Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

**PROFESOR PATROCINANTE:**

**Aníbal Faundez del Rio**

**ESCUELA DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES**

Inventario Automatizado para CESFAM

Proyecto APT Asignatura Capstone\_001V

Para optar al título deIngeniero Informático

**Hans Messen U.**

**Nicolas Torres A.**

**Sebastián Toledo B.**

**PUERTO MONTT – CHILE 2024**

Contenido

[1. DEDICATORIA 1](#_Toc184585270)

[2. AGRADECIMIENTOS 1](#_Toc184585271)

[3. SUMARIO 1](#_Toc184585272)

[4. ÍNDICE DE TABLAS 1](#_Toc184585273)

[5. ÍNDICE DE FIGURAS 1](#_Toc184585274)

[6. ÍNDICE DE ANEXOS 2](#_Toc184585275)

[7. ANTECEDENTES GENERALES 2](#_Toc184585276)

[8. DESCRIPCION DEL PROYECTO 3](#_Toc184585277)

[8.1. Tema 3](#_Toc184585278)

[8.2. Áreas de Desempeño 3](#_Toc184585279)

[8.3. Competencias o Unidades de Competencias 3](#_Toc184585280)

[9. FUNDAMENACION DE PROYECTO APT 4](#_Toc184585281)

[9.1. Relevancia del proyecto APT 4](#_Toc184585282)

[9.2. Descripción de Proyecto APT 4](#_Toc184585283)

[9.3. Pertinencia del proyecto con el perfil de egreso 4](#_Toc184585284)

[9.4. Relación con los intereses profesionales 5](#_Toc184585285)

[9.5. Fortalezas y debilidades para desarrollar el proyecto APT 6](#_Toc184585286)

[Fortalezas: 6](#_Toc184585287)

[Debilidades: 6](#_Toc184585288)

[9.6. Planteamiento del problema 6](#_Toc184585289)

[9.7. Objetivos 7](#_Toc184585290)

[Objetivo General 7](#_Toc184585291)

[Objetivos Específicos 7](#_Toc184585292)

[10. DISEÑO METODOLÓGICO 8](#_Toc184585293)

[10.1. Diagrama del diseño metodológico 8](#_Toc184585294)

[11. ETAPA N° 1 9](#_Toc184585295)

[11.1. Análisis de Requerimientos 9](#_Toc184585296)

[Requerimientos funcionales: 9](#_Toc184585297)

[Requerimientos no funcionales: 9](#_Toc184585298)

[12. DIAGRAMA DE CASOS DE USO 9](#_Toc184585299)

[13. PROTOTIPADO INICIAL (PRIMERA FASE) 10](#_Toc184585300)

[14. DIAGRAMA DE FLUJO TRABAJO DE CREACION DE INVENTARIO 10](#_Toc184585301)

[15. PROTOTIPADO INICIAL (SEGUNDA FASE) 11](#_Toc184585302)

[16. DISEÑO DE BASE DE DATOS 11](#_Toc184585303)

[16.1. Principales entidades 11](#_Toc184585304)

[Modelo lógico 11](#_Toc184585305)

[Modelo relacional 12](#_Toc184585306)

[Generación de Script 12](#_Toc184585307)

[17. DESARROLLO E IMPLEMENTACION 12](#_Toc184585308)

[17.1. Arquitectura: 12](#_Toc184585309)

[Primera Etapa 12](#_Toc184585310)

[Segunda Etapa 13](#_Toc184585311)

[Backend: 13](#_Toc184585312)

[Estructura 13](#_Toc184585313)

[Responsabilidades: 14](#_Toc184585314)

[Frontend: 14](#_Toc184585315)

[Estructura 14](#_Toc184585316)

[Responsabilidades: 14](#_Toc184585317)

[Base de datos: 15](#_Toc184585318)

[Componentes 15](#_Toc184585319)

[Responsabilidades: 15](#_Toc184585320)

[17.2. Tecnologías utilizadas 15](#_Toc184585321)

[17.3. Implementación de funcionalidades principales 16](#_Toc184585322)

[17.4. Pruebas y validación 16](#_Toc184585323)

[17.5. Plan de pruebas 16](#_Toc184585324)

[17.6. Resultado de las pruebas 17](#_Toc184585325)

[18. DESCRIPCION DE LA APLICACIÓN FINAL 17](#_Toc184585326)

[19. ANALISIS DEL IMPACTO 17](#_Toc184585327)

[20. BENEFICIOS ECONOMICOS 18](#_Toc184585328)

[21. MEJORAS EN LA GESTION 19](#_Toc184585329)

[21.1. Diagrama BPMN (AS IS y To BE): 19](#_Toc184585330)

[21.2. Recepción de medicamentos(As Is): 19](#_Toc184585331)

[21.3. Recepción de medicamentos(To Be): 20](#_Toc184585332)

[21.4. Entrega de medicamento (As Is): 20](#_Toc184585333)

[21.5. Entrega de medicamentos (To Be): 20](#_Toc184585334)

[22. RESULTADOS 21](#_Toc184585335)

[23. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 21](#_Toc184585336)

[23.1. Conclusiones 21](#_Toc184585337)

[24.2 Recomendaciones 22](#_Toc184585338)

[24. BIBLIOGRAFÍA 23](#_Toc184585339)

[25. LINKOGRAFÍA 23](#_Toc184585340)

[26. ANEXO A: Figura número 1 diagrama de caso de uso 24](#_Toc184585341)

[27. ANEXO B: Figuras 8-11 pantallas del primer prototipo funcional 26](#_Toc184585342)

[28. ANEXO C: 27](#_Toc184585343)

[29. ANEXO D 33](#_Toc184585344)

# DEDICATORIA

A nuestras familias, que nos han apoyado incondicionalmente durante todo el proceso de formación profesional y desarrollo de este proyecto. A nuestros padres, que nos han inspirado a ser mejores personas cada día.

# AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a nuestro profesor Aníbal Faundez de Rio, por su guía y supervisión durante el desarrollo del proyecto.

Al equipo del CESFAM Alerce, por permitirnos realizar nuestra investigación y compartir la información para llevar a cabo el proyecto.

