node Package Manager* (npm) que facilita la compilación, instalación y actualización de módulos, así como la gestión de dependencias.

Este entorno posee la bondad de ser combinado con bases de datos documentales, tales como MongoDB y MySQL, que, en conjunción con Javascript, podría facilitar la reutilización de código del mismo modelo de interfaz entre el lado del cliente y el lado del servidor [7].

##### **Firebase**

Es una plataforma de desarrollo de aplicaciones web y móviles que ayuda a construir y escalar tanto aplicaciones como videojuegos. Es una librería respaldada por Google muy utilizada en la actualidad que está ubicada en la nube e integrada con la plataforma de la nube de Google, permitiendo así, una fácil sincronización de proyectos dotados de alta calidad. Firebase está muy relacionado con publicación y distribución de aplicaciones. Para ello, cuenta con productos que simplifican considerablemente la manipulación de la base de datos, ofreciendo una API gratuita en la que se almacenan los métodos más usados en el desarrollo de software donde los usuarios pueden crear, leer, actualizar o borrar la información.

La plataforma ofrece una solución a la base de datos conectada con la nube y que contenga una sincronización en tiempo real: Cloud Firestore. Ésta es una base de datos NoSQL creada para aplicaciones globales, que, si bien el almacenamiento gratuito es limitado, ofrece un alto

---

potencial de escalabilidad a las aplicaciones desarrolladas sobre esta plataforma. Ésta usa colecciones de documentos para estructurar los datos, a su vez, cada documento contiene la cantidad de campos o atributos que desee el usuario. Es posible crear jerarquías para almacenar datos relacionados o no, sin necesidad de la creación de un servidor propio, pues la base de datos se distribuye con un SDK web (kit de desarrollo de software) o herramientas para dispositivos móviles y la web que contiene reglas de seguridad de acceso, además, permite ejecutar el código back-end necesario para el desarrollo de las aplicaciones.

Así mismo, Cloud Firestore autoriza los cambios en la base de datos en tiempo real, de manera que es posible sincronizar automáticamente los datos de las aplicaciones en distintos dispositivos incluso sin conexión a internet [8].

En adición a lo anteriormente descrito, Firebase es bastante versátil debido a que puede usarse en conjunción con muchas otras plataformas de desarrollo para crear aplicaciones más robustas y es completamente compatible.

### **Vue JS**

Es un framework de Javascript de código abierto para la construcción de interfaces de usuario y aplicaciones de una sola página. Está basado en una arquitectura centrada en la estructura de componentes donde la librería central se enfoca en la capa de la vista. Tiene algunas características avanzadas necesarias para aplicaciones más complejas como el enrutamiento (facilita un esquema de seguridad de las aplicaciones), el gestor de estados y algunas herramientas de construcción.

Vue JS utiliza sintaxis de plantilla basada en HTML que permite vincular el modelo de objetos del documento (DOM en inglés) renderizado a los datos. El DOM le permite a Vue renderizar los componentes en su memoria antes de actualizar el navegador. Es uno de los marcos front-end principales de mayor rendimiento y maneja la mayoría de los casos de uso de aplicaciones web con mucha facilidad, sin necesidad de optimizaciones manuales [9].

### **Vuetify**

Es un framework completo de interfaz de usuario construido sobre Vue JS. Hace parte de una compilación de herramientas para los desarrolladores de software que ofrecen experiencias de usuario final ricas en diseño rápido y atractivas a la vista. Está diseñado desde cero para que sea fácil de aprender y dominar sus componentes elaborados de la especificación Material Design [10]. Adicionalmente, tiene un enfoque de diseño móvil, el cual permite que la aplicación sea responsiva, es decir, que funcione en cualquier dispositivo de manera inmediata.

### **Bootstrap**

Es un framework front-end, librería multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de aplicaciones o sitios web. Contiene varias plantillas de diseño desde tipografía hasta menús de navegación, todos basados en HTML y CSS, así como extensiones de Javascript [11].

## **IV. METODOLOGÍA**

El procedimiento desarrollado en este proyecto tuvo como base la metodología RAD, teniendo en cuenta que se trataba de una aplicación de diseño rápido que dependía de los requerimientos de la empresa en el área de soporte técnico, según el ritmo detectado, se evaluaba las características y funcionalidad que debía tener la aplicación.

A continuación, se describe el flujo de trabajo apoyado en la metodología RAD y teniendo en cuenta los conceptos anteriormente explicados.

### *Análisis y modelado de gestión*

En primera instancia, se realiza un sondeo de los métodos de gestión de la información que están implementados en la empresa, desde los procesos de búsqueda, hasta la planeación de servicios técnicos y organización documental. Lo anterior, con el objetivo de identificar las falencias del proceso, pues en algunos casos puede ser muy evidente dentro del rol diario que se debe desempeñar dentro de área de soporte técnico.

---

Se desarrolla una propuesta de los métodos más efectivos para la buena gestión de información dentro de la empresa y así, implementarlos en la aplicación a desarrollar. Dichos métodos son un pilar fundamental para estructurar la base de datos del desarrollo y de esta manera, se tendrá en cuenta la información que se debe almacenar de forma óptima. En este caso, es necesario identificar muy bien los procesos de adquisición de información de cada cliente, por parte del área administrativa. Además, se debe tener en cuenta el proceso de planeación de servicios para la empresa en particular, pues cada compañía tiene diferentes procedimientos que intervienen en la planeación, por lo que se debe estudiar exhaustivamente los correspondientes a RTR MEDICAL S.A.S.

### *Modelado de datos*

Mediante el reconocimiento de información y recopilación de los métodos más efectivos, se hace necesario realizar un esquema organizacional que también sirve de apoyo para hacer un buen diseño de la base de datos. Además, también se necesita saber qué datos en específico deben almacenarse para evitar repetición de la información y para tener claro el esquema de almacenamiento. Dicho proceso se llevó a cabo con el asesor externo, evaluando cada punto y la necesidad o prioridad de los datos a almacenar. Lo anterior, fue registrado en un documento (Anexo 1) para dar comienzo al desarrollo.

### *Modelado de proceso y generación de aplicación*

Se diseñó un bosquejo de la interfaz de la aplicación, distribución de contenedores, funcionalidad e interactividad con el usuario, para consultar con el personal de la empresa y así, orientar la finalidad del proyecto. Dicho borrador debe se implementó en herramienta *Nicepage* que permite desarrollar mockups fáciles de controlar y modificar.

En segunda instancia, luego de verificar los requerimientos con el personal y según el rol desempeñado en la práctica, se realizó paso a paso la programación de la aplicación, desde la construcción de la base de datos hasta el diseño de la interfaz, junto con las funcionalidades de búsqueda, ingreso de información, modificación de datos y finalmente, planeación de servicios técnicos con alertas, según calendario. Este proceso fue el que más se tardó debido a flujo

---

desarrollado según la metodología, el cual corresponde a la implementación de las fases tempranas de la aplicación (mock-up), demostración, evaluación con el usuario final y finalmente, el diseño robusto de la aplicación.

### *Pruebas de entrega*

Revisión de la aplicación con el asesor interno y externo, para obtener retroalimentación del avance del proceso, y así, poder hacer las correcciones necesarias a tiempo.

A largo plazo se plantea integrar la aplicación con el sistema de gestión de calidad de la empresa, de manera que ayude a implementar mejoras en todas las áreas (administrativo, soporte, producción y calidad). Además, la aplicación tiene potencial para ser implementada en la nube, mejorando la conectividad y la cantidad de usuarios que puedan ingresar a ella.

## **V. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

De acuerdo con la metodología RAD llevada a cabo durante el semestre, en cada sección se obtuvieron los siguientes resultados:

### **Análisis y modelado de gestión**

Durante el desarrollo de la práctica, se implementó la recolección de la información fundamental para definir cuáles serían las herramientas para utilizar en la aplicación. Se identificaron los métodos de gestión de la información que están implementados en la empresa, desde los procesos de búsqueda, hasta la planeación de servicios técnicos y organización documental.

Se encontró que, al momento de realizar el registro de la información de los clientes y de los servicios realizados, se utiliza Excel como herramienta de almacenamiento, donde existen varios archivos en los que consultar la información. Por lo anterior, se dificultaba la búsqueda de datos específicos en momentos cruciales en los que se requería el dato de manera inmediata, por ende, había un retraso en la comunicación con el personal de la empresa y, en algunas ocasiones, se podían ver afectados algunos procesos administrativos. Adicionalmente, aunque Excel es una

muy buena herramienta de almacenamiento de datos, la organización no era óptima al tratarse de un rol en el que la rapidez de reacción a los procesos que surgen inesperadamente es fundamental.

