

Direccionamiento de red de farmacias

Nicolas Montoya Caicedo

Tania Julieth Contreras González

Asesor

Edgar Andrés Villabon Aldana

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Especialización en Ciencia de Datos y Analítica

26 de Mayo de 2024

## Tabla de contenido

Lista de Tablas .....	4
Lista de Figuras .....	5
Introducción .....	6
Planteamiento del problema.....	7
Justificación .....	10
Objetivos .....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos .....	11
Marco Conceptual y Teórico .....	12
Leyes: .....	13
Estado del Arte.....	15
Ciencia de Datos en el Direccionamiento de Farmacias en Salud.....	16
Importancia en el Sector Salud .....	16
Aplicaciones y Casos de Uso .....	17
Retos y Consideraciones Éticas .....	17
Avances en Ciencia de Datos para el Sector Salud.....	19
Técnicas Empleadas para Problemas Similares .....	20
Aplicaciones en Casos de Estudio .....	21
Metodología: .....	23
Comprensión del negocio: .....	23
Comprensión de los datos: .....	23
Preparación de los datos: .....	24

Caracterización. ....	25
Calificación variable categórica o numérica.....	28
Procesamiento de datos.....	31
Transformación de variables categóricas a variables numéricas.....	32
Implementación herramienta Power Bi. ....	34
Recolección de Datos:.....	34
Preparación de los Datos:.....	34
Conexión a Power BI:.....	34
Modelado de Datos: .....	34
Aplicación de Filtros y Segmentación: .....	34
Sublistas del tablero de control: .....	35
Implementación herramienta Phyton. ....	41
Captura de Información de la Matriz de Contratación: .....	41
Análisis y Normalización de Datos: .....	41
Desarrollo de la Interfaz de Usuario: .....	41
Seguridad y Privacidad de los Datos: .....	43
Pruebas y Validación: .....	43
Lanzamiento y Monitoreo:.....	43
Ahorro por reducción de autorizaciones y accesibilidad al medicamento:.....	43
Conclusiones.....	47
Referencias Bibliográficas .....	48

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Datos de georreferenciación</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Datos para la creación en sistema/parametrización</i> .....	25
<b>Tabla 3</b> <i>Variable de negociación</i> .....	26
<b>Tabla 4</b> <i>Direccionamiento</i> .....	26
<b>Tabla 5</b> <i>Información contractual</i> .....	27
<b>Tabla 6</b> <i>Grupo Geografía</i> .....	28
<b>Tabla 7</b> <i>Grupo sistema de parametrización</i> .....	28
<b>Tabla 8</b> <i>Grupo sistema de direccionamiento</i> .....	28
<b>Tabla 9</b> <i>Grupo información contractual</i> .....	29
<b>Tabla 10</b> <i>Grupo DANE</i> .....	29
<b>Tabla 11</b> <i>Grupo creación del sistema</i> .....	30
<b>Tabla 12</b> <i>Grupo creación del sistema</i> .....	30
<b>Tabla 13</b> <i>Grupo de direccionamiento</i> .....	30
<b>Tabla 14</b> <i>Datos gestores farmacéuticos</i> .....	30
<b>Tabla 15</b> <i>Nombre y código de la regional</i> .....	33
<b>Tabla 16</b> <i>Diferencia porcentual de los gastos por evento Enero vs Mayo 2024</i> .....	45

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Detalle de la información</i> .....	35
<b>Figura 2</b> <i>Resumen principal de medicamentos</i> .....	35
<b>Figura 3</b> <i>Geografía medicamentos</i> .....	36
<b>Figura 4</b> <i>Filtros contractuales</i> .....	37
<b>Figura 5</b> <i>Ficha resultado</i> .....	37
<b>Figura 6</b> <i>Clasificación red y modalidad</i> .....	38
<b>Figura 7</b> <i>Especialidad del contrato</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Selección de variable y entrenamiento de datos</i> .....	42
<b>Figura 9</b> <i>Aplicación del modelo</i> .....	42
<b>Figura 10</b> <i>Predicción del modelo</i> .....	43

## Introducción

La correcta dirección de los servicios de farmacia en el sistema de salud colombiano representa un desafío crucial para garantizar una atención eficiente y equitativa a los millones de afiliados de la EPS. En este contexto, la comunicación efectiva entre las entidades y los usuarios juega un papel fundamental. Esta investigación justifica y plantea un sistema matricial para optimizar el direccionamiento de la red de farmacias en relación con las IPS primarias a las que pertenecen los usuarios.

Es fundamental vincular la gestión del direccionamiento de farmacias con el área de comunicaciones de la EPS, encargada de los canales digitales disponibles, como la página web, el call center, la aplicación móvil, los mensajes de texto, el chat de WhatsApp, entre otros, para resolver las inquietudes de los usuarios. Estos canales digitales son herramientas esenciales para proporcionar información actualizada sobre el direccionamiento de las farmacias y alcanzar una amplia cobertura entre la población afiliada.

La actualización constante de la matriz de direccionamiento de farmacias, objeto del proyecto, es vital, ya que los cambios en la contratación con gestores farmacéuticos y prestadores de servicios pueden impactar en la disponibilidad y ubicación de las farmacias. Además, la distribución adecuada de puntos de farmacia en función de la densidad de usuarios contribuye a mejorar el nivel de servicio y la accesibilidad a los medicamentos.

Este sistema matricial busca no solo direccionar las farmacias, sino también servir como fuente de consulta para auditorías, incluyendo información contractual relevante. La implementación de este sistema se espera que mejore la eficiencia y la calidad de la atención al usuario, reduciendo desplazamientos innecesarios y costos asociados

## **Planteamiento del problema**

Actualmente, la aseguradora donde se desarrollará el proyecto de grado es la más grande del país, con aproximadamente 10 millones de afiliados. Esta aseguradora ofrece servicios en ambos regímenes (Contributivo y Subsidiado), logrando la mayor cobertura del país y llegando a municipios recónditos y de difícil acceso. Sin embargo, la atención en salud en Colombia ha sido objeto de noticias frecuentes debido a la mala percepción de la calidad del servicio. Una de las razones de esta percepción negativa es la gran cantidad de población cubierta, lo que dispersa la prestación de servicios, especialmente aquellos que deben garantizarse en cada municipio según las normas vigentes. Por tal motivo, es fundamental implementar diferentes estrategias y herramientas que permitan mejorar la atención y la percepción del servicio por parte de los usuarios (El País, 2023; Universidad del Rosario, s.f.).

Como empleados de una aseguradora, hemos tenido la oportunidad de observar de primera mano los desafíos que enfrentan los usuarios, especialmente aquellos que residen en municipios alejados y de difícil acceso en Colombia. Nuestro trabajo de contratación nos ha permitido entender las complejidades del sistema de salud, incluyendo los problemas relacionados con la desinformación y el incorrecto direccionamiento en la atención y la entrega de medicamentos. Esta experiencia práctica nos ha motivado a investigar más profundamente sobre cómo estos problemas impactan directamente en la calidad de vida de nuestros afiliados y en la percepción general de los servicios de salud en el país.

De las problemáticas más grandes acotar, es la desinformación y el incorrecto direccionamiento desde el ente ordenador a las Instituciones prestadoras de Salud y/o Farmacias cuando el usuario requiere ingresar a la atención de un servicio o reclamar un medicamento formulado, donde se ven afectados especialmente los usuarios que residen en los municipios con

dispersión geográfica y que deben realizar grandes desplazamientos a municipios centrales ocasionando consumo de tiempo e incluso gastos económicos que afectan la calidad de vida del usuario (Ministerio de Salud y Protección Social, s.f.; Universidad Nacional de Colombia, s.f.). La falta de información no solo se encuentra en las instituciones de salud que realizan el ordenamiento sino también en las oficinas de atención generando largas filas de usuarios e incluso en las áreas internas administrativas de la EPS donde es importante disponer de la información para transmitirla de forma correcta al usuario en las diferentes situaciones que se presenten. El direccionamiento incorrecto a la farmacia donde se debe reclamar el medicamento ocasiona insatisfacción por parte del usuario finalizando incluso en la radicación PQRS (Corte Constitucional de Colombia, 2021; Organización Panamericana de la Salud, s.f.).