A la Escuela de Informática y Telecomunicaciones de DUOC UC Sede Puerto Montt, por proporcionarnos las herramientas y conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

# SUMARIO

Este informe presenta el desarrollo e implementación de un sistema de inventario automatizado para Centro de Salud Familiar (CESFAM). El proyecto tiene como objetivo optimizarla gestión de medicamentos e insumos médicos, reduciendo las perdidas por vencimiento y mejorando la eficiencia en la utilización de los recursos. Se describen los antecedentes generales, descripción del proyecto, fundamentos, objetivos, diseño, análisis de requerimientos, prototipado, arquitectura, diseño de base de datos desarrollo e implementación, pruebas y resultados, análisis de impacto, beneficios económicos, mejoras en la gestión, conclusiones, bibliografía, linkografía y los anexos.

# ÍNDICE DE TABLAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Número** | **Título de la Tabla** | **Página** |
|  |  |  |
| 1 | Diseño Metodológico | 12 |
| 2 | Flujo de caja y evaluación financiera | 31 |
| 3 | Inversion Inicial para desarrollo de proyecto por CESFAM. | 32 |
| 4 | Cuadro con numero de CESFAM en la región de los lagos y a nivel país | 32 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# ÍNDICE DE FIGURAS

| **Número** | **Título de la Figura** | **Página** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Diagrama de Caso de Uso | 27 |
| 2-7 | Mockups Iniciales del Sistema | 28 |
| 7.1 | Diagrama de Flujo de Trabajo | 29 |
| 8-11 | Pantallas del Primer Prototipo Funcional | 29 |
| 12 | Modelo Lógico de la Base de Datos | 30 |
| 13 | Modelo Relacional de la Base de Datos | 30 |
| 14 | Flujo de Caja y Cálculo de Evaluación Financiera | 31 |
| 15 | Inversión Inicial para Desarrollo del Proyecto por CESFAM | 32 |
| 16 | Cuadro con Número de CESFAM en la Región de los Lagos y a Nivel País | 32 |
| 17 | Diagrama BPM As Is del Proceso de Recepción de Medicamentos e Insumos Médicos | 33 |
| 18 | Diagrama BPM To Be del Proceso de Recepción de Medicamentos e Insumos Médicos | 33 |
| 19 | Diagrama BPM As Is del Proceso de Entrega de Medicamentos e Insumos Médicos | 34 |
| 20 | Diagrama BPM To Be del Proceso de Entrega de Medicamentos e Insumos Médicos | 34 |
| 21 | Estructura de Frontend y Backend del Inventario Capstone | 35 |
| 22 | Pruebas de Funcionalidad | 37 |

# ÍNDICE DE ANEXOS

|  |  |
| --- | --- |
| **Anexo** | **Pagina** |
| A | 27 |
| B | 29 |
| C | 30 |
| D | 35 |

# ANTECEDENTES GENERALES

**Introducción**El Proyecto Inventario Automatizado para CESFAM surge como respuesta a la problemática critica de gestión ineficiente de medicamentos en los centros de salud de nuestro país. La implementación de un sistema automatizado no solo representa una solución tecnológica, sino también tiene un impacto social significativo en la optimización de recursos públicos en el sector salud en nuestro país.

# DESCRIPCION DEL PROYECTO

Breve descripción del proyecto, áreas de desempeño y sus competencias

## 8.1. Tema

Sistema de gestión automatizada de inventarios farmacéuticos basado en el principio F.I.F.O. (First In, First Out) método de almacenado ordenado descrito en manual de Sergi Flamarique, adaptado por nuestro equipo para centros de salud familiar y las necesidades de control de inventario y generación de datos históricos.

## 8.2. Áreas de Desempeño

Desarrollo de Software.

Gestión de Bases de Datos Relacionales.

Análisis de sistemas informáticos.

Tecnologías Web.

Gestión de proyectos informáticos.

## 8.3. Competencias o Unidades de Competencias

Desarrollo de aplicaciones web utilizando tecnologías modernas y acorde a las necesidades de la problemática a resolver. Node.js, npm y lenguaje JavaScript son herramientas que dan el ancho para el diseño y gestión de nuestro proyecto.

Diseño, modelado y poblado de bases de datos relacionales con herramientas de vanguardia. Oracle Datamodeler para el diseño lógico y relacional y MySQL motor, desarrollo y poblado final de la base de datos que se utilizara en el proyecto.

Análisis financiero de proyecto. Utilizando herramientas y conceptos de evaluación de proyectos como VAN TIR PayBack.

Análisis y optimización de procesos de negocio, utilizando herramienta de diagrama para procesos de negocios BizAgi.

Gestión de proyectos utilizando herramientas como MSProject para la organización y programación de las etapas del proyecto a lo largo del tiempo de duración.

# FUNDAMENACION DE PROYECTO APT

Descripción en profundidad sobre los fundamentos y relevancias del proyecto tomando en cuenta el perfil de egreso y las competencias grupales e individuales.

## Relevancia del proyecto APT

El proyecto aborda una problemática real y urgente en el sistema de salud pública en la región, donde las perdidas por concepto de medicamentos caducos representan un problema significativo que impacta económicamente al sistema. Esto se ve reflejado en las grandes pérdidas por concepto de desecho de medicamentos por fecha de vencimiento que todos los meses tiene estos establecimientos de nuestra región. La automatización del proceso no solo reduce las pérdidas económicas, sino que mejora el acceso a medicamentos para la población más vulnerable y asegura una mejor gestión de estos preciados insumos.

## Descripción de Proyecto APT

El inventario Automatizado está pensado para ser un sistema web, esta desarrollado con NODE.JS que es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma de código abierto para la capa del servidor basado en JavaScript. La arquitectura del sistema esta implementada en base a un patrón arquitectónico de tres capas:

* Capa de presentación (Frontend)
* Capa Lógica de negocio (Backend)
* Capa de datos

Este patrón nos permite administrar de manera ordenada las necesidades de nuestro proyecto, para poder desarrollar una base de datos a la que se le puedan realizar las consultas adecuadas para llevar un control de los elementos (medicamento e insumos médicos), evitando que un error humano o una mala gestión al momento del ingreso o retiro de esto elementos, afecte al sistema. Así no se incurra en una falta de prolijidad que nos lleve a perder el orden y planificación para su despacho o retiro en ventanilla, manteniendo siempre el medicamento con la fecha más próxima a vencer listo para su uso y bloqueando la salida a los medicamentos que no deben ser usados aún.