De manera similar, sucedía con las actividades que surgían al momento, donde se incluye la programación de servicio técnico para los clientes, búsqueda de datos, búsqueda de repuestos, entre otros. El registro de esa información se realizaba de manera recursiva, de tal forma que la herramienta utilizada se adaptara a la agilidad requerida, pero sin organización. Esto anterior, depende directamente de la persona presente en el cargo, por tanto, no habría una trazabilidad en el caso de cambio de personal.

Así mismo, para programar y coordinar los servicios de mantenimiento, acceso remoto o asesoría técnica, dependía el método organizacional de la persona a cargo en soporte técnico, es decir, muchas veces dependiendo de la memoria o usando otros tipos de herramientas como notas en el celular o recordatorios en el calendario de Google. Dicha situación podría implicar demoras en el registro de la información, pues es necesario acceder a diferentes aplicaciones en el celular o computador y sin posibilidad de sincronización entre dispositivos.

Por ello, se realizó un modelado en la gestión de información como se muestra en el diagrama de la Figura 2.

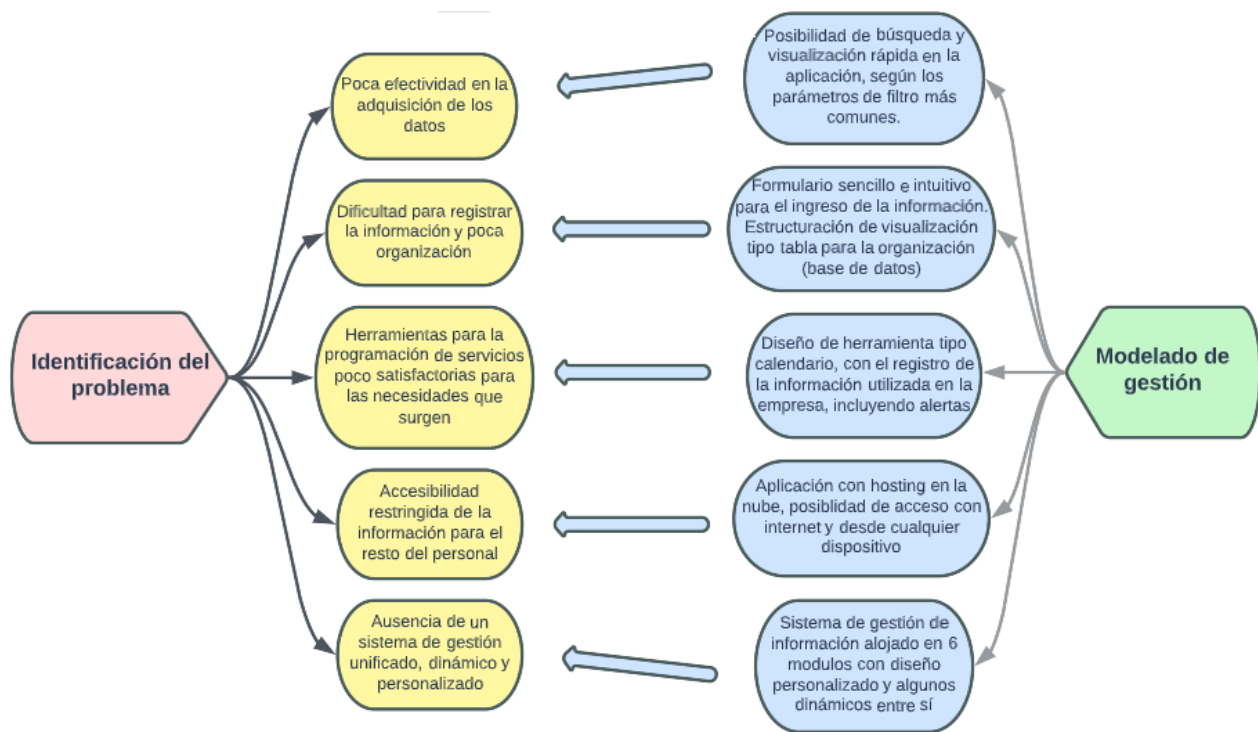


Figura 2. Diagrama de modelado de gestión vs problemas identificados.



Luego de la identificación de los procesos en el rol de soporte técnico dentro de la empresa, la detección de los problemas a atacar y el modelado de gestión según los requerimientos ya establecidos, se procedió al modelado de los datos por medio de la estructuración de la base de datos con ayuda del asesor externo.

### **Modelado de datos**

La organización y estructuración de la base de datos fue llevada a cabo en varias sesiones con el asesor externo, donde se detallaba cuáles eran los datos más importantes por almacenar dentro del sistema de gestión, luego de aprobado el modelado de gestión. En Anexos se encuentra el documento en el que se registró la información, allí se evaluó cada ítem a considerar y los alcances con las herramientas disponibles en el mercado para el desarrollo de la aplicación. Los elementos que se encuentran en rojo corresponden a algunas variables que posteriormente se consideraron como innecesarias para el registro de la información en la plataforma. Los elementos en amarillo corresponden algunas funcionalidades que no es posible implementarlas debido al alcance que tiene la plataforma y al tiempo de desarrollo limitado. Sin embargo, se plantea que estas funcionalidades son potencialmente beneficiosas para el rápido desempeño del rol en soporte técnico, por lo que se sugiere continuar con el desarrollo en un futuro.

Luego de realizar un sondeo de las herramientas disponibles que cumplieran con las expectativas de lo requerido, que permitieran un acceso y almacenamiento gratuito en la web (aunque limitado) para la implementación de la aplicación, se determinó que era óptimo hacer uso de Firebase, una plataforma bastante intuitiva y amigable con el programador, la cual ofrece servicios de almacenamiento, facilidad en el desarrollo back-end, hosting en la nube y servicios de autenticación vía correo electrónico controlado por el administrador.

Es importante mencionar que Firebase, luego de cumplido el tope de almacenamiento y transacción de datos; que es considerablemente elevado, ofrece varias alternativas de pago bastante económicas para la versatilidad, funcionabilidad y características que ofrece la plataforma. También es posible hacer uso de la calculadora de plan prepago que ofrece el sitio web oficial de la plataforma para conocer el costo de un número determinado de datos almacenados, transferidos y recibidos. A continuación, en la Tabla 1 se muestra el plan Spark (gratuito) que ofrece Firebase para los recursos necesarios en la aplicación.

Tabla 1. Cantidad gratuita permitida para las características usadas en la aplicación

Ítem	Cantidad máxima permitida plan Spark
<b>Cloud Firestore</b>	
Operaciones de escritura	20000/día
Operaciones de lectura	50000/día
Operaciones de eliminación	20000/día
<b>Hosting</b>	
Descargas	10 GB/mes
Transferencia de datos	360 MB/día
Almacenamiento	10 GB Totales

Como se puede observar en la tabla anterior, el contenido ofrecido por Firebase de manera gratuita es bastante considerable. Se hace necesario hacer revisión del uso y facturación de manera continua para observar los límites de consumo de la aplicación por día y durante el mes.

Luego de que sean superados los límites de consumo, comienza a regir un plan prepago llamado Blaze, cuyos precios corresponden a los siguientes:

Tabla 2. Precios del plan Blaze

Ítem	Precio en plan Blaze
<b>Cloud Firestore</b>	
Operaciones de escritura	\$0.18 por cada 100000
Operaciones de lectura	\$0.06 por cada 100000
Operaciones de eliminación	\$0.02 por cada 100000
<b>Hosting</b>	
Descargas	--
Transferencia de datos	\$0.15 por GB
Almacenamiento	\$0.026 por GB

Cabe aclarar que los precios anteriormente descritos corresponden a la fecha actual, consultados en la plataforma oficial de Firebase y Google Cloud en costos, uso y facturación del proyecto [12].

### Modelado de proceso y generación de aplicación

De manera inicial, se realizó el bosquejo de la aplicación a través de un mock-up, mediante Nicepage, el cual, permite la facilidad de diseño con plantillas predeterminadas, pero puede dar una idea básica de cómo estaría distribuida y organizada la aplicación. En este sentido, se obtuvo como resultado la Ilustración 1, Ilustración 2, Ilustración 3 e Ilustración 4.