En el contexto colombiano, la atención en salud ha sido objeto de críticas frecuentes debido a la percepción negativa sobre la calidad del servicio. Según informes de la Superintendencia Nacional de Salud (2022), la dispersión geográfica de la población afiliada presenta un desafío significativo para garantizar una atención equitativa y accesible en todos los municipios. Esta dispersión no solo dificulta el acceso físico a los servicios de salud, sino que también contribuye a problemas como la falta de información adecuada en las instituciones de salud y las oficinas administrativas de las EPS.

El Observatorio Nacional de Salud (2022) ha documentado cómo estas dificultades afectan especialmente a los usuarios en áreas rurales y dispersas, quienes a menudo enfrentan largos desplazamientos y confusiones en los procesos de direccionamiento para recibir atención médica o reclamar medicamentos. Además, estudios realizados por la Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas (2023) destacan la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas

para mejorar la coordinación entre las entidades ordenadoras y las instituciones prestadoras de servicios de salud, con el fin de reducir la insatisfacción y mejorar la experiencia del usuario.

### **Justificación**

El desarrollo de un sistema matricial para optimizar el direccionamiento de farmacias en la EPS es fundamental para abordar los desafíos actuales relacionados con la desinformación, los desplazamientos innecesarios de los usuarios, la falta de actualización en la información sobre las farmacias, la dificultad para ajustar los cambios en la contratación de gestores farmacéuticos y prestadores de servicios y la distribución ineficiente de puntos de farmacia. Los usuarios podrán recibir información actualizada y precisa sobre el direccionamiento de farmacias, reduciendo la desinformación y los desplazamientos innecesarios.

Además, permitirá el aumento de la eficiencia y la calidad del servicio al contar con una matriz de direccionamiento actualizada semanalmente. Esto facilitará ajustar rápidamente cualquier cambio en la contratación de gestores farmacéuticos y prestadores de servicios, mejorando la disponibilidad y ubicación de las farmacias y, por ende, la calidad del servicio.

También contribuirá a mejorar la accesibilidad y reducir costos al optimizar la distribución de puntos de farmacia según la densidad de usuarios. Esto reducirá el tiempo y los costos asociados a los desplazamientos de los usuarios, especialmente aquellos en zonas remotas.

Finalmente, este sistema servirá como una fuente confiable de consulta para auditorías, incluyendo información contractual relevante. Así, se asegurará un mejor control interno y cumplimiento normativo.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar un sistema matricial que optimice el direccionamiento de la red de farmacias, mejorando la accesibilidad y calidad del servicio para los usuarios de la EPS.

### **Objetivos específicos**

Identificar la farmacia adecuada para cada usuario, minimizando desplazamientos innecesarios y reduciendo los gastos de transporte y las PQR relacionadas con la atención farmacéutica empleando técnicas de aprendizaje supervisado.

Desarrollar un esquema de distribución de farmacias que satisfaga las necesidades de los clientes internos y externos, garantizando una cobertura adecuada y equitativa

Optimizar la generación de autorizaciones médicas mediante la implementación del sistema matricial, reduciendo los costos médicos de la compañía.

## Marco Conceptual y Teórico

**Accesibilidad:** Las farmacias son parte integral del sistema de atención médica y deben ser accesibles para la población, lo que implica estar ubicadas en áreas de fácil alcance y tener un horario de atención adecuado.

**Afiliados:** Los individuos que se inscriben en una EPS son conocidos como afiliados. Estos afiliados tienen derecho a recibir servicios de atención médica según los términos y condiciones de su afiliación.

**Contratación y Acuerdos:** Las EPS y las farmacias suelen establecer contratos y acuerdos para definir los términos y condiciones de la prestación de servicios y la compensación económica.

**Entidades Promotoras de Salud (EPS):** Son organizaciones encargadas de afiliar a las personas al sistema de salud, recaudar las cotizaciones y gestionar la prestación de servicios de atención médica a sus afiliados. Las EPS son responsables de coordinar y financiar la atención médica, incluyendo la dispensación de medicamentos.

**Farmacias:** Son establecimientos dedicados a la venta y dispensación de medicamentos recetados y de venta libre, así como otros productos relacionados con la salud, como productos de higiene personal y dispositivos médicos.

**Regulación:** Las farmacias suelen estar reguladas por las autoridades de salud de cada país para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los medicamentos que dispensan.

**Regulación y Normativas:** La regulación y las normativas son las leyes y regulaciones

que rigen las actividades de las farmacias y las EPS, incluyendo la calidad y la seguridad de los medicamentos y la atención médica. A continuación se mencionan las de mayor importancia:

**Leyes:**

**Ley 100 de 1993:** Establece el Sistema General de Seguridad Social en Salud en Colombia, incluyendo la regulación de las EPS y la prestación de servicios de salud.

**Ley 1438 de 2011:** Reforma al Sistema General de Seguridad Social en Salud en aspectos como la afiliación al sistema, la financiación, la prestación de servicios y la vigilancia en salud pública.

**Ley 1751 de 2015:** Define los principios y disposiciones para garantizar el derecho fundamental a la salud y se dictan otras disposiciones.

**Decretos:**

**Decreto 780 de 2016:** Establece el régimen de precios de medicamentos y dispositivos médicos. **Decreto 1575 de 2007:** Reglamenta la gestión integral de residuos hospitalarios y similares.

**Decreto 780 de 2016:** Regula el régimen de precios de medicamentos y dispositivos médicos.

**Resoluciones:**

**Resolución 1403 de 2007:** Establece los requisitos mínimos del sistema de calidad para la prestación de servicios de salud.

**Resolución 1995 de 1999:** Regula los aspectos relacionados con la habilitación de servicios de salud y los requisitos que deben cumplir para su funcionamiento.

**Resolución 2003 de 2014:** Regula el proceso de habilitación de prestadores de servicios de salud en Colombia.

**Sistema de Salud:** El sistema de salud es el conjunto de instituciones, regulaciones, políticas y servicios que se encuentran en un país o región para proporcionar atención médica y promover la salud. Incluye a las EPS, las farmacias, hospitales, clínicas y otros proveedores de servicios de salud.

### **Estado del Arte**

Una de las áreas de mayor sensibilidad para el cumplimiento de la Ley 100/93 es la relacionada a la política de medicamentos. En ese sentido, la ley contempla la provisión de medicamentos esenciales incluidos en el listado básico del POS (Ministerio de Salud y Protección Social, 1993), y crea el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA (Ministerio de Salud y Protección Social, 1993, 1994, 1995), buscando garantizar a la población beneficiaria de los regímenes contributivo y subsidiado el acceso equitativo a los medicamentos esenciales.

Una de las formas de protección del derecho a la salud es el acceso a los medicamentos de manera oportuna y sin barreras administrativas injustificadas, por lo que su inobservancia se traduce en la vulneración de los derechos fundamentales a la salud, a la integridad personal, la dignidad humana y a la vida del usuario (González, 2017).

La Superintendencia Nacional de Salud hace parte del sistema de monitoreo, seguimiento y control de la entrega de medicamentos y, en el marco de sus funciones de inspección, vigilancia y control, es la encargada de proteger los derechos de los usuarios a fin de que se les garantice el acceso y entrega de los mismos, so pena de la imposición de sanciones a las entidades que incumplan tal deber (Superintendencia Nacional de Salud, 2018).