## Pertinencia del proyecto con el perfil de egreso

El ingeniero informático de DUOC UC diseña, desarrolla, implementa y despliega soluciones informáticas, resolviendo problemas complejos en su área de especialización profesional. En este contexto, evalúa y aplica estándares, marcos de trabajo y regulatorios, tecnologías y metodologías. Cuenta con una cultura de innovación y trabaja colaborativamente para evaluar y gestionar proyectos informáticos interdisciplinarios, integrando la capacidad analítica y pensamiento crítico, que le permite comprender y resolver las necesidades de las organizaciones. Integra en su quehacer la ética profesional y el aprendizaje permanente. Se comunica a través de distintos medios en diversos contextos en un entorno global. Posee una formación centrada en las personas, con una mirada trascendente, desde la visión cristiana, que da sentido a la vida y contribuye al bien común de la sociedad.

El campo laboral de **Ingeniería en Informática** considera organizaciones de todo tipo, en donde la transformación digital esté presente. Él profesional podrá desenvolverse en áreas como el desarrollo de software, la automatización de procesos, la ingeniería de datos y la ciencia de datos. En su desempeño interactúa con equipos multidisciplinarios en diversas industrias, startups o de forma independiente, realizando proyectos o asesorías de consultoría en el área de las tecnologías de la información.

El proyecto integra múltiples competencias del perfil de egreso de la carrera de Ingeniero Informático:

Desarrollo de Software.

Gestión de Bases de datos Relacionales.

Análisis de sistemas informáticos.

Implementación de soluciones Tecnológicas.

Gestión de proyectos y análisis financiero.

Habilidades de comunicación y trabajo colaborativo.

Valores y Ética profesional

Se preocupa de las problemáticas Sociales y Gubernamentales.

## Relación con los intereses profesionales

Desarrollo de soluciones de impacto social.

Uso de tecnologías y aplicaciones modernas y de vanguardia.

Optimización de procesos en base a análisis detallados.

Gestión eficiente de recursos.

## Fortalezas y debilidades para desarrollar el proyecto APT

### Fortalezas:

Conocimientos técnicos en desarrollo web.

Experiencia en modelamiento y gestión de bases de datos.

Comprensión de modelo de negocio.

Capacidad de investigar y observar para el levantamiento de requisitos.

Capacidad para trabajar en equipo.

Buena disposición de equipo

### Debilidades:

Hermetismo y miedo a la hora de transparentar la información por parte de las personas encargadas de la gestión de medicamentos en CESFAM.

Organización de equipo en primera etapa.

Dificultad para gestionar reuniones con la gente de CESFAM Alerce.

Difícil acceso a documentos y datos para el poblado de la base de datos relacional.

Casi nulo acceso a los datos financieros

## Planteamiento del problema

A razón de nuestra investigación nos dimos cuenta de que los procesos en los CESFAM de la zona son casi en un gran porcentaje manuales y la digitalización de estos procesos se vuelve imperativo.

* La gestión manual de inventarios en los CESFAM genera:
* Pérdidas muy significativas por medicamentos vencidos.
* Ineficiencia en la distribución de recursos.
* Dificultad en el seguimiento y trazabilidad de los productos.
* Falta de alertas tempranas para vencimiento de los productos
* Problemas en la disponibilidad de los productos´
* No hay control certero en el medicamento entregado por ventanilla (cantidad y fecha de caducidad)

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollo e implementación de un sistema automatizado en gestión de inventario que optimice el control y distribución de medicamentos e insumos médicos en CESFAM de nuestro país, reduciendo las perdidas por vencimiento y mejorando la eficiencia en la utilización de los recursos en el área, aportando datos históricos que serán cruciales para las decisiones futuras, para gestionar pedidos más acordes a los consumos reales por sector.

Con un código generado por el sistema y un lector que pueda registrar los movimientos se podrá optimizar el proceso y se incurrirá en menos errores a la hora de hacer entrega de estos insumos.

### Objetivos Específicos

Implementar un sistema de control de inventario para seguimiento de medicamentos e insumos médicos en CESFAM la Región, por fecha de vencimiento basado en el Manual de Gestión de Almacenes de Sergi Flamarique y los principios métodos de almacenado Caóticos y Ordenados donde encontramos el principio F.I.F.O. (First In, First Out) entre otros métodos de almacenado Ordenados.

Desarrollar funcionalidades de escaneo de códigos de los productos para una rápida identificación y organización.

Crear sistema de alertas tempranas para los vencimientos de medicamentos e insumos médicos utilizados en los CESFAM.

Automatizar la generación de reportes de gestión.

Optimizar la distribución de medicamentos próximos a vencer.

Generar datos históricos que aporten en un futuro a la gestión en el área salud del país.

# DISEÑO METODOLÓGICO

## Diagrama del diseño metodológico

Planteamiento esquemático de las distintas etapas del desarrollo del proyecto.

.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | DISEÑO METODOLÓGICO | |  |
| Objetivos específicos | Etapas | | Actividades |
| Toma de requisitos Comprensión del negocio | N°1 | Requisitos | Entrevista  Investigación |
| Diseño  Prototipado Arquitectura BBDD | N°2 | Desarrollo | **Casos de Uso**  **Muckup**  **Patrones de Diseño**  **Diseño, Modelado,**  **Modelo lógico,**  **Modelo Relacional**  **Poblado de Tablas** |
| Desarrollo  Integración | N°3 | integración | **Desarrollo Código fuente**  **Integración de BBDD y aplicación** |
| Pruebas | N°4 | Pruebas | **Q.A.** |

.

# ETAPA N° 1

## Análisis de Requerimientos

### Requerimientos funcionales:

* Gestión de Inventario (entrada y salida de medicamentos e insumos)
* Control de fechas por vencimientos
* Sistemas de alertas
* Escaneo de código
* Generación de reporte y visualización de stock

### Requerimientos no funcionales:

* Seguridad
* Usabilidad
* Disponibilidad
* Mantenibilidad

# DIAGRAMA DE CASOS DE USO

El diagrama de uso representa una visión general de las interacciones y funcionalidades dentro del sistema de gestión de medicamentos. Sus componentes claves son sus actores, el Administrados de Sistema, Proveedor (Encargado de entregar los medicamentos al CESFAM), el Usuario del Sistema (Químico Farmacéutico y Encargados de Farmacia), Cliente (El individuo que va al centro de salud familiar en busca de sus medicamentos) y el Sistema que gestiona e interactúa de manera directa e indirecta con el resto de los actores. Los casos de usos incluyen Gestión de rol, Gestión usuarios, Mantenimiento del sistema, Recepción de medicamentos, Revisión de guía de despachos, Generación de códigos, Generación de alerta temprana, generación de informes (Datos Históricos), Ingreso de medicamentos al sistema, modificación de registros (CRUD)Revisión de Stock y movimientos, registro de fechas de caducidad, Recibo de entrega de medicamentos. Las relaciones entre estos casos de uso están representadas por flechas que indican acciones como include y extend que nos indican si las acciones son obligatorias u opcionales según sea el caso. El diagrama de uso muestra como estos casos están interconectados, mostrando un flujo de actividades por ejemplo la gestión de entrega por parte del proveedor que entrega los medicamentos los cuales pasan por un proceso de ingreso y revisión y termina cuando el usuario final recibe su medicamento y se extiende un recibo que da constancia del hecho. En general este diagrama transmite una visión integral de cómo se gestiona y distribuyen los medicamentos dentro del sistema destacando la importancia de la gestión de datos y la interacción entre los diferentes actores para asegurar un flujo de trabajo eficiente.