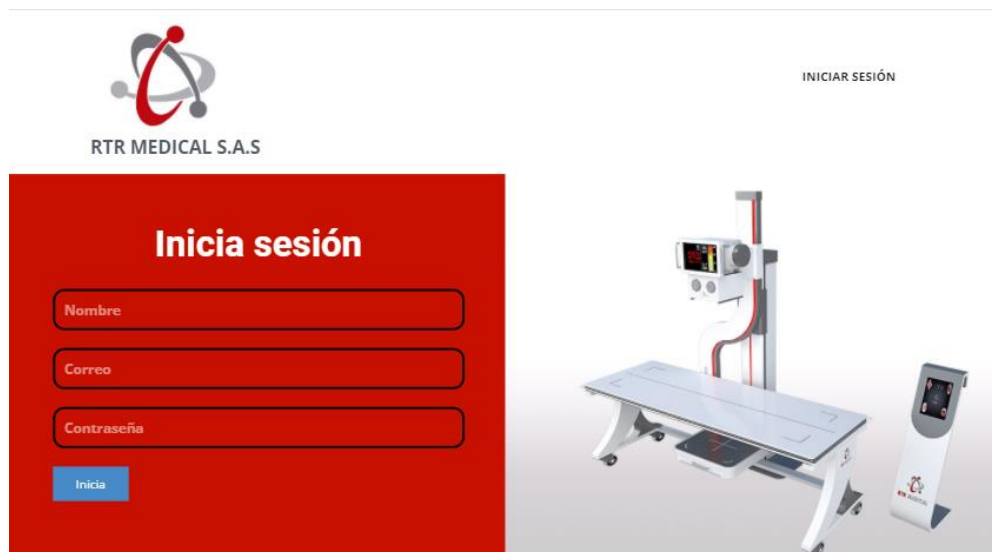


Ilustración 1. Inicio de la aplicación y formulario de Login.

Con el objetivo de proteger la información y la usabilidad de la aplicación, se decidió hacer una sección de Login, donde el usuario sólo tendrá acceso si fue previamente autorizado por el administrador (quién designa el usuario mediante la plataforma Firebase).

Juan Camilo S.

Mantenimientos programados   Contratos activos   Servicios realizados

Registrar evento, mantenimiento o contrato

Servicios preventivos y correctivos

Entidad	Ciudad	Fecha del servicio	Estado de factura	Acción	
Row 1	Description	Description		Editar	Borrar
Row 2	Description	Description		Editar	Borrar
Row 3	Description	Description		Editar	Borrar
Row 4	Description	Description		Editar	Borrar

Ilustración 2. Organización tipo tabla de los módulos que podría contener la aplicación.

En la Ilustración 2, se observan algunos de los módulos a considerar dentro del desarrollo robusto, con una estructuración tipo tabla y con posibilidad de editar o eliminar cada elemento. Se pueden observar algunas de las parables a considerar para cada registro (entidad, ciudad, fecha el servicio...)

## ACTIVIDADES O TAREAS PENDIENTES

INSTITUCIÓN	LUGAR	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	ACCIÓN	
Imsalud	Cúcuta-Libertadores	Acta de entrega	Alta	Editar	Borrar

Ilustración 3. Módulo de registro de actividades (generales) pendientes.

Para este caso, se plantea un módulo en el que se puedan registrar actividades generales del personal de la empresa, para que quién pueda realizarla, pueda darle el visto bueno. Desde el punto

de vista administrativo, este podría ser un indicador de las actividades que se están desarrollando dentro de la empresa y si el personal logra el objetivo en un tiempo determinado. Como los demás, también posee la posibilidad de edición o eliminación para cada tarea.



Ilustración 4. Alertas para cada servicio de mantenimiento programado.

Finalmente, fuera del diseño personalizado, se plantea la implementación de una pequeña sección de alertas para que la persona que haga uso de la aplicación pueda estar pendiente de los servicios próximos a vencerse. Cada tarjeta debería por lo menos indicar la entidad para la cual está dirigido el servicio, la ciudad y la fecha.

Aunque no fue incluido en el mock-up, se determinó que la programación de los servicios a realizar se haría mediante una herramienta tipo calendario.

Posteriormente, este primer esquema de acercamiento al usuario fue validado por el personal de la empresa, específicamente el asesor externo y, desde la universidad, por el asesor interno. Adicionalmente, fueron tomadas en cuenta las recomendaciones y necesidades que surgían a nivel visual, para que la aplicación pudiera desarrollarse de una forma óptima.

Para el diseño de la interfaz o capa interactiva entre el usuario y los servicios, se eligió Bootstrap y Vuetify (complemento front-end de Vue JS), dos plataformas muy intuitivas en su

sintaxis de programación, totalmente responsivas y que se adecúan de manera eficiente de acuerdo con el dispositivo por el que se accede a la aplicación.

En el caso del desarrollo de código crudo se usó Vue JS, que permite una rápida programación por la facilidad en el uso del lenguaje. Éste se ejecuta de manera organizada al generar componentes o clases tipo Vue, cuya estructura corresponde a una colección de atributos tipo clave-valor para programar las características de la aplicación, similar a la notación orientada a objetos.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos de la aplicación, completamente funcional y realizada con las herramientas anteriormente descritas. Será desarrollado el flujo completo de la plataforma, de manera que destacarán las funcionalidades y el dinamismo entre módulos.



Ilustración 5. Inicio (Home) de la aplicación.

En la Ilustración 5, se puede observar la página de inicio en la que se recibe al usuario, dónde hay un título y texto descriptivo con el objetivo de introducir a quién haga uso de la aplicación. Es importante destacar la barra de navegación que estará presente en toda la aplicación en la zona superior para facilidad de movimiento del usuario. Inicialmente se tiene disponible solo dos secciones, una corresponde a la actual y la otra a la sección de inicio de sesión, que se puede observar en la Ilustración 6.



Ilustración 6. Sección de inicio de sesión o logueo.

En la anterior imagen se puede detallar la sección de inicio de sesión con el correo y contraseña del usuario. Previamente a que los usuarios puedan ingresar a los módulos del sistema, debe haber sido creada una cuenta única y personal por el administrador de la aplicación, quién tiene acceso a la información interna y movimientos. Es quién puede modificar desde la base de datos todo lo que sea necesario para el correcto funcionamiento, incluyendo las personas que tendrán acceso.

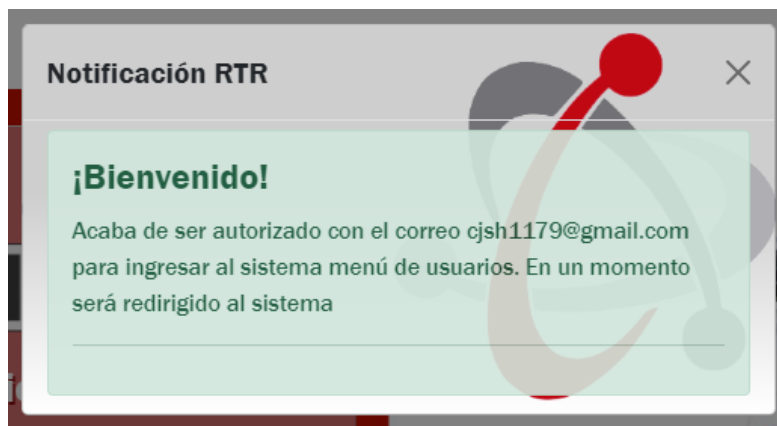


Ilustración 7. Acceso permitido al sistema menú de usuarios o módulos de la aplicación.

En la Ilustración 7, se denota una notificación tipo ventana modal que informa al usuario si tiene acceso a la plataforma o si es denegado, si esto último sucede, se le informa el porqué del

ingreso inválido: contraseña errónea, correo no registrado o si no se ha ingresado alguno de los campos del formulario de inicio de sesión.



Ilustración 8. Sección de recuperación de contraseña para cuentas permitidas.

Con esta sección, es posible recuperar la contraseña de una cuenta válida o ya registrada por el administrador. Esta envía un mensaje al correo electrónico registrado con la posibilidad de restablecer la contraseña. De igual manera que en el caso del inicio de sesión, es posible visualizar si la cuenta es verídica, o si no se ha ingresado el correo en el campo disponible.