El Ministerio de Salud y Protección Social estableció los lineamientos que se deben tener en cuenta en ambos regímenes para la entrega oportuna de medicamentos a los afiliados. De acuerdo con la Resolución 1604 de 2013 se deberá dar cumplimiento al mecanismo excepcional de entrega de medicamentos en un lapso no mayor a 48 horas en el lugar de residencia y/o trabajo del afiliado cuando este lo autorice como consecuencia de la entrega incompleta de los mismos.

## **Ciencia de Datos en el Direccionamiento de Farmacias en Salud**

La Ciencia de Datos es un campo interdisciplinario que utiliza métodos, procesos, algoritmos y sistemas científicos para extraer conocimiento e insights de datos en diversas formas, tanto estructurados como no estructurados (Anderson & Wilson, 2021). En el contexto del sector salud, la Ciencia de Datos se aplica para optimizar la ubicación, gestión y operatividad de farmacias, mejorando la disponibilidad y el acceso a medicamentos esenciales y servicios farmacéuticos.

### ***Importancia en el Sector Salud***

El direccionamiento de farmacias es crucial en el sector de la salud, ya que una adecuada localización y gestión de estas instalaciones pueden significar una mejora significativa en la accesibilidad y calidad del servicio a los pacientes (Davis & Lee, 2022). Mediante el uso de Ciencia de Datos, es posible optimizar la distribución de farmacias, mejorar la gestión del inventario y personalizar los servicios farmacéuticos (Kim & Roberts, 2019).

El desarrollo del proyecto requiere la comprensión de varios componentes clave. La recolección de datos incluye la recopilación de información demográfica, epidemiológica, patrones de prescripción, ventas de medicamentos y ubicación de farmacias. Las fuentes de datos abarcan bases de datos de salud pública, registros de ventas, datos de GPS, encuestas de pacientes y registros electrónicos de salud. El análisis geoespacial utiliza sistemas de información geográfica (SIG) para analizar la distribución poblacional y la ubicación de farmacias, identificando áreas desatendidas y optimizando la ubicación de nuevas farmacias. Los modelos predictivos emplean algoritmos de machine learning para prever la demanda de medicamentos en distintas regiones y momentos del año, incorporando variables como tendencias estacionales, brotes de enfermedades y datos históricos de ventas. La optimización de

inventarios se realiza mediante modelos dinámicos que ajustan automáticamente los niveles de stock según la demanda predicha y las condiciones del mercado. El análisis de accesibilidad evalúa la accesibilidad a las farmacias mediante la medición de tiempos de viaje y la disponibilidad de transporte público, considerando barreras geográficas y socioeconómicas que puedan afectar el acceso a medicamentos.

### ***Aplicaciones y Casos de Uso***

El análisis de datos demográficos y epidemiológicos facilita la identificación de áreas con alta demanda de servicios farmacéuticos pero con poca cobertura, orientando la apertura estratégica de nuevas farmacias (Kim & Roberts, 2019). Durante crisis sanitarias como pandemias o desastres naturales, la Ciencia de Datos permite gestionar recursos y ajustar inventarios de manera ágil para satisfacer picos de demanda (Rivera & Singh, 2022). La mejora de la experiencia del paciente se logra mediante la personalización de servicios y promociones basadas en el historial de compras y comportamiento del cliente, aumentando la satisfacción y la fidelidad del paciente (Lopez & Martinez, 2020). La optimización de la cadena de suministro y la gestión de inventarios reducen costos de almacenamiento y minimizan el desperdicio de medicamentos, contribuyendo así a la reducción de costos operativos (Williams & Thompson, 2019)

### ***Retos y Consideraciones Éticas***

Es esencial asegurar que los datos de salud y las transacciones de los pacientes se manejen con estrictos estándares de confidencialidad y seguridad (Rivera & Singh, 2022). Evitar que los modelos predictivos perpetúen desigualdades en la distribución de servicios farmacéuticos, garantizando un acceso equitativo para todas las poblaciones, es crucial (Davis & Lee, 2022). Asegurar que los algoritmos utilizados en la toma de decisiones sean transparentes y

explicables es fundamental para mantener la confianza de los pacientes y las autoridades sanitarias (Lopez & Martinez, 2020). Además, es importante adherirse a las regulaciones y normativas locales e internacionales relacionadas con la gestión de datos de salud y la operación de farmacias (Patel & Natarajan, 2021).

## **Avances en Ciencia de Datos para el Sector Salud**

La Ciencia de Datos ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, impulsada por el aumento en la capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos, así como por el desarrollo de algoritmos avanzados. En el sector salud, estos avances han permitido mejorar la eficiencia, precisión y alcance de los servicios médicos, incluyendo la gestión y direccionamiento de farmacias.

La utilización de grandes volúmenes de datos (Big Data) y análisis predictivo ha transformado la capacidad de anticipar demandas y optimizar recursos en el sector salud. Herramientas como Hadoop y Spark permiten manejar y analizar vastos conjuntos de datos de manera eficiente (Williams & Thompson, 2019). Algoritmos de machine learning y técnicas de inteligencia artificial (IA) son fundamentales para el análisis de patrones complejos y la predicción de tendencias en salud. Modelos como redes neuronales, árboles de decisión y métodos de ensemble se emplean para predecir la demanda de medicamentos y optimizar la gestión de inventarios (Evans & Clark, 2018). La integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Ciencia de Datos facilita una comprensión detallada de la distribución geográfica de los servicios de salud. Herramientas como ArcGIS y QGIS se utilizan para mapear y analizar la accesibilidad y la cobertura de farmacias en diferentes regiones (Patel & Natarajan, 2021). Técnicas de optimización, como la programación lineal y no lineal, son empleadas para resolver problemas de logística y distribución en el sector farmacéutico. Estos modelos ayudan a determinar la ubicación óptima de nuevas farmacias y a gestionar la cadena de suministro de manera eficiente (Chen & Zhang, 2019).

### *Técnicas Empleadas para Problemas Similares*

1.     Redes Neuronales y Deep Learning: Estas técnicas se aplican en la predicción de patrones de consumo de medicamentos y en la personalización de servicios farmacéuticos. Las redes neuronales profundas pueden identificar relaciones no lineales complejas en los datos que los métodos tradicionales no detectan (Evans & Clark, 2018).
2.     Algoritmos de Clustering: Algoritmos como K-means y DBSCAN se utilizan para segmentar datos geográficos y demográficos, identificando grupos de alta necesidad de servicios farmacéuticos. Esta segmentación ayuda en la planificación y direccionamiento estratégico de nuevas farmacias (Kim & Roberts, 2019).
3.     Análisis de Series Temporales: Técnicas como ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) y modelos de Holt-Winters se utilizan para prever la demanda futura de medicamentos, considerando patrones estacionales y tendencias históricas (Williams & Thompson, 2019).
4.     Optimización de Inventarios: Modelos de revisión periódica y continua se emplean para la gestión eficiente del inventario de medicamentos, minimizando tanto los costos de almacenamiento como el riesgo de desabastecimiento. Herramientas de simulación también se usan para evaluar diferentes estrategias de inventario (Chen & Zhang, 2019).
5.     Modelos de Simulación: La simulación de Monte Carlo y otras técnicas de simulación se utilizan para evaluar el impacto de diferentes escenarios y decisiones en la gestión de farmacias, permitiendo a los gestores planificar con mayor precisión y reducir la incertidumbre (Lopez & Martinez, 2020).

6. Data Mining y Text Mining: Estas técnicas se aplican para extraer información valiosa de grandes volúmenes de datos textuales, como comentarios de pacientes y registros médicos, lo que puede ayudar a mejorar los servicios y la satisfacción del cliente (Davis & Lee, 2022).

### *Aplicaciones en Casos de Estudio*

1. Optimización de la Red de Farmacias: En un estudio realizado en la ciudad de Nueva York, se utilizó análisis geoespacial y modelos de optimización para reubicar farmacias y maximizar la accesibilidad, resultando en una mejora significativa en la cobertura de servicios (Patel & Natarajan, 2021).