Véase el diagrama en el anexo A figura numero 1

# PROTOTIPADO INICIAL (PRIMERA FASE)

Usando StarUML que es una herramienta de modelado de Software que permite a los desarrolladores crear diagramas UML (Unified Modeling Language) de manera eficiente y visual, elaboramos las primeras plantillas y prototipos de nuestro proyecto de inventario automatizado para CESFAM.

Esto nos permite poder tener una idea más clara de la apariencia del sistema y la interacción entre el sistema y el usuario (UX). Con esta información el desarrollador puede ir gestionando los componentes que se usaran al momento de escoger las herramientas que se usaran para la creación y desarrollo del Software.  
 Véase los diagramas y mockups en el anexo A figuras 2-7

# DIAGRAMA DE FLUJO TRABAJO DE CREACION DE INVENTARIO

Se crea un diagrama de flujo que representa el proceso de creación del inventario desde la identificación de los requisitos hasta la implementación final. Este diagrama está diseñado para proporcionar una visión calara y estructurada de las etapas involucradas, facilitando la comprensión y ejecución del proceso.

Véase en anexo C figura número7.1

# PROTOTIPADO INICIAL (SEGUNDA FASE)

En la segunda etapa de prototipado y desarrollo del proyecto se uso herramientas mas visuales y se comenzo a realizar un primer prototipo funcional usando lenguajes de programacion, framework, HTML y CSS para darle mas estilo y hacerlo mas atractivo visualmente. Se añadio un carrusel con imágenes y las plantillas ya cumplian con algunas funciones del proyecto como CRUD y avisos de medicamentos que estan con fechas proximas a vencimiento. Se utilizo lenguaje de plantillas para la intercacion entre el usuiario plantillas y framework

Vease en anexo B figuras 8-11

# DISEÑO DE BASE DE DATOS

Proceso de creación y diseño de modelos lógico y relacional de base de datos usando ORACLE DataModeler.

## Principales entidades

### Modelo lógico

Creación de tablas en modelo lógico:

Comenzamos el proceso de modelado creando las entidades principales que según nuestro criterio son las más importantes para la creación de una base de datos relacional robusta, funcional y que pueda facilitar la búsqueda, consultas y otros procesos que sean necesarios para accedes a nuestra información. En segundo lugar, creamos los atributos y establecemos el tipo de datos y el largo de estos, este proceso es de vital importancia, ya que de ellos obtendremos los preciados datos que más adelante necesitaremos para el desarrollo de nuestro sistema. En tercer lugar, establecemos las relaciones entre las tablas, un punto de vital importancia para poder accedes a la información mediante las consultas a la BBDD que se generaran en nuestro proyecto.

Véase en anexo B figura Numero 12

### 

### Modelo relacional

Realizando un proceso de ingenieria que la misma herramienta de oracle DataModeler nos proporciona podemos pasar del modelo logico a un modelo relacional, el que nos mostrara como se han establecido las relacione entre las tablas que creamos en el modelo logico(modelo anterior). Con esta ingenieria podemos verificar que las relaciones entre las tablas estan bien establecidas, revisando las relaciones entre las tablas y sus claves primaria y foranes como se puede apreciar en la captura de pantalla.

Véase en anexo B figura Numero 13

### Generación de Script

El tercer paso es generar el script de creación de las tablas con la herramienta que está integrada en Oracle DataModeler lo que nos entrega el código (DDL) Data Definition Language" (Lenguaje de Definición de Datos), que es una parte del lenguaje SQL utilizado para definir y modificar la estructura de las bases de datos y los objetos en ellas. Los comandos DDL más comunes incluyen **CREATE**, **ALTER**, **DROP**, **TRUNCATE**, **COMMENT**, y **RENAME**. Con este código y la información entregada por el sistema de Oracle ya podemos hacer las modificaciones para gestionar la creación de la BBDD en MySQL modificando algunos elementos de la sintaxis de Oracle para que sea compatible con MYSQL

# DESARROLLO E IMPLEMENTACION

El desarrollo e implementación de la aplicación se dividen dos etapas, la primera fue una exploración inicial con una arquitectura MTV usando Django y Python como lenguaje. La segunda fue realizada con Node.js, npm y MySQL

### 

## Arquitectura:

### Primera Etapa

En primera instancia se decide probar con un patrón de arquitectura MTV ya que es más sencillo cuando utilizas framework como Django y Python. *En Django, el patrón MVT se implementa de la siguiente manera:*

*Modelo: Definido en archivos models.py.*

*Vista: Definido en archivos views.py.*

*Template: Definido en archivos HTML en el directorio templates****.***

Para darle interacción y dinamismo a las plantillas del sistema se usó un lenguaje de plantillas, que es una herramienta usada en el desarrollo web. Permite separar la lógica de presentación de la de negocios, la que nos facilitó hacer las pruebas para comparar las fechas de vencimiento de los productos y realizar los cálculos de los días que faltaban para el vencimiento de los insumos.

Con el paso del tiempo nos dimos cuenta de que necesitábamos trabajar con herramientas más robustas para el desarrollo y escalabilidad de nuestro proyecto por lo que se decidió cambiar otras tecnologías que explicare en las siguientes líneas.

### Segunda Etapa

La nueva implementación se definió con una arquitectura Cliente servidor específicamente con un patrón de tres capas. La tecnología seleccionada para esto es Node.js que es un entorno de ejecución de JavaScript, lo que nos permite hacer que las páginas sean interactivas y también nos podamos comunicar con el servidos usando el mismo lenguaje (JS) con esto manejamos las solicitudes, interactuamos con la base de datos.