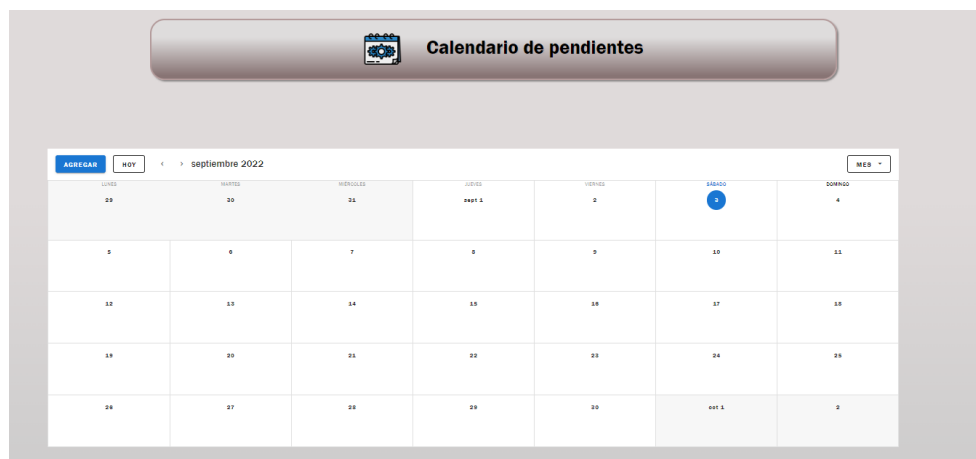
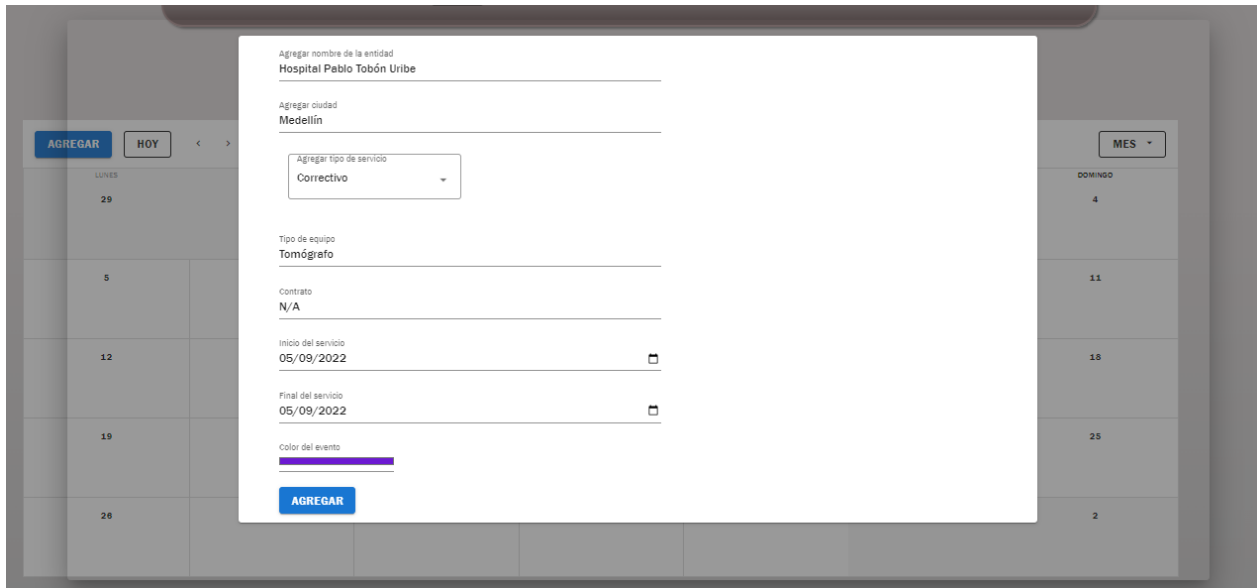


Ilustración 9. Calendario de servicios pendientes.



Luego de iniciar sesión, inmediatamente el usuario es redirigido al módulo de mantenimientos programados, en el que se encontrará con el calendario en el que se podrán programar los servicios o mantenimientos pendientes. Es posible agregar un servicio mediante el formulario que se muestra en la Ilustración 10, además de visualizar el calendario en los modos: mes, semana o día, según la preferencia del usuario. Adicionalmente, el botón “Hoy”, al ser oprimido, redirige automáticamente a la fecha actual.

En este caso, es posible observar que la barra de navegación en la zona superior cambia, en vez de la opción de logueo, aparece la opción de menú (donde se encuentran todos los módulos) y se puede notar un ícono que contiene el correo del usuario que ingresó a la plataforma. Además, aparece la opción de cerrar sesión.



The screenshot displays a calendar interface with a modal form for adding a service. The form is titled "Agregar nombre de la entidad" and contains the following fields:

- Agregar nombre de la entidad: Hospital Pablo Tobón Uribe
- Agregar ciudad: Medellín
- Agregar tipo de servicio: Correctivo
- Tipo de equipo: Tomógrafo
- Contrato: N/A
- Inicio del servicio: 05/09/2022
- Final del servicio: 05/09/2022
- Color del evento: A color selection bar with a purple bar selected.

The form has an "AGREGAR" button at the bottom. The background shows a calendar grid with dates from 29 to 26, and navigation buttons for "AGREGAR", "HOY", and "MES".

Ilustración 10. Agregar/Programar un servicio técnico o de mantenimiento.

El formulario para agregar un servicio o mantenimiento contiene la información principal a la hora de ser programado. Adicionalmente, es posible agregarle una etiqueta de color de tal manera que el servicio pueda resaltar significativamente en el calendario. El color es elegido por el usuario según su conveniencia. Cabe aclarar que es necesario llenar todos los campos del formulario, pues en caso contrario, no será creado el servicio.

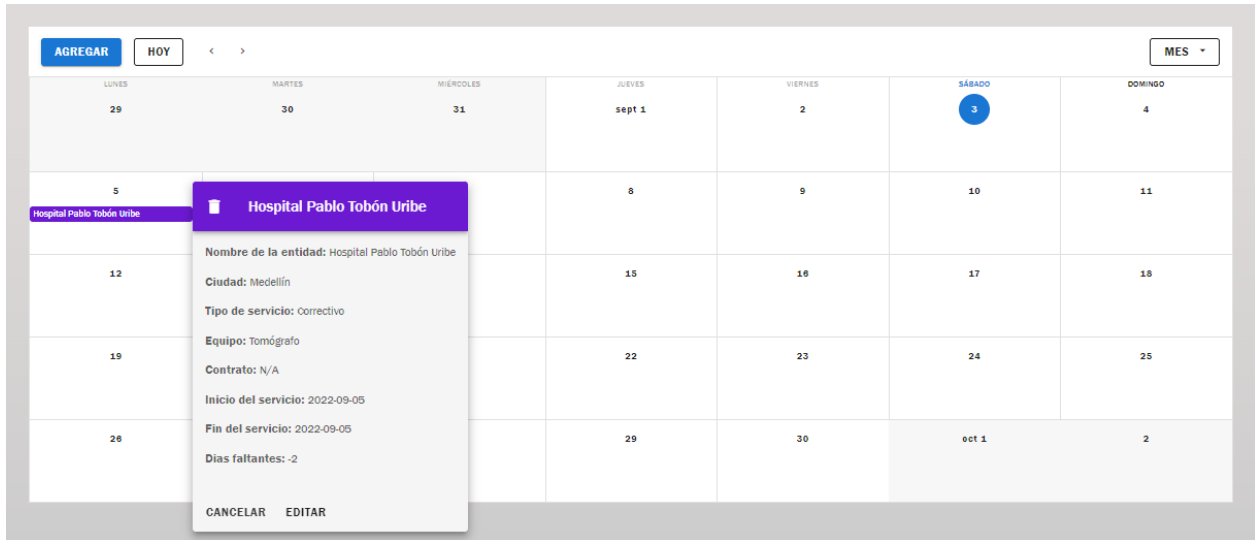


Ilustración 11. Visualización del servicio programado.

En la Ilustración 11, destaca la ventana pop-up que salta al momento de darle clic al servicio ya programado. Esta ventana, muestra la información registrada y los días faltantes para la fecha en que se programó. Es posible editar la información o eliminar el servicio si se desea.

Si no fue posible completar un servicio, ¡reprogramalo, elimínalo o actualiza la info en el calendario!