2. Gestión de Inventarios en Farmacias Hospitalarias: Un hospital en Singapur implementó algoritmos de machine learning para predecir la demanda de medicamentos, logrando una reducción del 15% en los costos de inventario y un 20% en los casos de desabastecimiento (Chen & Zhang, 2019).

3. Personalización de Servicios Farmacéuticos: Una cadena de farmacias en Canadá utilizó técnicas de data mining para analizar patrones de compra y ofrecer promociones personalizadas, aumentando la satisfacción del cliente y las ventas (Lopez & Martinez, 2020).

Los avances en Ciencia de Datos han proporcionado herramientas poderosas para abordar los desafíos en el direccionamiento y gestión de farmacias en el sector salud. Al aplicar técnicas avanzadas como machine learning, análisis geoespacial y modelos de optimización, es posible mejorar la eficiencia operativa, optimizar la distribución de recursos y proporcionar un mejor servicio a la comunidad. Estos desarrollos no solo incrementan la accesibilidad y calidad de los

servicios farmacéuticos, sino que también presentan nuevos desafíos éticos y técnicos que deben ser cuidadosamente gestionados (Anderson & Wilson, 2021).

### **Metodología:**

La metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) es ampliamente reconocida como un marco robusto para la minería de datos y el análisis predictivo. Este enfoque estructurado proporciona un camino claro desde la comprensión inicial del negocio hasta la implementación efectiva de soluciones basadas en datos. En este estudio, se empleará CRISP-DM para guiar la investigación, asegurando así un proceso sistemático y transparente que maximice el valor obtenido de los datos.

### **Comprensión del negocio:**

La fase inicial de CRISP-DM se centra en establecer claramente los objetivos del proyecto. Estos objetivos fueron definidos al inicio del trabajo y se orientan hacia los resultados deseados que la organización espera alcanzar mediante el análisis de datos. Identificar estos objetivos es crucial para alinear correctamente las actividades de minería de datos con las necesidades estratégicas y operativas del negocio.

### **Comprensión de los datos:**

La obtención meticulosa de datos contractuales, especialmente en lo que concierne a la cobertura de farmacias, solía implicar una búsqueda exhaustiva entre contratos en formato PDF o archivos físicos, y a veces consultas en bases de datos no diseñadas específicamente para este propósito. Esta práctica, sin embargo, a menudo resultaba en la imposibilidad de acceder a la información precisa sin realizar múltiples filtros. Por consiguiente, se ha evidenciado la necesidad de implementar una matriz de direccionamiento de farmacias, la cual facilitaría la identificación de la cobertura farmacéutica asociada a cada contrato.

El proceso de obtención de esta información se lleva a cabo en varios pasos:

1.- Inicialmente, se recopila información de diversas bases de datos, algunas de las cuales se utilizan con otros propósitos. Esta información se somete a un proceso de cruce con los datos parametrizados en el sistema, con el objetivo de minimizar posibles imprecisiones.

2.- Una vez que se ha consolidado la información obtenida en el paso anterior, se procede a compararla con las imágenes y documentos físicos de los contratos, lo que permite corroborar la veracidad de los datos recopilados.

3.- Se identifican las columnas de datos relevantes para los objetivos establecidos, entre las cuales se incluyen el régimen, datos geográficos, código IPS, gestor farmacéutico y el número de contrato suscrito.

4.- Utilizando como dato “llave” el código de IPS primaria y el código DANE de la geografía, se procede a completar la información consolidada mediante los cruces de datos realizados previamente.

5.- Se establece un proceso de mantenimiento semanal de la matriz, con el fin de incorporar cualquier novedad o cambio en la contratación que pueda surgir.

Este método garantiza la actualización constante de la información y la precisión en el direccionamiento de farmacias asociado a cada contrato, lo que resulta fundamental para la gestión eficiente de los servicios farmacéuticos.

### **Preparación de los datos:**

La estructuración de la matriz se lleva a cabo después de recopilar la información necesaria. Es importante destacar que este proceso se realiza utilizando Excel, lo que facilita seguir el siguiente procedimiento detallado:

### Caracterización.

Esto implica que la información de las columnas está vinculada por una característica común, lo que permite organizarlas de manera agrupada y coherente. Las columnas Regional, Zonal, Departamento, Municipio, Provincia y código Dane, las cuales se relacionan por lo que son datos de geografía como se puede observar en la Figura 1.

### Tabla 1

*Datos de georreferenciación*

Geografía DANE							
Datos de georreferenciación							
Régimen	Regional	Regional nacional	Zonal	Departamento	Municipio	Provincia	Código DANE

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de georreferenciación de los usuarios de la aseguradora.

*Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

2.- Creación del Sistema Parametrización: Las columnas Código IPS Primaria, Nombre de la IPS primaria, Tipo Sede, corresponden a este agrupado ya que la información sale del sistema de parametrización una vez se crea la IPS primaria, como se muestra en la Figura 2.

### Tabla 2

*Datos para la creación en sistema/parametrización*

Sistema integral parametrización		
Datos que se asignan en la creación del sistema		
Código IPS	Nombre de la sede de la IPS	Tipo de sede

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de la IPS en el sistema

*Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

3.- Variables de Negociación: Las columnas Población, Valor Per cápita y Cantidad de moléculas modalidad cápita, corresponden al grupo de negociación, ya que son las tres variables base con la que se define la negociación tarifaria y condiciones técnicas para la dispensación, como se observa en la Figura 3.

### **Tabla 3**

*Variable de negociación*

Base afiliaciones (Cafamall)	Estudio de mercado (Nota técnica)	
Variables de negociación		
Población diciembre 2023	Valor percápita	Cantidad de moléculas modalidad cápita

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de negociación con los gestores farmacéuticos

*Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

4.- Direccionamiento: Las columnas Gestor Farmacéutico, Observación, Unión temporal, Código de salud y sucursal única parametrizada corresponden al grupo de Direccionamiento, ya que son las variables donde se identifica la farmacia donde se debe dirigir el usuario, ver figura 4.

### **Tabla 4**

*Direccionamiento*

Sistema integral
Direccionamiento e información

Gestor farmacéutico primera capa	Observación	Unión temporal	Código de salud sucursal unica	Sucursal única parametrizada
-------------------------------------	-------------	-------------------	-----------------------------------	---------------------------------

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de direccionamiento. *Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias.

5.- Información contractual: Las columnas Gestor Farmacéutico, Observación, Unión temporal, Código de salud y sucursal única parametrizada corresponden al grupo de Direccionamiento, ya que son las variables donde se identifica la farmacia donde se debe dirigir el usuario, como se observa en la Figura 5.

### Tabla 5

#### *Información contractual*

Base contratos asistenciales de jurídica										
Información contractual										
Fecha de suscrip ción	Valo r suscr ito	Valor suscr ito mens ual	Fech a inicio vigen cia tarifa	Plazo de ejecuc ión	Prorro ga automá tica	Cuota modera dora	Estad o contr ato	Ubicac ión del contrat o	superv isor contrat os	Esta do de póli zas

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de información contractual jurídica. *Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

### Calificación variable categórica o numérica.

Se realiza la clasificación de variables de tipo categórica o numérica.

**Categórica:** Las variables categóricas son aquellas que representan diferentes categorías o grupos discretos. Estas categorías no tienen un orden inherente entre ellas y pueden ser nominales u ordinales, ver Figura 6.

**Tabla 6**

*Grupo Geografía*

Régimen	Regional	Regional nacional	Zonal	Departamento	Municipio	Provincia
Subsidiado	Regional zonas especiales	Zonas especiales	Departamento amazonas	Amazonas	Leticia	Leticia

*Nota:* Esta tabla muestra los datos geográficos de los acuerdos comerciales *Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

**Tabla 7**

*Grupo sistema de parametrización*

Nombre de la sede de la IPS	Tipo de sede
IPS primaria de Leticia	principal

*Nota:* Esta tabla muestra los datos referentes a la parametrización de IPS en el sistema. *Fuente:*

Matriz de direccionamiento de farmacias.