NODE PACKAGE MANAGER (npm) es una herramienta que viene con Node.js y nos permite gestionar y usar librerías, por ejemplo, si necesitas manejar fechas npn gestiona la instalación de esta librería.

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales, nos permite almacenas, recuperar y organizar de manera eficiente los datos

### 

### Backend:

Capa lógica de negocio actúa de intermediaria entre en frontend y la base de datos

* Node.js
* Express.js como servidos
* Estructura de datos separada por funcionalidad (usuarios.js, medicamentos.jsmovimientos.js)
* API RESTFUL estructura de los archivos en routes

### Estructura

Routes

Medicamentos.js: Rutas para gestión de medicamentos

LoteMedicamento.js: Rutas para lotes

Movimientos.js: Rutas para movimientos

Usuarios.js: Rutas para usuarios

Db.js: Configuración de base de datos

Server.js: Configuración del servidor

### Responsabilidades:

Procesamiento de solicitudes HTTP

Implementación de lógica de negocio

Validaciones del lado del servidor

Gestión de autenticación y autorización

Manejo de transacciones

### Frontend:

Capa de presentación

* React como framework principal
* React Boostrap componentes UI
* Estructura organizada en carpetas (src, components, pages)

### Estructura

Src

Components: Componentes reutilizables

Pages: Páginas/Vistas principales

Utils: Utilidades y funciones auxiliares

App.js: Componente principal

Public: Archivos estáticos

package.json: Dependencias y scripts

### Responsabilidades:

Interfaz de usuario

Validaciones del lado del cliente

Gestión del estado de la aplicación

### 

### Base de datos:

MYSQL como base de datos relacional

Conexión mediante MySQL2

Almacena y gestiona todos los datos de la aplicación

Componentes:

Base de datos MySQL

Tablas para:

* Medicamentos
* Lotes
* Movimientos
* Usuarios

### Responsabilidades:

Almacenamiento persistente de datos

Integridad de datos

Consultas y operaciones CRUD

Véase en anexó D figura Numero xx

## Tecnologías utilizadas

Se utilizo las siguientes tecnologías para el desarrollo del proyecto:

* Npm,
* Lenguaje JavaScript,
* Nodes.js,Expres
* Visual Studio Code
* MySQL Workbench

## Implementación de funcionalidades principales

Dentro de las principales funcionalidades están:

* Listar medicamentos e insumos.
* Rastreo de fechas de vencimiento.
* Entrega de informe.
* Alertas oportunas a 30, 60, 90 días.
* Generación de datos históricos para modelo predictivo.

## Pruebas y validación

Se establece un plan de pruebas de funcionalidad, demostrando que el sistema cumpla con todas las funcionalidades y requisitos indicados en el levantamiento de requisitos inicial para la aplicación.

## Plan de pruebas

* Prueba de ingreso de medicamentos al sistema inventario.
* Prueba de Descuento de medicamentos del inventario.
* Prueba de alertas de medicamentos a 30, 60 y 90 días.
* Pruebas de validación de Base de datos del inventario.
* Pruebas para verificar el bloqueo de salida de medicamentos que no tengan la fecha de vencimiento correspondiente.
* Pruebas para generación de códigos de barra para medicamentos.
* Prueba de lectura de código de barra.

## Resultado de las pruebas

Algunos de los resultados fueron los siguientes:

* Los medicamentos son ingresados de manera efectiva al sistema y se puede visualizar la existencia con todos los datos correspondientes.
* Al realizar el proceso de entrega de medicamentos e insumos estos son sacados de la base de datos con éxito.
* Los medicamentos que están más próximos a vencer son señalizados con colores según su fecha de caducidad con éxito, marcando con el color correspondiente según la cantidad de días que tiene de vida útil.
* La base de datos almacena y rastrea los medicamentos con éxito. Además, contiene los datos históricos de los registros de entrada y salidas de medicamento para hacer análisis de datos.
* Los medicamentos que tiene fechas de caducidad más pronta a vencer son aceptados por el sistema para su entrega. Los medicamentos que tiene más vida útil son bloqueados por el sistema al momento de escanear el código de barra.
* El sistema genera exitosamente los códigos de barra para cada medicamento que hace ingreso al sistema.
* Los códigos de barra contienen la información necesaria para la correcta identificación de los medicamentos y su rastreo.

Véase en el anexo D figura número 22

# DESCRIPCION DE LA APLICACIÓN FINAL

Se crea un sistema de inventario automatizado para CESFAM que almacena los datos de los medicamentos con éxito, generando un flujo de información capaz de lograr un rastreo por fechas de vencimiento y el bloqueo de la salida de los medicamentos cuando no corresponde. Esto evita los errores humanos y simplifica la labor del personal de farmacia. Además, registra los datos históricos lo cual es muy importante para poder realizar modelos predictivos para optimizar los recursos en futuros pedidos.

# ANALISIS DEL IMPACTO

Análisis del impacto social, financiero y de proceso en el sector salud con la puesta en marcha del Inventario Automatizado, comparación y cálculos de perdidas en dinero mensual y anual en el sistema actual de manejo de inventario en sistema de Centros de Salud Familiares

# BENEFICIOS ECONOMICOS

Con los antecedentes recopilados en las entrevistas realizadas a las personas que trabajan en la farmacia del CESFAM de Alerce en la ciudad de Puerto Montt podemos realizar algunos cálculos estimativos en base a la información entregada.

La pérdida anual por concepto de medicamentos caducos que deben ser retirados de circulación para su posterior desecho es de aproximadamente $11.510.076 pesos al año por Centro de Salud Familiar (CESFAM)**.** Tomando en cuenta que en la región de los lagos existen 37 CESFAM y a Nivel País 599 CESFAM se puede hacer un cálculo aproximado (ya que la naturaleza de las perdidas en otros lugares del país nos es desconocida) de que en la región se pierde un total de $425.872.812 pesos al año en la región de los lagos y a nivel nacional sería un estimado de $6.894.535.524 pesos al año, lo que no es una suma menor, pensando en que una escuela rural se construye con $1000MM aproximadamente.

Con una inversión inicial de $5.000.000 de pesos por CESFAM, un ahorro anual de $11.510.076 pesos por CESFAM, una tasa de descuento del 10% y una vida útil del proyecto de 10 años. Nuestro Valor Actual Neto(VAN) seria de $62.667.676 lo que nos indica que es un proyecto muy rentable, Tasa Interna de Retorno(TIR) de un 228% indica que es una tasa muy alta y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PayBack) de 1.3 años.