Refresca la info de la tabla

Nombre de la entidad	Ciudad	Tipo de servicio	Equipo	Contrato	Inicio del servicio	Fin del servicio	Días faltantes	¿Realizado?
E.S.E Hospital San Antonio	Tarazá	Preventivo	Equipo portátil 108	N/A	2022-05-16	2022-05-16	110	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clinica del Campestre	Medellín	Correctivo	Equipo básico de rx	CDF-20220315	2022-05-29	2022-05-29	97	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clinica Somer	Rionegro	Correctivo	Equipo de rayos x básico	N/A	2022-06-23	2022-06-23	72	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Centro Médico Buenos Aires	Medellín	Preventivo	Equipo básico de rayos x	N/A	2022-06-04	2022-06-04	91	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellín	Correctivo	Tomógrafo	N/A	2022-09-05	2022-09-05	-2	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital Gabriel Peláez	Jardín-Antioquia	Otro servicio	Equipo básico	-	2022-06-06	2022-06-06	89	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clinica Somer	Rionegro	Correctivo	Equipo básico de RX	2021-07-24	2022-06-02	2022-06-02	93	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital San Juan de Dios	Concordia	Otro servicio	Equipo de rayos x básico	N/A	2022-06-01	2022-06-01	94	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Radiólogos Asociados de Pereira	Pereira	Otro servicio	Equipo básico de rayos x	N/A	2022-06-27	2022-06-29	68	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ilustración 12. Servicio añadido a la lista total de mantenimientos programados.

Posterior al registro del mantenimiento nuevo, aparece en el listado de mantenimientos programados en el cual, se almacena la información pertinente. Si el mantenimiento no se ve reflejado en la tabla, es necesario refrescar la información, haciendo uso del botón en la parte superior de esta.

Es posible realizar una búsqueda rápida de un servicio programado en el campo en la zona superior de la Ilustración 12, basta con ingresar el nombre de la entidad o la ciudad.

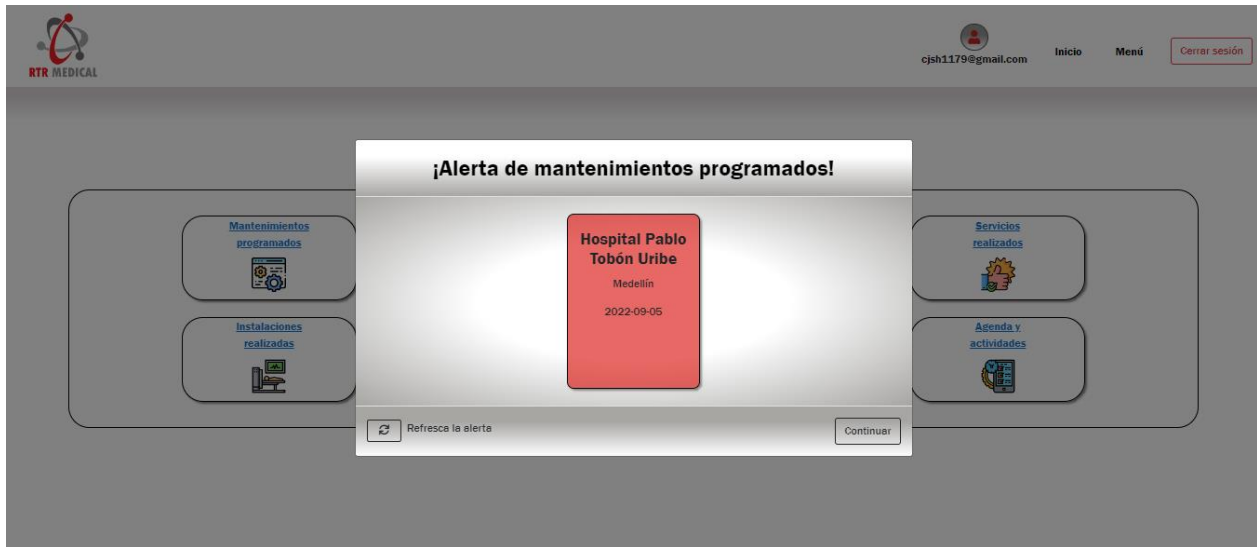


Ilustración 13. Sección de alerta para los servicios pendientes.

Al entrar a la opción “Menú” del portal, el usuario es redirigido a la pantalla de la Ilustración 13, donde se observa una ventana en la que se pueden encontrar los mantenimientos que están programados en forma de alerta. En este caso, aparece el servicio que se registró anteriormente. Dicha ventana, aparece cada vez que el usuario entra al menú de módulos para recordar constantemente todos los mantenimientos o servicios que están pendientes.

Si no fue posible completar un servicio, ¡reprogramalo, elimínalo o actualiza la info en el calendario!

Refresca la info de la tabla

Nombre de la entidad	Ciudad	Tipo de servicio	Equipo	Contrato	Inicio del servicio	Fin del servicio	Días faltantes	¿Realizado?
E.S.E Hospital San Antonio	Tarazá	Preventivo	Equipo portátil 108	N/A	2022-05-16	2022-05-16	110	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clínica del Campestre	Medellín	Correctivo	Equipo básico de rx	CDF-20220315	2022-05-29	2022-05-29	97	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clínica Somer	Rionegro	Correctivo	Equipo de rayos x básico	N/A	2022-06-23	2022-06-23	72	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Centro Médico Buenos Aires	Medellín	Preventivo	Equipo básico de rayos x	N/A	2022-06-04	2022-06-04	91	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellín	Correctivo	Tomógrafo	N/A	2022-09-05	2022-09-05	-2	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital Gabriel Peláez	Jardín-Antioquia	Otro servicio	Equipo básico	-	2022-06-06	2022-06-06	89	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Clínica Somer	Rionegro	Correctivo	Equipo básico de RX	2021-07-24	2022-06-02	2022-06-02	93	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Hospital San Juan de Dios	Concordia	Otro servicio	Equipo de rayos x básico	N/A	2022-06-01	2022-06-01	94	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Radiólogos Asociados de Pereira	Pereira	Otro servicio	Equipo básico de rayos x	N/A	2022-06-27	2022-06-29	68	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ilustración 14. Etiquetar el servicio como realizado.

En el caso de que el servicio haya sido realizado, para agilizar el registro de la información en el módulo de mantenimientos realizados, es posible oprimir el botón “check”, señalado en la Ilustración 14. Etiquetar el servicio como realizado.. De esta manera, cambia el color de la fila en la que se almacena la información, indicando que ya se ha llevado a cabo el servicio. Los datos de todos los campos son enviados al módulo de mantenimientos realizados, donde posteriormente, se podrá completar la información en caso de ser necesario. Adicionalmente, está la opción de desmarcar el servicio ejecutado oprimiendo el botón “X”.



Ilustración 15. Módulos disponibles en la aplicación.

Como se puede observar en la figura anterior, se detallan todos los módulos de registro y almacenamiento de información que posee la plataforma, estos son albergados en la sección “Menú” de la barra de navegación. Además, cada módulo contiene una estructura similar a la que se mostrará en la Ilustración 16 que corresponde a la sección de servicios realizados.



Ilustración 16. Módulo de servicios totales realizados.

Revisando la Ilustración 16, se puede destacar ventana informativa personalizada para guiar un poco al usuario en las funcionalidades del módulo. De igual manera, el símbolo de la empresa en la zona derecha corresponde a un botón en el que se pueden agregar todos los servicios que se hayan realizado, y así, almacenar la información requerida en el proceso de soporte técnico.

Q

¡En caso de que quieras visualizar información adicional, presiona el botón: + en "Ver más"!

Orden de servicio	Nombre de la entidad	Ciudad	Fecha del servicio	Tipo de servicio	Equipo	Garantía	Contrato	Fecha inicio de contrato	Fecha fin de contrato	Ver más		
765	IMEDI	Rionegro	2021-09-12	Preventivo	Equipo básico de rayos x	SI	CF0-2001-DA	2021-07-12	2021-10-24	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
231	Clinica del Campestre	Medellin	Sábado, 12, 2021	Correctivo	TEC RAD RTR Generador DRGEM	SI	CFD-2022-LGH	2022-03-12	2022-09-12	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
900	San Juan de Dios	Yarumal	2022-07-24	Correctivo	Equipo portátil	NO	N/A	-	-	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
764	Centro Médico Buenos Aires	Medellin	2022-03-24	Correctivo	Equipo básico de rayos x	SI	2021-12-07	2021-12-07	2022-12-07	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
456	E.S.E Hospital de San Antonio	Marmato	2022-01-25	Correctivo	Digitalizador Fire Flash 70	NO	N/A	-	-	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
	Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellin	2022-09-05	Correctivo	Tomógrafo		N/A			+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
678	San Juan de Dios	Marmato	2022-07-24	Preventivo	Equipo portátil	SI	LFGK-432D	2022-03-12	2022-09-12	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	
555	San Juan de Dios	Marmato	2021-5-7	Preventivo	Equipo digitalizador Fire Flesh 70	NO	-	-	-	+ <input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Editar"/>	

Ilustración 17. Listado total de servicios realizados.