**Tabla 8**

*Grupo sistema de direccionamiento*

Gestor farmacéutico primera capa	Observación	Unión temporal
A05	Cápita	No

*Nota:* Esta tabla muestra los datos correspondientes al tipo gestor, modalidad y si es Unión Temporal. *Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

### Tabla 9

#### *Grupo información contractual*

Prorroga automática	Cuota moderadora	Estado contrato	Ubicación del contrato	Supervisor contratos	Estado de pólizas
Si	Lo efectivamente recaudado	Legalizado	Legalizado	Nacional	Totales

*Nota:* Información del estado del contrato y las condiciones realizado con el gestor farmacéutico.

*Fuente:* Matriz de direccionamiento de farmacias

**Numérica:** Son aquellas que representan cantidades numéricas y pueden tomar valores en forma de números. Estos valores pueden ser enteros o decimales y se utilizan comúnmente para medir o cuantificar distintos aspectos en un conjunto de datos.

### Tabla 10

#### *Grupo DANE*

Código DANE
91001

*Nota:* Código DANE al cual pertenece la farmacia según la ubicación asignada. *Fuente:* Matriz de direccionamiento.

**Tabla 11***Grupo creación del sistema*

Población diciembre 2023	Valor per cápita	Cantidad de moléculas modalidad capita
20252	\$ 2.249	331

*Nota:* Especifica la población asignada al contrato, el valor y la cantidad de moléculas - medicamentos contratados. *Fuente:* Matriz de direccionamiento,

**Tabla 12***Variable de negociación*

Gestor farmacéutico primera capa	Observación	Unión temporal
A05	Cápita	No

*Nota:* Hace referencia al tipo de gestor farmacéutico, modalidad y si es Unión Temporal. *Fuente:* Matriz de direccionamiento.

**Tabla 13***Grupo de direccionamiento*

Código de salud NEPS sucursal única	Sucursal única parametrizada
1234	L1

*Nota:* Muestra el código de la sucursal. *Fuente:* Matriz de direccionamiento.

**Tabla 14***Datos gestores farmacéuticos.*

Fecha de suscripción	Valor suscrito	Valor suscrito mensual	Fecha inicio vigencia tarifa	Plazo de ejecución
1/12/2023	Valor suscrito anual	Valor suscrito mensual	1/10/2023	24 meses

*Nota:* Muestra las condiciones de la contratación con el gestor farmacéutico. *Fuente:* Matriz de direccionamiento.

### **Procesamiento de datos.**

1.- Se validan las columnas que se pueden eliminar ya que la información que contiene no es relevante o ya se encuentra en otra variable de la matriz.

Las columnas que se eliminaron son:

Regional: Se elimina la información de esta columna, puesto que ya se encuentra en la relación de la columna “Regional Nacional”.

Departamento: Se elimina la información de esta columna, puesto que ya se encuentra en la relación de la columna “Zonal” y esta indica que area está a cargo el territorio.

Unión temporal: Se elimina la información de esta columna, Por lo que en el nombre del contrato ya se identifica si es Unión temporal o no.

Tipo de sede: Se elimina columna por lo que estaba repetida en el archivo.

Cuota moderadora: Se elimina esta columna por lo que la cláusula para esta información es la misma para todos.

2.- Se valida alguna información con la cual se puede reemplazar para no tener datos en blanco o datos nulos.

Valor Per Cápita: Para asegurar la entrega de medicamentos y garantizar la cobertura en todo el territorio, la mayoría de las negociaciones con los gestores farmacéuticos se estructuran para ser homogéneas entre ellos. Cuando hay vacíos en los datos, se utiliza el promedio del valor

per cápita de las demás negociaciones realizadas con el mismo gestor farmacéutico para completar la información faltante.

Cantidad de moléculas: La mayoría de las negociaciones se trata de que sean homogéneas con cada Gestor, por lo tanto, donde existan vacíos, se debe utilizar el promedio de la cantidad de moléculas en modalidad cápita de las demás negociaciones que sea realizado con el mismo Gestor Farmacéutico para poblar el campo.

Código de salud: Poblar el campo con el mismo código que tiene asignado el gestor, ya que es un número único e irrepetible.

Sucursal Única: Poblar el campo con la misma sucursal que tiene asignado el gestor, ya que es un código alfanumérico único e irrepetible.

Columnas del grupo “Información contractual”: Se deben poblar los campos vacíos con 0, esto debido a que no todos cuentan con contratos legalizados y hasta que no estén suscritos, no van a contar con esta información.

### **Transformación de variables categóricas a variables numéricas.**

La transformación de variables categóricas a variables numéricas es un proceso fundamental en el análisis de datos, especialmente en el ámbito del aprendizaje automático y la estadística. Las variables categóricas representan diferentes categorías o grupos discretos, mientras que las variables numéricas representan cantidades numéricas. Convertir variables categóricas en numéricas permite utilizarlas en modelos matemáticos y algoritmos de análisis que requieren datos numéricos.

Las variables categóricas que se transformaron a numéricas son las siguientes:

**Régimen:** Esta columna identifica si el régimen es contributivo o subsidiado, por lo tanto, al transformar a variable numérica, se convierte en un lenguaje binario donde contributivo es 1 y subsidiado es 0.

**Regional:** Esta columna a diferencia del departamento y municipio no tiene un código DANE que al identifique, por lo tanto, surge la necesidad de realizar la transformación de variable categórica a numérica, de la siguiente manera:

**Tabla 15**

*Nombre y código de la regional*

Regional	Código regional
Norte	1
San Andres	2
Nor - Oriente	3
Nor - Occidente	4
Centro - Oriente	5
Bogotá	6
Sur - Occidente	7
Eje Cafetero	8
Nacional	9
Zonas especiales	10

*Nota:* Muestra el código asignado por regional. *Fuente:* Matriz de direccionamiento.

## **Implementación herramienta Power Bi.**

### **Recolección de Datos:**

El primer paso es recopilar todos los datos relevantes relacionados con los contratos y la cobertura de la EPS. Estos datos se extraen principalmente de la matriz de contratación que a su vez es alimentada por las novedades realizadas en contratación como contratos nuevos, adición de sedes, entre otros.

### **Preparación de los Datos:**

Una vez recopilados, los datos deben ser preparados para su análisis en Power BI. Esto incluye la limpieza de datos, la eliminación de duplicados, la corrección de errores y la integración de diferentes conjuntos de datos si es necesario.

### **Conexión a Power BI:**

En Power BI Desktop se establece una conexión con la matriz de contratación, se utiliza la opción "Obtener datos" para importar los datos o establecer una conexión en tiempo real si es necesario.

### **Modelado de Datos:**

Los datos se modelan de manera que reflejen la estructura y las relaciones entre las diferentes entidades. Para esto, utilizamos gráficos de barras, gráficos circulares, mapas y tablas dinámicas, con el fin de representar los datos de forma clara y concisa.

### **Aplicación de Filtros y Segmentación:**

Se utilizan filtros y segmentación de la información para permitir a los usuarios explorar los datos de manera interactiva. Esto les permitirá analizar la cobertura realizada por atributo según diferentes criterios, como municipio, tipo de contrato, regimen, etc.

Se integra la información de la matriz al Power BI, para tener una visualización de lo contratado y poder identificar la cobertura que se esta realizando por atributo, como se muestra en la Figura 16 y Figura 17.