Valor actual neto(VAN) es una métrica que calcula el valor presente en los flujos de efectivo futuros generados por una inversión, descontados de una tasa de interés determinada. En este caso el VAN nos permitirá evaluar si la inversión inicia 5MM.en la implementación del sistema de inventario automatizado se justifica en términos de los ahorros futuros esperados por reducir las pérdidas de medicamentos caducos. Realizando la sumatoria de los flujos de caja descontados y restando la inversión inicial, obtenemos un VAN de $62,667,676 para un solo CESFAM.

Tasa interna de retorno(TIR) es la tasa interna de rentabilidad del proyecto. En este caso nos indica la tasa de rendimiento que genera el ahorro por reducción de perdidas de medicamentos por concepto de caducidad. Mientras mas alta la tasa, mas viable es el proyecto.

Periodo de recuperación de inversión(PayBack) nos indica el tiempo que toma recuperar la inversión inicial a través de los flujos de efectivo generados por el proyecto. En este caso la inversión es recuperada por concepto de ahorro por reducción de perdidas por concepto de medicamentos caducos.

Véase en el anexo C figura número 14,15 y 16

# MEJORAS EN LA GESTION

Se analizan los procesos, se procede a diagramar para un mejor análisis del flujo de trabajo, usando herramientas de vanguardia para estos trabajos como Bizagi.

## Diagrama BPMN (AS IS y To BE):

Explicaremos el proceso actual (As Is) por el que pasan los medicamentos e insumos médicos en los CESFAM de nuestra ciudad, desde que son entregados por los proveedores en centros de salud hasta que son ordenados en bodega y entregados a los usuarios de los centros de salud, posteriormente haremos la comparación (To Be)que es el diagrama que representa el proceso mejorado. Utilizaremos notación BPMN para diagramar el proceso.

El primer proceso se llama Recepción de Medicamentos, en el cual interviene dos actores principales (Proveedor y Recepcionista)

## Recepción de medicamentos(As Is):

El primer proceso se llama Recepción de Medicamentos, en el cual interviene dos actores principales (Proveedor y Recepcionista)

El proceso comienza cuando el proveedor ingresa con los productos solicitado al CESFAM, entrega medicamentos e insumos solicitados con su respectiva guía de despacho, la encargada de recibir los medicamentos (Recepcionista)Corrobora la cantidad de medicamentos, si estos no coinciden con la guía, se revisa, si faltan medicamentos se procede a solicitar corrección de guía y cantidad de medicamentos faltante y finaliza esta parte del proceso.

En caso de estar vencidos o dañados se procede a realizar la devolución de los medicamentos e insumos y finaliza esta parte del proceso.

Si los medicamentos coinciden con la guía, se procede a firmar el documento, se ingresan los medicamentos al sistema, se clasifican los medicamentos. Si los medicamentos vencen en memos de 30 días, se procede a etiquetar con pegatina de color rojo, si el medicamento vence 60 días, se procede a etiquetar con pegatina de color amarillo y si el medicamento registra un vencimiento mayo a los 60 días se etiqueta con pegatina verde. A continuación, se procede con el almacenamiento de forma ordenada según semaforización y con esto se da termino al proceso.

Véase en anexo C figura numero 17

## Recepción de medicamentos(To Be):

Este diagrama se muestra la diferencia entre el proceso inicial (As Is) y el proceso mejorado actual (To Be), donde apreciamos que las tareas se vuelven más claras, reduciendo así la cantidad de procesos, simplificando la labor de los trabajadores del área de farmacia del CESFAM, optimizando así el proceso de etiquetado y almacenado y mejorando el protocolo de almacenado.

El proceso se llama Recepción de Medicamentos, en el cual interviene dos actores principales (Proveedor y Recepcionista)

El proceso comienza cuando el proveedor ingresa con los productos solicitado al CESFAM, entrega medicamentos e insumos solicitados con su respectiva guía de despacho, la encargada de recibir los medicamentos (Recepcionista)Corrobora la cantidad de medicamentos, si estos no coinciden con la guía, se revisa, si faltan medicamentos se procede a solicitar corrección de guía y cantidad de medicamentos faltante y finaliza esta parte del proceso.

En caso de estar vencidos o dañados se procede a realizar la devolución de los medicamentos e insumos y finaliza esta parte del proceso. Si los medicamentos coinciden con la guía, se procede a firmar el documento, se ingresan los medicamentos al sistema junto con los datos de las fechas de caducidad, lote y todos los detalles de identificación que permiten que el sistema rastree los medicamentos, este lo procesa y genera códigos de barra para cada caja de medicamentos, se procede al etiquetado y luego se almacenan con el sistema de almacenado F.I.F.O.(First In First Out).

## Entrega de medicamento (As Is):

El segundo proceso se llama Entrega de Medicamentos, en el cual interviene dos actores principales (Químico farmacéutico y usuarios de los Centros de Salud Familiar)

El usuario entrega documento por ventanilla, verifica identidad y receta, ¿receta e identidad coinciden? No coinciden, se le hace devolución de sus documentos y fin del proceso. Si receta e identidad coinciden, se procede a buscar medicamentos en bodega, se verifica mediante sistema de semaforización. Si medicamento No tiene etiqueta roja, se busca el color rojo o el que corresponda al vencimiento más próximo, si es roja la etiqueta se extrae de bodega, se ingresa al sistema como entregado, se genera un recibo manual, se entrega documentos, recibo y medicamento correspondiente, usuario recibe sus medicamentos y fin del proceso

## Entrega de medicamentos (To Be):

Usuario entrega documento de identificación, se verifica la identidad y receta del usuario, ¿coinciden identidad y receta? No coinciden, se procede a la devolución de documentos y fin del proceso. Si coinciden se procede a buscar medicamentos a bodega, se pistolea el código de barra, si el código le indica al sistema que el medicamento no es el más próximo a vencer el sistema impide la salida de del medicamento bloqueando el sistema hasta que el medicamento que corresponde por fecha sea el correcto. Si el medicamento es el más próximo a vencer se ingresa el sistema como entregado, el sistema genera un recibo y guarda los datos en un archivo de datos históricos donde se almacenan los movimientos, luego se entregan los medicamentos el recibo y el documento al usuario y termina el proceso