Tal como en la Ilustración 14, en la imagen previa se observa la estructura tipo tabla de almacenamiento de los datos, donde se denota el servicio que se había marcado como realizado en

el módulo de mantenimientos programados. Sin embargo, aún queda información por completar y se efectúa mediante el botón “Editar”, que es detallado en la siguiente imagen.

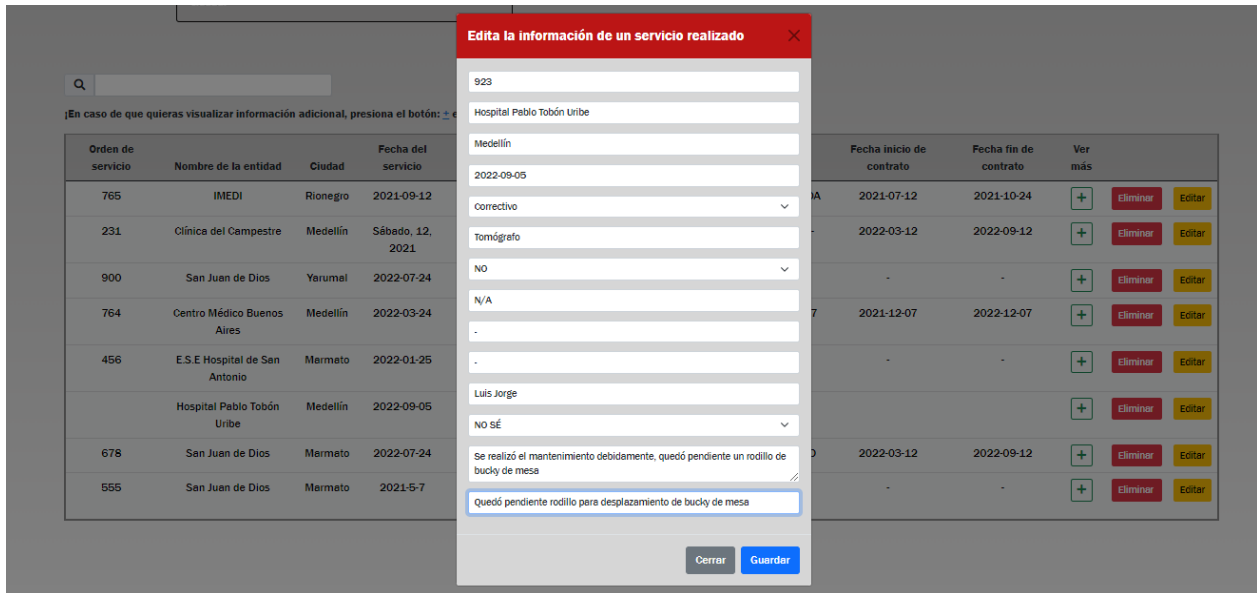


Ilustración 18. Formulario de edición de un servicio realizado.

Al observar la Ilustración 18, destaca la ventana que contiene el formulario de edición de la información. Este campo, contiene toda la información pertinente de un servicio o mantenimiento realizado, el cual es necesario almacenar.

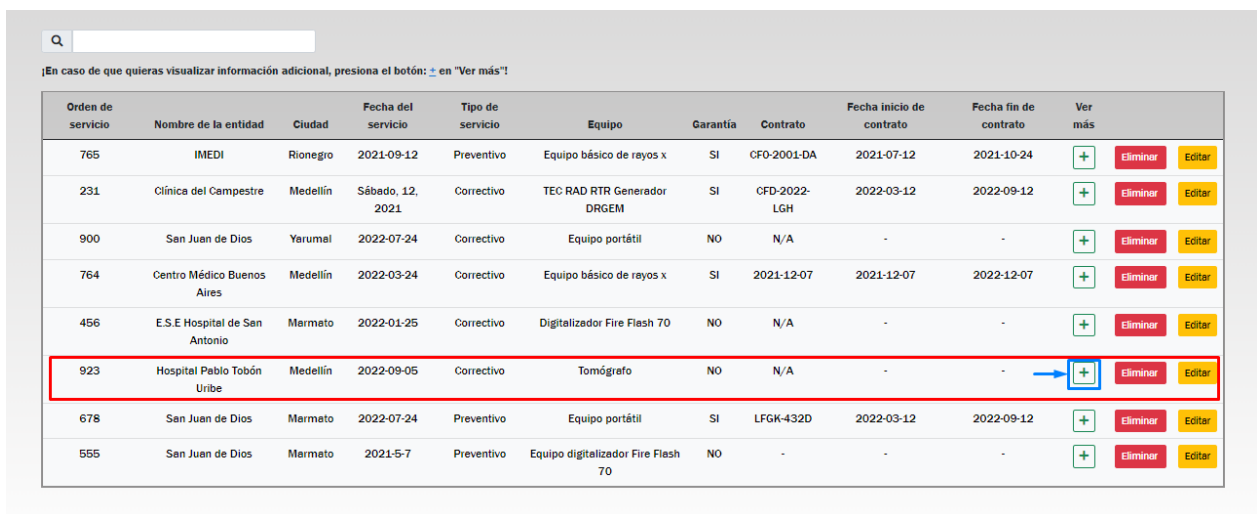
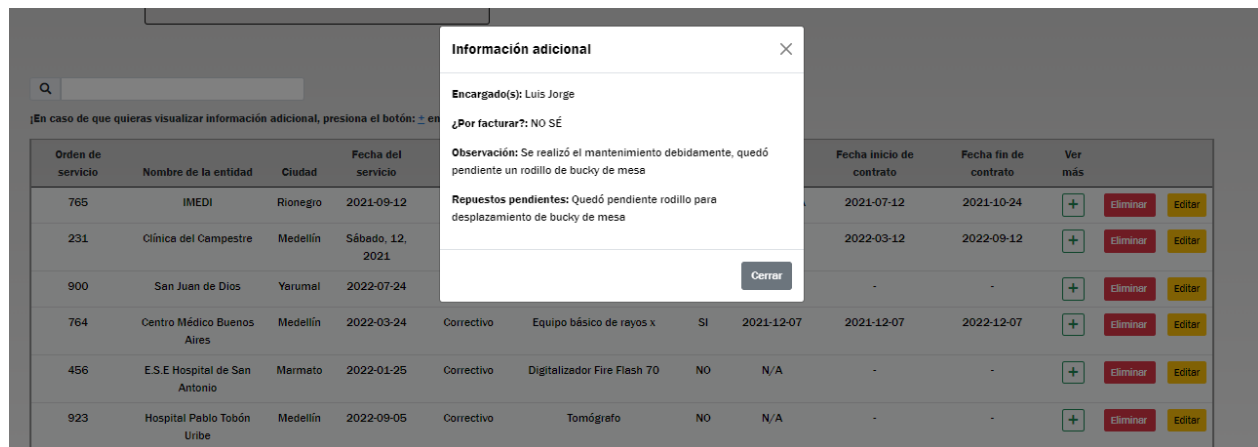


Ilustración 19. Sección de información adicional.

Después de haber guardado la información del servicio efectuado, se observa el almacenamiento en la lista de servicios. Es importante mencionar que, para poder observar todos los datos del servicio de manera organizada, se implementó un botón (“+”) para desplegar la ventana mostrada en la Ilustración 20, con el objetivo de mostrar la información restante en caso de ser necesitada.



The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a search bar and a note: "En caso de que quieras visualizar información adicional, presiona el botón: + en". Below this is a table with columns: Orden de servicio, Nombre de la entidad, Ciudad, Fecha del servicio, Fecha inicio de contrato, Fecha fin de contrato, and Ver más. A modal window titled "Información adicional" is open over the table, displaying details for a specific service: Encargado(s): Luis Jorge, ¿Por facturación?: NO SÉ, Observación: Se realizó el mantenimiento debidamente, quedó pendiente un rodillo de bucky de mesa, and Repuestos pendientes: Quedó pendiente rodillo para desplazamiento de bucky de mesa. The modal has a "Cerrar" button.