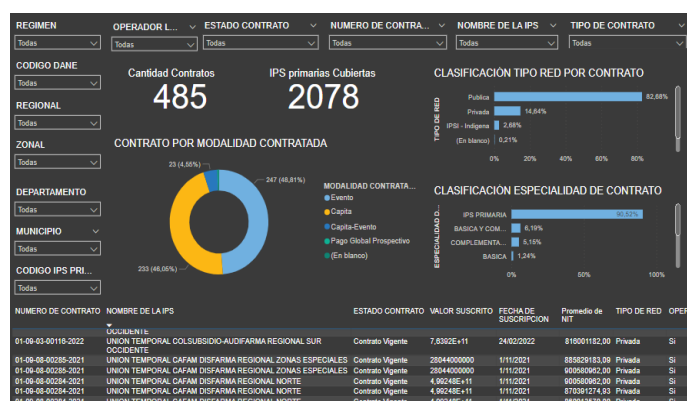
**Figura 1**

*Detalle de la información*

NUMERO DE CONTRATO	NOMBRE DE LA IPS	ESTADO CONTRATO	VALOR SUSCRITO	FECHA DE SUSCRIPCION	Promedio de NIT	TIPO DE RED	OPER
01-09-03-00116-2022	UNION TEMPORAL COLSUBSIDIO-AUDIFARMA REGIONAL SUR OCCIDENTE	Contrato Vigente	7,8392E+11	24/02/2022	816001182,00	Privada	Si
01-09-08-00285-2021	UNION TEMPORAL CAFAM DISFARMA REGIONAL ZONAS ESPECIALES	Contrato Vigente	28044000000	1/11/2021	885829183,09	Privada	Si
01-09-08-00285-2021	UNION TEMPORAL CAFAM DISFARMA REGIONAL ZONAS ESPECIALES	Contrato Vigente	28044000000	1/11/2021	900580962,00	Privada	Si
01-09-08-00284-2021	UNION TEMPORAL CAFAM DISFARMA REGIONAL NORTE	Contrato Vigente	4,99248E+11	1/11/2021	900580962,00	Privada	Si
01-09-08-00284-2021	UNION TEMPORAL CAFAM DISFARMA REGIONAL NORTE	Contrato Vigente	4,99248E+11	1/11/2021	870391274,93	Privada	Si
01-09-08-00284-2021	UNION TEMPORAL CAFAM DISFARMA REGIONAL NORTE	Contrato Vigente	4,99248E+11	1/11/2021	860013570,00	Privada	Si
<b>Total</b>					<b>853473808,59</b>		

**Figura 2**

*Resumen principal de medicamentos*



### Sublistas del tablero de control:

Se debe tener en cuenta los siguientes segmentos de Georreferencia del contrato por contrato.

### Figura 3

#### *Geografía medicamentos*

The image shows a vertical list of filter categories for 'Geografía medicamentos'. Each category is followed by a dropdown menu with the text 'Todas' and a downward arrow. The categories are: REGIMEN, CODIGO DANE, REGIONAL, ZONAL, DEPARTAMENTO, MUNICIPIO, and CODIGO IPS PRI... (partially visible).

- Régimen: La clasificación corresponde a Contributivo o Subsidiado.
- Código DANE: Corresponde a los códigos que relaciona el DANE para identificar el departamento y municipio.
- Regional: La clasificación corresponde a las regionales que cuenta El prestador en la actualidad.
- Zonal: La clasificación corresponde a las zonales que cuenta El prestador en la actualidad.
- Departamento: La clasificación corresponde a los departamentos que cuenta con cobertura El prestador en la actualidad. (Dato con relación al código DANE)
- Municipio: La clasificación corresponde a los departamentos que cuenta con cobertura El prestador en la actualidad. (Dato con relación al código DANE)
- Código IPS primaria: Corresponde al código de IPS que asigna el sistema integral de El prestador con la marcación de IPS primaria.

- Nombre de la IPS primaria: Relaciona el nombre de la sede correspondiente al código de la IPS primaria.
- Clasificación de operador logístico: "Sí" si el contrato corresponde a un operador logístico, o "No" si el contrato no es de operador logístico.
- Segmentos a considerar: Segmentos relacionados con las características del contrato por IPS.

#### Figura 4

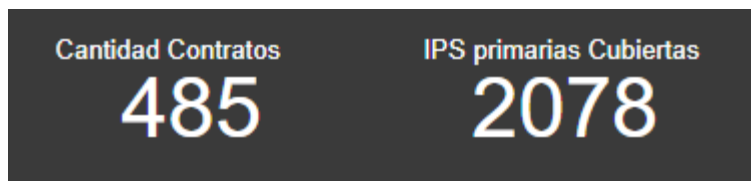
##### *Filtros contractuales*

OPERADOR LOG...	ESTADO CONTRATO	NUMERO DE CONTRATO	NOMBRE DE LA IPS	TIPO DE CONTRATO
Todas	Todas	Todas	Todas	Todas

- Clasificación de operador logístico: "Sí" si el contrato corresponde a un operador logístico, o "No" si el contrato no es de operador logístico.
- Estado de Contrato: Refiere a si se encuentra legalizado o en trámite.
- Número de Contrato: Dígito consecutivo asignado por el área Jurídica al momento de legalizar el contrato.
- Nombre de la IPS: Razón social del Gestor de medicamentos contratado
- Insertar tarjetas que permitan contar la cantidad de contratos y la cantidad de IPS primarias cubiertas por dispensación de medicamentos.

#### Figura 5

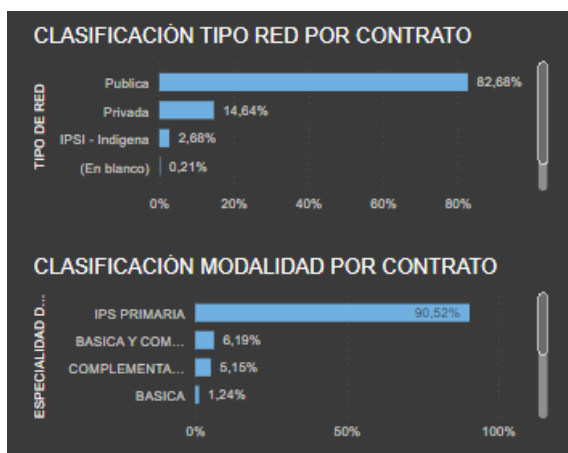
##### *Ficha resultado*



- Número de Contrato: Cantidad de contratos que dispensen medicamentos ambulatorios, realizando un recuento discriminado, para evitar repetidos.
- Tipo de Contrato: Cantidad de IPS primarias que actualmente tienen cobertura por un contrato que dispensa medicamentos ambulatorios, realizando un recuento discriminado, para evitar repetidos.
- Gráfico de barras horizontales que muestre la distribución porcentual según la clasificación por tipo de red y modalidad de contratación pactada por número de contrato.

**Figura 6**

*Clasificación red y modalidad*

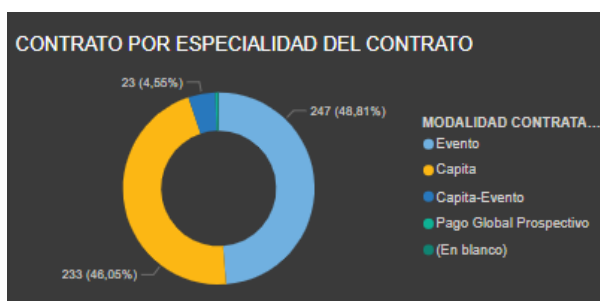


- Tipo de Red: Si es "privada", "publica", "Indígena" o "mixta"
- Modalidad de Contrato: Modalidad pactada de contrato que relaciona en minuta o acta de negociación.

- Número de Contrato: Cantidad de contratos que dispensen medicamentos ambulatorios, realizando un recuento discriminado, para evitar repetidos. (Utilizar el atributo para ambas graficas).
- Gráfico circular que permita conocer la distribución porcentual y de conteo según la clasificación por especialidad de contrato por número de contrato.