Véase en los diagramas BPMN de entrega de medicamentos figura 19 y 20 anexo C

# RESULTADOS

Como resultado final tenemos un inventario que cumple con todas las funcionalidades especificadas en la toma de requisitos, gestionando de una manera eficiente los recursos y reduciendo las perdidas ya sea por fallas de sistema o errores humanos. Esto nos permite optimizar los recursos Cesfam y poder entender el consumo de este centro desde un punto de vista más científico gracias al análisis de datos y a las proyecciones que se pueden realizar con los datos históricos que generara esta aplicación.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

El proyecto de inventario automatizado para CESFAM demostró ser una solución efectiva para el mejoramiento de la gestión de medicamentos e insumos médicos. A través de la implementación de este sistema se logra una optimización de la gestión de inventarios permitiendo un control más preciso y eficiente reduciendo significativamente las perdidas por vencimiento, mejora la eficiencia operativa disminuyendo los tiempos y esfuerzos en la gestión de estos procesos, reduce los errores humanos implementando un código de barra que bloquea la salida a los medicamentos que no corresponden según su fecha de vencimiento, genera un impacto financiero positivo con un retorno de la inversión en un corto plazo, genera datos históricos los cuales se pueden llevar a análisis de datos y generar modelos predictivos que anticipen los consumos en estos establecimientos pudiendo así tener una idea más clara de los próximos pedido que se realizara a futuro, mejora la atención a los pacientes asegurando la disponibilidad y entrega oportuna de los medicamentos e insumos.

## 24.2 Recomendaciones

Para poder maximizar los beneficios del sistema de inventario se hacen las siguientes recomendaciones:

* Capacitación continua
* Actualizaciones del sistema
* Integración progresiva con otros sistemas
* Monitoreo y evaluación periódica
* Integración de sistema de predicción para optimización en pedidos

# BIBLIOGRAFÍA

<http://biblioteca.duoc.cl.webezproxy.duoc.cl/bdigital/elibros/a45812-Manual%20de%20gestion/>

<https://nodejs.org/docs/latest/api/>

<https://docs.npmjs.com/>

<https://refactoring.guru/design-patterns>

<https://dev.mysql.com/doc/>

<https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>

<http://biblioteca.duoc.cl.webezproxy.duoc.cl/bdigital/elibros/23169-Ingenieria%20de%20software/#172>

<https://www.google.cl/books/edition/Ingenier%C3%ADa_del_software/gQWd49zSut4C?hl=es&gbpv=1&dq=Arquitectura+de+Software%22+cliente+servidor+tres+capas&pg=PA248&printsec=frontcover>

# LINKOGRAFÍA

https://www.bcn.cl/siit/reportesregionales/pdf\_region.html?anno=2023&cod\_region=10

# ANEXO A: Figura número 1 diagrama de caso de uso

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Figura 2-7 mockups iniciales (pantallas del sistema de inventario automatizado para CESFAM)**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza baja Tabla

Descripción generada automáticamente Tabla

Descripción generada automáticamente Tabla

Descripción generada automáticamente Texto

Descripción generada automáticamente Imagen que contiene Tabla

Descripción generada automáticamente

**Figura numero 7.1 diagrama de flujo de trabajo.**

**Diagrama

Descripción generada automáticamente**

# ANEXO B: Figuras 8-11 pantallas del primer prototipo funcional

Una captura de pantalla de una red social con la foto de una persona

Descripción generada automáticamente Interfaz de usuario gráfica, Sitio web

Descripción generada automáticamente Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

**Figura 12 Modelo logico base de datos inventario creadol en DataModeler**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Figura 13 Modelo relacional de base de datos creado en DataModeler**

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

# ANEXO C:

**Figura numero 14 Flujo de caja y evaluación financiera de proyecto (cálculo de VAN, TIR, Payback)**

Tabla

Descripción generada automáticamente

|  |  |
| --- | --- |
| **Métricas** | **Cálculos** |
| Inversión Inicial | $5.000.000.- |
| Ahorro anual estimado por CESFAM | $11.510.076.- |
| Tasa de descuento | 10% |
| Vida Útil del proyecto | 10 años |
| VAN | $62.667.676.- |
| TIR | 228% |
| PayBack | 1.3 años |

|  |  |
| --- | --- |
| **Métricas** | **Cálculos** |
| Inversión Inicial | $5.000.000.- |
| Ahorro anual estimado por CESFAM | $11.510.076.- |
| Flujo de caja neto un año | 6.510.076 |
| VAN 1 año | $5.918.251.- |
| TIR 1 año | 130% $5,000,000 x 1.30 = $6,500,000 |
| PayBack 1 año | 1.3 años |

**Inversion Inicial para desarrollo de proyecto por CESFAM.**

Figura numero 15,

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Equipo** | **Cantidad** | **Precio unitario (CLP)** | **Precio total (CLP)** |
| PC | 1 | 1. 500.000 | 1.5000.000 |
| Scanner | 1 | 500.000 | 500.000 |
| Impresora Especial | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| Insumos Basicos | 1 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| **Total** |  |  | **5.000.000** |