Orden de servicio	Nombre de la entidad	Ciudad	Fecha del servicio	Fecha inicio de contrato	Fecha fin de contrato	Ver más
765	IMEDI	Rionegro	2021-09-12	2021-07-12	2021-10-24	+ Eliminar Editar
231	Ciínica del Campestre	Medellín	Sábado, 12, 2021	2022-03-12	2022-09-12	+ Eliminar Editar
900	San Juan de Dios	Yarumal	2022-07-24	-	-	+ Eliminar Editar
764	Centro Médico Buenos Aires	Medellín	2022-03-24	2021-12-07	2022-12-07	+ Eliminar Editar
456	E.S.E Hospital de San Antonio	Marmeto	2022-01-25	-	-	+ Eliminar Editar
923	Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellín	2022-09-05	-	-	+ Eliminar Editar

Ilustración 20. Visualización de información adicional.



The screenshot shows a web application module titled "Mantenimientos con repuestos pendientes" (Maintenance with pending parts). It features a red horizontal line and a button labeled "¡Agrega!" (Add!) with the subtitle "Servicios en los que haya quedado algún repuesto pendiente" (Services in which some pending parts remain). Below the button is a photograph of hands working on a circuit board with a screwdriver. A text box below the photo reads: "Gestiona la información de los servicios en los queda algún repuesto pendiente" (Manage the information of the services in which some pending parts remain) and "Agrega, edita, elimina o filtra esa información por medio del nombre de la entidad o el repuesto pendiente." (Add, edit, delete or filter that information by the name of the entity or the pending part).

Ilustración 21. Módulo de repuestos pendientes.

De igual manera, como fue detallado en la Ilustración 16, se tiene la sección de información introductoria al usuario y el botón para agregar algún servicio con repuestos pendientes. Éste módulo corresponde a repuestos pendientes de la Ilustración 15.

Orden de servicio	Nombre de la entidad	Ciudad	Fecha del servicio	Tipo de servicio	Equipo	Encargado	Observación	Repuestos pendientes	Eliminar	Editar
678	San Juan de Dios	Marmato	2022-07-24	Preventivo	Equipo portátil	Jorge Alejandro Gómez	El equipo funciona correctamente	Motor de bucky, pendiente	Eliminar	Editar
923	Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellín	2022-09-05	Correctivo	Tomógrafo	Luis Jorge	Se realizó el mantenimiento debidamente, quedó pendiente un rodillo de bucky de mesa	Quedó pendiente rodillo para desplazamiento de bucky de mesa	Eliminar	Editar
456	E.S.E Hospital de San Antonio	Marmato	2022-01-25	Correctivo	Digitalizador Fire Flash 70	Juan Fernando Peñuela	El equipo quedó en perfectas condiciones	Pendiente cotizar 2 cassettes y un cable para digitalizador	Eliminar	Editar
322	San Juan de Dios	Marmato	2022-07-24	Preventivo	Equipo digitalizador Fire Flash 70	Jorge Alejandro Gómez	El botón del colimador se dañó	Queda pendiente botón de colimador	Eliminar	Editar
	E.S.E Hospital Gabriel Jaime Montoya	Jardín	2022-05-25		Equipo de rayos x básico	Wilson, Rubiel, Alejandro		Capacitación	Eliminar	Editar
900	San Juan de Dios	Yarumal	2022-07-24	Correctivo	Equipo portátil	José Wilson Gómez	Llamar a la ingeniera Laura	Sensor	Eliminar	Editar
555	San Juan de Dios	Marmato	2021-5-7	Preventivo	Equipo digitalizador Fire Flash 70	José Wilson Gómez		Pendiente botón de colimador y lexan	Eliminar	Editar

Ilustración 22. Listado de mantenimientos o servicios con repuestos pendientes.

Al dirigirse a la Ilustración 22, se puede observar el listado de mantenimientos que contienen algún repuesto pendiente. Adicionalmente, se observa la información fundamental del servicio registrado en la Ilustración 18 y Ilustración 19, sin necesidad de haber agregado previamente esos datos. En otras palabras, al registrar en el módulo de mantenimientos realizados un servicio con repuestos pendientes, queda almacenada la información principal en el módulo de repuestos pendientes de manera automática y dinámica.



Q

¡En caso de que quieras visualizar información adicional, presiona el botón: + en "Ver más"!

Orden de servicio	Nombre de la entidad	Ciudad	Fecha del servicio	Tipo de servicio	Equipo	Garantía	Contrato	Fecha inicio de contrato	Fecha fin de contrato	Ver más
765	IMEDI	Rionegro	2021-09-12	Preventivo	Equipo básico de reynos x	SI	CFO-2001-DA	2021-07-12	2021-10-24	+ Eliminar Editar
231	Clínica del Campestre	Medellín	Sábado, 12, 2021					2022-03-12	2022-09-12	+ Eliminar Editar
900	San Juan de Dios	Yarumal	2022-07-24					-	-	+ Eliminar Editar
764	Centro Médico Buenos Aires	Medellín	2022-03-24					2021-12-07	2022-12-07	+ Eliminar Editar
456	E.S.E Hospital de San Antonio	Marmato	2022-01-25					-	-	+ Eliminar Editar
923	Hospital Pablo Tobón Uribe	Medellín	2022-09-05	Correctivo	Tomógrafo	NO	N/A	-	-	+ Eliminar Editar
678	San Juan de Dios	Marmato	2022-07-24	Preventivo	Equipo portátil	SI	LFGK-432D	2022-03-12	2022-09-12	+ Eliminar Editar
555	San Juan de Dios	Marmato	2021-5-7	Preventivo	Equipo digitalizador Fire Flash 70	NO	-	-	-	+ Eliminar Editar

Ilustración 23. Confirmación para eliminar algún servicio del módulo de servicios totales realizados.

En este caso, se observa que las tablas de almacenamiento de la información en cualquiera de los módulos de la plataforma, tiene la posibilidad de eliminar cualquiera de sus ítems, en el que se incluye una ventana tipo pop-up para evitar la eliminación de datos por error.



**Agenda tus actividades pendientes en la empresa**  
Agrega, elimina o edita tus actividades. Márcales como completas para tener un registro de tu proceso. También puedes filtrar tus tareas.

### ¡Agrega!

Una nueva actividad o tarea pendiente

Q

¡Busca la actividad que requieres!

<input checked="" type="checkbox"/> Centro Ortopedia Estadio	Eliminar	Editar
<input checked="" type="checkbox"/> Programar el mantenimiento de Campestre 2	Eliminar	Editar
<input checked="" type="checkbox"/> Presentación de proyecto	Eliminar	Editar

Ilustración 24. Módulo de actividades generales pendientes.

Finalmente, se tiene en la Ilustración 24, el módulo en el que se registran los datos de las actividades que se vayan presentando dentro de la empresa, donde existe la posibilidad de chequear cada ítem y almacenarlos para llevar un control de las tareas que se van completando.

Cabe resaltar que los módulos de instalaciones realizadas y contratos activos/vencidos tienen la misma estructura de almacenamiento en la plataforma que los mostrados en la Ilustración 16 e Ilustración 17, donde es posible agregar, editar, consultar o borrar la información de una instalación o de algún contrato activo/vencido respectivamente.

Cada lista de almacenamiento contiene la posibilidad de modificarse mediante la búsqueda rápida que contienen todos los módulos, en el campo de búsqueda, ubicado en la zona superior de cada tabla. Ello, con el objetivo de agilizar los procesos de escritura y registro de la base de datos de los servicios realizados o programados en la empresa.

Como parte resultante del proyecto, se destaca la capacitación realizada al personal cuyo uso de la aplicación fue destinado dentro del área de soporte técnico; el departamento biomédico y de electrónica, quienes están encargados de programar y realizar los servicios tanto preventivos como correctivos, el cual busca la mayor cobertura de usabilidad de la aplicación por parte de los funcionarios, pues dicha plataforma está disponible vía web y puede ser utilizada en cualquier espacio, desde cualquier dispositivo únicamente requiriendo el acceso a internet. La constancia de la capacitación ejecutada se ilustra en los anexos de este trabajo.

Hablando del desarrollo de la plataforma y como se puede observar en el flujo del funcionamiento, descrito en los resultados, fue posible realizar la aplicación en la que se almacena la principal información que requiere la empresa en algún servicio de soporte técnico con algunas funcionalidades dinámicas que le brinda mayor facilidad de registro y usabilidad al usuario.