### Figura 7

#### *Especialidad del contrato*



- Modalidad de Contrato: Modalidad pactada del contrato, como se indica en la minuta o acta de negociación.
- Especialidad de Contrato: Especialidad del contrato. Por ejemplo: IPS Primaria, Básica, Complementaria, Básica y Complementaria, Cohorte Enfermedades Huérfanas, Cohorte Fibrosis Quística, Cohorte Salud Mental.
- Número de Contrato: Cantidad y relacionar la distribución porcentual de los contratos que dispensan medicamentos ambulatorios, realizando un recuento discriminado para evitar duplicados. (Utilizar el atributo para ambas gráficas).

Se insertará una tabla que relacione los siguientes atributos.

- **Numero de contrato:** consecutivo asignado por el área jurídica al legalizar un contrato.
- **Nombre del gestor:** razón social del gestor de medicamentos contratado
- **Estado de contrato:** si el contrato se encuentra legalizado o en trámite.
- **Valor suscrito:** valor pactado en el contrato o el valor aprobado en el cnc (sin decimales)
- **Fecha de suscripción:** fecha en la que se suscribió el contrato.
- **Fecha inicio de vigencia tarifaria:** fecha en la que se inició la vigencia de prestación contrato.
- **Fecha fin:** fecha en la que se finaliza el contrato.
- **Prorroga automática:** “si” en caso de que el contrato cuente con prórroga automática o seleccionar “no” en caso de que el contrato no cuente con prórroga automática.
- **Nit gestor farmacéutico:** numero nit del gestor farmacéutico.
- **Tipo de red:** tipo de red si es "privada", "publica", "indígena" o "mixta"
- **Operador logístico:** si es o no un operador logístico
- **Union temporal:** "si" en caso de que el prestador sea una unión temporal o seleccionar "no" en caso de que el prestador no sea una unión temporal
- **Especialidad del contrato:** la especialidad del contrato, por ejemplo: ips primara, básica, complementaria, básica y complementaria, cohorte enfermedades huérfanas, cohorte fibrosis quística, cohorte salud mental.
- **Tramite otrosí:** si cuenta con tramite de otrosí legalizado “si” o “no”
- **Valor suscrito otrosí:** el valor pactado en otrosí, en caso de existir un otro si al contrato primigenio.

## **Implementación herramienta Phyton.**

### **Captura de Información de la Matriz de Contratación:**

El primer paso implica extraer datos relevantes de la matriz de contratación. Estos datos incluirán información sobre los contratos y sus modalidades por municipio. La base de datos contendrá detalles como el código de la sede, que es un identificador interno asignado por EL PRESTADOR. Este código se genera en función del municipio y la IPS con la que se tiene el convenio.

### **Análisis y Normalización de Datos:**

Una vez que se haya extraído la información de la matriz de contratación, es importante realizar un análisis detallado de los datos. Esto implica verificar la calidad de los datos, corregir posibles errores y normalizar la información para garantizar su coherencia y consistencia.

### **Desarrollo de la Interfaz de Usuario:**

Basándose en los datos capturados y normalizados, se procede al desarrollo de la interfaz de usuario de la herramienta. Esta interfaz deberá ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo a los buscar y visualizar la farmacia asignada por municipio.

A partir de la necesidad de identificar la farmacia que debe dirigirse el usuario para reclamar su medicamento, teniendo en cuenta la geografía, el régimen y el ámbito del medicamento, se genera la matriz de direccionamiento, sin embargo la herramienta se debe integrar con los afiliados actuales que cuenta el asegurador y estos supera el millón de usuarios por lo tanto se realiza la operación de generar un aprendizaje no supervisado en Python con “RandomForestClassifier()”.

El cual en la siguiente imagen se puede apreciar como arroja la farmacia que se debe dirigir el usuario teniendo en cuenta los atributos anteriormente mencionados:

Codificación del aprendizaje supervisado:

## Figura 8

### *Selección de variable y entrenamiento de datos*

```
In [37]: X = df[['CODIFICACIÓN REGIMEN', 'CODIGO DANE', 'CODIGO IPS']]
         y = df['CODIGO DE SALUD NEPS SUCURSAL UNICA']

In [38]: X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

In [39]: modelo = RandomForestClassifier()
         modelo.fit(X_train, y_train)

Out[39]: RandomForestClassifier()
In a Jupyter environment, please rerun this cell to show the HTML representation or trust the notebook.
On GitHub, the HTML representation is unable to render, please try loading this page with nbviewer.org.
```

Ejemplo de usuario de la regional Norte, que pertenece al régimen subsidiado con código de IPS primaria 13240.

### Despliegue y aplicación del modelo:

## Figura 9

### *Aplicación del modelo*

```
In [47]: nuevo_usuario = pd.DataFrame({'CODIFICACIÓN REGIMEN': ['1'], 'CODIGO DANE': ['8001'], 'CODIGO IPS': ['13240']})
         nuevo_usuario

Out[47]:
```

	CODIFICACIÓN REGIMEN	CODIGO DANE	CODIGO IPS
0	1	8001	13240

```
In [48]: farmacia_predicha = modelo.predict(nuevo_usuario)
         print("El usuario debe dirigirse a la farmacia:", farmacia_predicha[0])
         El usuario debe dirigirse a la farmacia: 8837
```

Se confirma la precisión del modelo:

## Evaluación:

### Figura 10

#### *Predicción del modelo*

```
In [40]: predicciones = modelo.predict(X_test)
accuracy = accuracy_score(y_test, predicciones)
print("Precisión del modelo:", accuracy)

Precisión del modelo: 0.7990867579908676
```

## Seguridad y Privacidad de los Datos:

Se implementarán medidas de seguridad para proteger la información sensible. Se garantizará el cumplimiento de las regulaciones de privacidad de datos, como GDPR o HIPAA, según corresponda.

## Pruebas y Validación:

Antes del lanzamiento de la herramienta, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas para asegurar su funcionalidad, rendimiento y fiabilidad. Se solicitará retroalimentación para realizar ajustes finales si es necesario.

## Lanzamiento y Monitoreo:

Una vez que la herramienta esté lista, se procederá a su lanzamiento oficial. Se establecerán procesos de monitoreo para rastrear su uso y desempeño, y se realizarán actualizaciones periódicas según sea necesario para mejorar la experiencia del usuario.

## Ahorro por reducción de autorizaciones y accesibilidad al medicamento:

En el análisis comparativo de ganancias antes y después de implementar la matriz optimizada de direccionamiento de farmacias, se observó una notable mejora en mayo 2024 frente a enero

2024. Las ganancias en la modalidad con autorización y sin autorización aumentaron significativamente, mientras que los costos operativos disminuyeron en un 40%. La eficiencia en el tiempo de autorización y entrega mejoró, reduciendo tiempos de espera y aumentando la satisfacción del paciente. Este enfoque optimizado resultó en una mayor eficiencia operativa y una considerable reducción de costos, demostrando la efectividad de la matriz en la gestión de recursos médicos de la matriz.