**Figura numero 16 Cuadro con numero de CESFAM en la región de los lagos y a nivel país:**

Imagen que contiene Interfaz de usuario gráfica

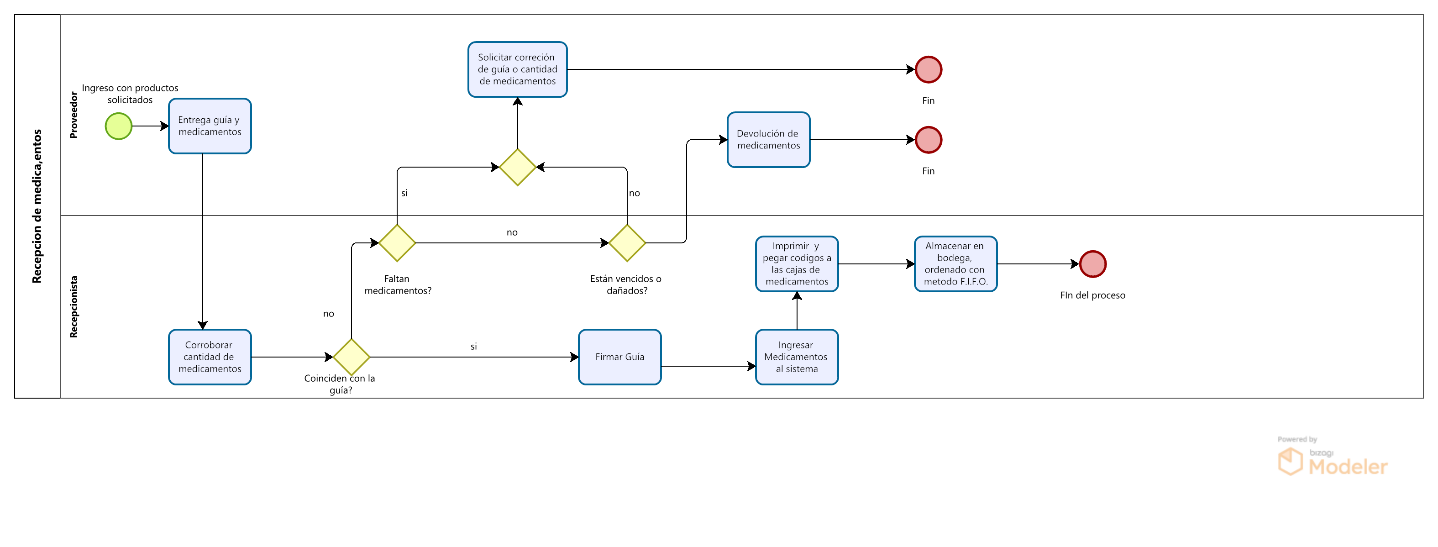
Descripción generada automáticamente

**Figura numero 17 Diagrama BPM As Is del proceso de recepción de medicamentos e insumos médicos.**

Gráfico

Descripción generada automáticamente

**Figura numero 18 Diagrama BPM To Be del proceso de recepción de medicamentos e insumos médicos.**

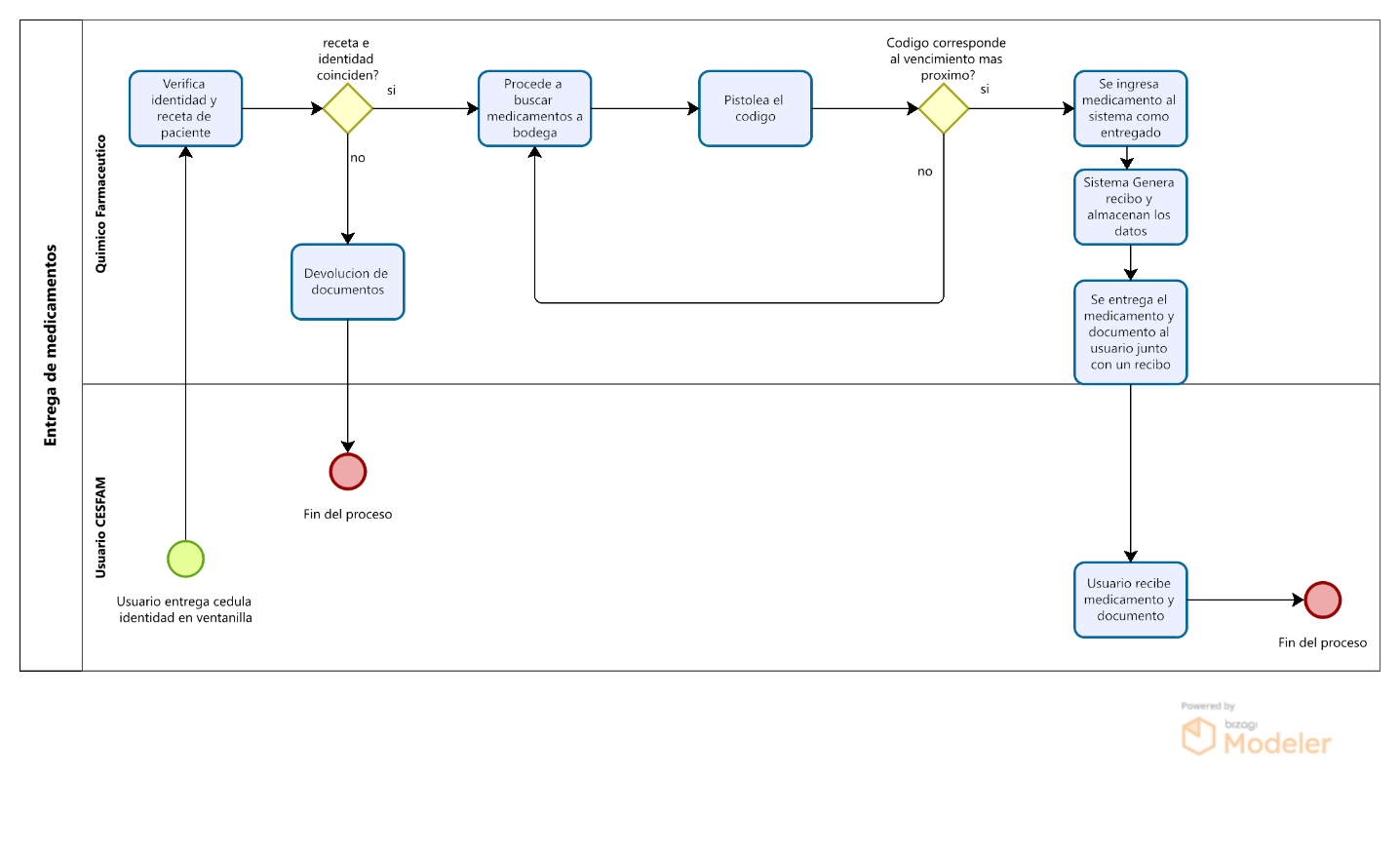


**Figura numero 19 Diagrama BPM As Is del proceso de entrega de medicamentos e insumos médicos.**

Një imazh që përmban tekst, pamje çasti, vijë, numër

Përshkrim i gjeneruar automatikisht

**Figura numero 20 Diagrama BPM To BE del proceso de entrega de medicamentos e insumos médicos.**



# ANEXO D

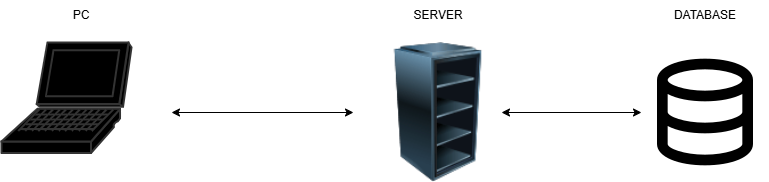
**Figura numero 21 Diagrama arquitectura, estructura de frontend y backend de Inventario Capstone**

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Chat o mensaje de texto

Descripción generada automáticamenteInterfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamenteInterfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente



**Figura N° 22 pruebas de funcionamiento sistema**.