El almacenamiento de la información en las tablas de cada módulo es independiente a las demás. Esto teniendo en cuenta que, en el proceso de soporte técnico, aunque un servicio sea borrado en uno de los módulos, debe permanecer en los otros para efectos de evitar la pérdida de información. Los módulos de instalaciones realizadas, contratos activos/vencidos y las actividades pendientes, son secciones con información independiente del resto, es decir, prioritaria únicamente en el módulo al que pertenecen.

---

## VII. CONCLUSIONES

El uso de un esquema inicial (mock-up) es indispensable para toda aplicación que requiera un diseño desde cero y totalmente personalizado, pues es necesario partir de la esquematización de la interfaz, agregar color, tipo de fuente y si es posible, implementar algunas funcionalidades que logren ilustrar el flujo completo de la plataforma.

El desarrollo de la aplicación mediante el método RAD, mostrado en la Figura 1, se pudo implementar de manera efectiva y fue el método más acorde a la práctica, teniendo en cuenta las necesidades y los tiempos requeridos, específicamente en el rol de servicio técnico desde el departamento administrativo, definidas en la Figura 2 como las problemáticas principales a abordar. La metodología anteriormente mencionada pudo abordar el análisis y modelado de gestión mediante las funciones y procesos realizados dentro del departamento biomédico, el modelado de datos se pudo efectuar con la ayuda del asesor externo para así determinar las variables más importantes a tener en cuenta dentro del sistema de gestión en soporte, el modelado de proceso y desarrollo de la aplicación se implementó durante el proceso de práctica, diseñando la interfaz del usuario con la información ya adquirida, donde las pruebas de entrega y validación de la aplicación se iban reportando en conjunción con el asesor interno y externo, de manera que fueran aprobadas desde los dos puntos de vista.

La sección de inicio de sesión mostrada en la Ilustración 6, es fundamental para la seguridad de la información, pues en caso de que el usuario no tenga una cuenta registrada e intente ingresar de manera forzosa, no tendrá acceso a ningún módulo y no podrá ingresar ni eliminar información almacenada debido a que las rutas del navegador están completamente protegidas vía código. Además, Firebase ofrece un servicio de reglas para escritura y lectura de los datos dentro de la base de datos, así, se garantiza la seguridad y confiabilidad de la aplicación. Si bien el servicio que ofrece Firebase no es completamente gratuito, tiene una amplia disponibilidad de recursos para proyectos de pequeñas dimensiones que pueden escalar a una robustez mediana, tal como la plataforma de sistema de gestión desarrollada, que pudiendo abarcar otros departamentos dentro de la empresa, hace uso de mayores recursos/almacenamiento que siguen estando contenidos dentro del plan Spark (gratuito de Firebase). Sin embargo, se hace necesario hacer revisión constante del consumo por lecturas, escrituras y almacenamiento desde la configuración del

proyecto en la consola de Firebase, para conocer cuando podría ser necesario hacer la transición al plan Blaze (de pago).

Los frameworks o librerías de uso libre y gratuito son herramientas muy útiles, además de efectivas para realizar un desarrollo rápido de una aplicación. Estos ofrecen módulos ya programados para ser reutilizados dentro de una aplicación funcional tanto para back-end como para front-end, donde la implementación de código de tipo HTML, Javascript y estructura de datos tipo JSON es principal.

La capacitación al personal de la compañía es requerida para el entendimiento y usabilidad de la aplicación, pues permite un acercamiento del usuario a la funcionalidad de esta.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer revisión del uso y facturación de manera continua para observar los límites de consumo de la aplicación por día y durante el mes.

Se plantea que los elementos en amarillo dentro de los anexos corresponden a algunas funcionalidades que son potencialmente beneficiosas para el rápido desempeño del rol en soporte técnico, por lo que se sugiere continuar con el desarrollo en un futuro. Además, podría pensarse en una integración en el sistema de calidad y la evaluación de todos los procesos de la empresa, con la misma aplicación gestora de información y planeación del soporte técnico/administrativo, involucrando así el área comercial, compras, producción y diseño.

---

**REFERENCIAS**

- [1] J. Eslava, “Prototipo De Gestor Documental Web Para La Administración Del Sistema De La Calidad En Pymes Bajo Normatividad ISO 9001,” 2013, [Online]. Available: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8872/PROTOTIPO DE GESTOR DOCUMENTAL WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE LA CALIDAD EN PYMES BAJO NORMATIVIDAD ISO 9001.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8872/PROTOTIPO_DE_GESTOR_DOCUMENTAL_WEB_PARA_LA_ADMINISTRACION_DEL_SISTEMA_DE_LA_CALIDAD_EN_PYMES_BAJO_NORMATIVIDAD_ISO_9001.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [2] S. De, G. De, and L. A. Calidad, “Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo Dirección De Patrimonio Universitario Sección De Bienes Muebles.”
- [3] D. Rofifah, “Diseño De Aplicación Web Para Mejorar La Gestión Documental Del Outsourcing De Impresión De La Empresa Sonda De Colombia. Edgar,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, pp. 12–26, 2020, [Online]. Available: <https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/748/FUCLG0015748.pdf?sequence=1>.
- [4] E. Maida and J. Pacienza, “Metodologías de desarrollo de software,” *Bibl. Digit. la Univ. Católica Argentina*, p. 117, 2018, [Online]. Available: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>.
- [5] “Conceptos básicos que todo Desarrollador Web debe conocer - Dominio Tic.” <http://dominiotic.com/conceptos-basicos-que-todo-desarrollador-web-debe-conocer/> (accessed Jan. 16, 2022).
- [6] “RAD – Desarrollo rápido de aplicaciones < TIconulting.” <https://ticonsulting.biz/desarrollo-rapido-de-aplicaciones/> (accessed Aug. 15, 2022).
- [7] “Acerca | Node.js.” <https://nodejs.org/es/about/> (accessed Sep. 12, 2022).
- [8] “Cloud Firestore | Almacena y sincroniza los datos de tu app a escala global | Firebase.” [https://firebase.google.com/products/firestore?hl=es-419&gclid=Cj0KCQjwgO2XBhCaARIsANrW2X19qWhtr5sQUQEInMeu2eZY7sZOxKwbsM\\_iHVX5iHkd5IORDPP1hiAaAg6NEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://firebase.google.com/products/firestore?hl=es-419&gclid=Cj0KCQjwgO2XBhCaARIsANrW2X19qWhtr5sQUQEInMeu2eZY7sZOxKwbsM_iHVX5iHkd5IORDPP1hiAaAg6NEALw_wcB&gclsrc=aw.ds) (accessed Sep. 12, 2022).
- [9] “Frequently Asked Questions | Vue.js.” <https://vuejs.org/about/faq.html> (accessed Sep. 12, 2022).

- [10] “Why you should be using Vuetify — Vuetify.” <https://vuetifyjs.com/en/introduction/why-vuetify/#getting-started> (accessed Sep. 12, 2022).
- [11] “Get started with Bootstrap · Bootstrap v5.2.” <https://getbootstrap.com/docs/5.2/getting-started/introduction/> (accessed Sep. 12, 2022).
- [12] “Precios | Firestore | Google Cloud.” <https://cloud.google.com/firestore/pricing?hl=es-419> (accessed Sep. 12, 2022).

---

## ANEXOS

### REUNIÓN CON ALEX VELASQUEZ – ASESOR RTR.

1. Se empieza a revisar el trabajo inicial, del cual partimos por determinar cuáles serán las variables para considerar en el correcto desarrollo y considerando la opción de generar un radicado para dar tratamiento ya sea internamente o con el cliente final:
  - Solicitud.
  - Fecha de solicitud.
  - Razón Social.
  - NIT.
  - Municipio.
  - Departamento.
  - Fecha programada del servicio.
  - Equipo y referencia.
  - Variable.
  - Acción.
  - Fecha de la acción.
  - Observación de la acción.
  - Pendientes de la acción.
  - Estado servicio.
  - Nombre de contacto.
  - Correo del contacto.
  - Teléfono del contacto.
  - Digitalización del informe
  - Envío vía correo del procedimiento realizado.
2. Calendario de programación de mantenimientos e instalaciones.
3. Subida de archivos digitalizados.
4. Formatos como actas de entrega, informes predeterminados que se tengan como plantilla.
5. Registro de contratos activos.
6. Informe de pendientes tanto de mantenimientos e instalaciones.
7. Checklist de documentación y de partes que conformen la venta de un equipo.
8. Checklist para cada servicio de mantenimiento.
9. Checklist para manejo de ordenes servicio.