**Tabla 16***Diferencia porcentual de los gastos por evento Enero vs Mayo 2024*

Regional y zonal	Diferencia porcentual
Regional Bogotá	38%
Zonal Bogotá	38%
Zonal Cundinamarca	37%
Regional Centro Oriente	37%
Oficina Caquetá	30%
Zonal Boyacá	38%
Zonal Huila	35%
Zonal Meta	36%
Zonal Tolima	39%
Regional Eje Cafetero	42%
Zonal Caldas	39%
Zonal Quindío	47%
Zonal Risaralda	43%
Regional Nor Occidente	44%
Subregión Urabá	50%
Zonal Antioquia	42%
Zonal Córdoba	50%
Regional Nor Oriente	44%
Zonal Norte de Santander	31%
Zonal Santander	51%
Regional Norte	38%
Zonal Atlántico	35%
Zonal Bolívar	41%
Zonal Cesar	37%
Zonal Magdalena	40%
Zonal Sucre	50%
Regional Sur Occidente	42%
Zonal Cauca	45%
Zonal Nariño	52%
Zonal Valle del Cauca	40%
Zona Especial	46%
Oficina Amazonas	45%
Oficina Guainía	11%
Oficina Putumayo	44%
Oficina Vichada	17%
Zonal Casanare	44%
Zonal Choco	57%
Zonal Guaviare	42%
Zonal la Guajira	41%
Zonal San Andres	39%
Total general	41%

*Nota:* Muestra el análisis porcentual de gastos. *Fuente:* Autorizaciones

La zonificación realizada por el asegurador, basada en la cercanía entre los municipios, ha evidenciado un ahorro del 40% por regional. Esta estrategia ha permitido optimizar la distribución y el acceso a servicios médicos, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia en la gestión de recursos a nivel regional.

## Conclusiones

La implementación de un sistema matricial para el direccionamiento de farmacias en relación con las IPS primarias puede tener un impacto significativo en la optimización de la atención farmacéutica dentro del sistema de salud colombiano. Esta estrategia busca abordar problemas como la desinformación y el incorrecto direccionamiento, que afectan negativamente la calidad del servicio y la percepción de los usuarios.

La estrecha integración entre el área de comunicaciones de la EPS y la gestión del direccionamiento de farmacias es crucial para garantizar una amplia cobertura entre la población afiliada y proporcionar información actualizada sobre la disponibilidad y ubicación de las farmacias. Herramientas como aplicaciones móviles, mensajes de texto y centros de llamadas pueden desempeñar un papel fundamental en este proceso.

La actualización constante de la base de datos de farmacias es vital para reflejar los cambios en la contratación con gestores farmacéuticos y prestadores de servicios. Esto asegura una distribución adecuada de puntos de farmacia en función de la densidad de usuarios, mejorando así el nivel de servicio y la accesibilidad a los medicamentos.

La implementación de herramientas tecnológicas como Power BI y Python puede facilitar la recolección, análisis y visualización de datos relacionados con la contratación de farmacias y la asignación de medicamentos. Estas herramientas permiten una toma de decisiones más informada y eficiente, así como la identificación de patrones y tendencias que pueden mejorar la eficacia del sistema de salud en su conjunto.

### Referencias Bibliográficas

- Anderson, J. R., & Wilson, T. L. (2021). *Data Science in Healthcare: Optimizing Pharmacy Services*. New York, NY: HealthTech Press.
- Betancourt, D. (9 de agosto de 2016). Árbol de objetivos: qué es y cómo se hace + ejemplo práctico. *Ingenio Empresa*. <https://www.ingenioempresa.com/arbol-de-objetivos/>
- Brown, K. A., & Garcia, M. L. (2020). Geographic Information Systems in Pharmacy Location Planning. *Journal of Healthcare Management*, 45 (3), 215-230.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhm.2020.03.004>
- Chen, Y., & Zhang, H. (2019). Predictive Analytics for Pharmacy Inventory Management. *International Journal of Data Science*, 12 (2), 101-115.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijdasci.2019.02.005>
- Consejo Nacional Electoral. (s.f.). Resolución 3743 de 2019.  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=86446>
- Corte Constitucional de Colombia. (2021). Sentencia T-195/21. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2021/T-195-21.htm>
- Davis, S. M., & Lee, J. H. (2022). Addressing Inequalities in Access to Pharmacy Services: A Data-Driven Approach. *Public Health Journal*, 67 (1), 45-59.  
<https://doi.org/10.1080/17560604.2022.01.005>

Edu.Co. (s.f.). Acuerdo No. 006 de Mayo 28 de 2014.

[https://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoAcademico/acuerdos/2014/COA\\_C\\_ACUE\\_20140528\\_006.pdf](https://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoAcademico/acuerdos/2014/COA_C_ACUE_20140528_006.pdf)

El País. (2023, 11 de marzo). La escasez de medicamentos, un espejo de la pelea por la reforma a la salud. *América-Colombia*. Recuperado el 2 de julio de 2024, de

<https://elpais.com/america-colombia/2023-03-11/la-escasez-de-medicamentos-un-espejo-de-la-pelea-por-la-reforma-a-la-salud.html>

EPS están obligadas a entrega excepcional de medicinas en el domicilio del usuario. (s.f.).

*Ámbito Jurídico*. <https://www.ambitojuridico.com/noticias/general/administracion-publica/eps-estan-obligadas-entrega-excepcional-de-medicinas-en-el>

Evans, L. M., & Clark, R. T. (2018). Machine Learning in Healthcare: Applications for Pharmacy Optimization. *Journal of Medical Informatics*, 34 (4), 357-372.

<https://doi.org/10.1016/j.jmi.2018.04.003>

González, A. (2017). Acceso a medicamentos como derecho fundamental. *Revista Jurídicas*, 14 (2), 133-146.

Kim, S., & Roberts, A. (2019). Enhancing Pharmacy Accessibility through Data Science.

*Journal of Pharmacy Practice*, 32 (6), 575-590.

<https://doi.org/10.1177/0897190019834397>

Lopez, A., & Martinez, F. (2020). Ethical Considerations in Data-Driven Pharmacy Management. *Healthcare Ethics Journal*, 29 (3), 213-228.

<https://doi.org/10.1177/0897190020345678>

Mejia, R. S. (2002). La política farmacéutica nacional en Colombia y la reforma de la seguridad social: Acceso y uso racional de medicamentos. *Cadernos de Saúde Pública*, 18 (4), 1025-1039. <https://www.scielosp.org/article/csp/2002.v18n4/1025-1039/>

Ministerio de Salud y Protección Social. (1993). Ley 100 de 1993. Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones.  
[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0100\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0100_1993.html)

Ministerio de Salud y Protección Social. (s.f.). MinSalud aclara situación de desabastecimiento de medicamentos. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-aclara-situacion-de-desabastecimiento-de-medicamentos.aspx>

Ministerio de Salud y Protección Social. (s.f.). Resolución 5521 de 2013.  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%205521%20de%202013.PDF](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%205521%20de%202013.PDF)

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). Servicios de salud. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://www.paho.org/es/temas/servicios-salud>

Patel, V., & Natarajan, K. (2021). Implementing Geospatial Analytics in Public Health Pharmacy. *Journal of Geospatial Health*, 16 (2), 123-138.  
<https://doi.org/10.4081/jgh.2021.956>

Resolución 105 de 2019. (s.f.). <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30037867>

Rivera, J., & Singh, D. (2022). Data Privacy in Pharmacy Services: A Critical Analysis. *Health Data Journal*, 25 (1), 33-47. <https://doi.org/10.1177/0951484822345678>

Superintendencia Nacional de Salud. (2018). Funciones de la Superintendencia Nacional de Salud. <https://www.supersalud.gov.co/es-es/institucional/quienes-somos/Paginas/funciones.aspx>

Universidad del Rosario. (s.f.). Aspectos sociales relacionados con la conducta de automedicación. *Nova et Vetera*. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://urosario.edu.co/revista-nova-et-vetera/omnia/aspectos-sociales-relacionados-la-conducta-de-automedicacion>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). El desabastecimiento de medicamentos en Colombia y el rol de varios sectores en esta problemática. *Periódico UNAL*. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://periodico.unal.edu.co/articulos/el-desabastecimiento-de-medicamentos-en-colombia-y-el-rol-de-varios-sectores-en-esta-problematica>

Williams, E., & Thompson, B. (2019). Big Data and Pharmacy Inventory Management: A Comprehensive Guide. *Pharmaceutical Management Journal*, 20 (4), 299-315. <https://doi.org/10.1080/10848950.2019.16>