

Visualización interactiva de las importaciones de materiales radiactivos en Colombia de 2012 a 2022

Interactive display of imports of radioactive materials into Colombia from 2012 to 2022

Andrea Sánchez Galindo¹, Juan Guillermo Ramírez¹

Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares, 7, 2023
Recibido: 6 de diciembre de 2022
Aceptado: 13 de febrero de 2023
Publicado en línea: 15 de marzo de 2023
DOI: <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.7.2023.687>



Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Citación: A. Sánchez y J. G. Ramírez, “Visualización interactiva de las importaciones de materiales radiactivos en Colombia de 2012 a 2022”, *Revista de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares*, n.º 7, 2023. <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.7.2023.687>

Resumen

Se implementó un proceso KDD, con analítica descriptiva en la etapa de minería de datos, para desarrollar una visualización interactiva del comportamiento de las importaciones de materiales radiactivos en Colombia desde enero 2012 hasta septiembre de 2022, utilizando las herramientas de software KNIME y Power BI. En los microdatos de las declaraciones de importación presentadas a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), puestos a disposición por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), mediante la clasificación arancelaria se identificaron las importaciones que corresponden a materiales radiactivos. Se representó gráficamente su comportamiento en términos del total del valor FOB de las mercancías (miles de USD), con segmentación de datos y filtros correspondientes a la fecha del proceso, el total del peso neto (kg), la clasificación arancelaria y el importador; además, se incluyeron objetos gráficos para segmentar los datos según el departamento de destino, la ciudad de ingreso y los países de compra y procedencia de las mercancías. Se determinó que las importaciones colombianas de materiales radiactivos en valores FOB, desde enero de 2012 hasta septiembre de 2022, fueron de 60914984 dólares, correspondientes al 0,011 % del total de las importaciones.

Palabras clave: Analítica descriptiva, minería de datos, proceso KDD, declaraciones de importación, clasificación arancelaria.

Abstract

A KDD process was implemented, with descriptive analytics in the data mining step, to develop an interactive visualization with the behavior of imports of radioactive materials in Colombia from January 2012 to September 2022, using the Knime and Power BI software

¹ Servicio Geológico Colombiano. Grupo de Investigación de Asuntos Nucleares, Bogotá, Colombia.
Autor de correspondencia: Andrea Sánchez Galindo, asanchezg@sgc.gov.co

tools. In the microdata of import declarations to Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), made available by the Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), imports corresponding to radioactive materials were identified by tariff classification. Its behavior was graphically represented in terms of the total FOB value of the goods (thousands dollars) with data segmentation and filters for the process date, total net weight (kg), tariff classification and importer; in addition, graphic objects were included to segment the data according to the department of destination, the city of entry and the countries of purchase and origin of the goods. It was determined that Colombian imports of radioactive materials in FOB values from January 2012 to September 2022 were 60914984 dollars, corresponding to 0.011 % of total imports.

Keywords: Descriptive analytics, data mining, KDD process, import declarations, tariff classification.

1. Introducción

Colombia es un país que no tiene desarrollada la industria nuclear, pues en cuanto a producción de radio-núclidos únicamente se cuenta con ciclotrones. No obstante, en el país existe una alta demanda de materiales radiactivos, sobre todo de uso médico, por ser estos de corto periodo de semidesintegración y por el creciente número de servicios de medicina nuclear y radiofarmacias, que, con corte al 24 de noviembre de 2022, asciende a 117 instalaciones autorizadas [1]. Recientemente, la Asociación Colombiana de Medicina Nuclear y la Asociación Colombiana de Física Médica generaron alertas referentes al riesgo de desabastecimiento de radiofármacos utilizados en el diagnóstico y el tratamiento del cáncer, a partir de lo cual se infirió que “el país necesita un reactor que cuente con la potencia para desarrollar isótopos con fines médicos. Para esto es clave implementar una ley de seguridad nuclear y protección radiológica [2]”. En este estudio no se pretende ahondar en la discusión frente al posible riesgo de desabastecimiento, sino generar una herramienta de visualización que permita obtener información útil para los análisis económicos que puedan surgir en lo relativo al desarrollo nuclear del país y para la toma de decisiones por las partes interesadas; de modo específico se cuantificaron las importaciones colombianas de materiales radiactivos en cifras monetarias.

Para tal fin se implementó un proceso de *knowledge discovery in databases* (KDD), conocido también como *descubrimiento de conocimiento en bases de datos*, contemplando en la fase de minería de datos técnicas de analítica descrip-

tiva para representar la evolución de la importación de los materiales radiactivos en Colombia. Para esto se utilizaron datos libres puestos a disposición por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística y correspondientes a las declaraciones de importación ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales desde el 2012 hasta el 2022.

2. Materiales y método

Se aplicó el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. El KDD es básicamente un proceso automático en el que se combinan descubrimiento y análisis, y consiste en extraer patrones a partir de los datos, para que el usuario los analice [3]. Se planteó el proceso para generar información sobre la importación de los materiales radiactivos en Colombia, a partir de los datos contenidos en las declaraciones de importación presentadas a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.

En la figura 1 se muestra las etapas que componen el proceso KDD. Si bien se ilustró el KDD como un proceso con un inicio y un fin, al igual que otras metodologías utilizadas en trabajos de minería de datos, es un proceso cíclico que puede dar lugar a varias iteraciones en sus diferentes etapas, dependiendo de los resultados obtenidos o del alcance de los proyectos. Considerando que no se encontró información publicada referente a la importación de materiales radiactivos en Colombia, esta investigación contempló la estructura subyacente de los datos mediante técnicas de analítica descriptiva con objetos gráficos; sin embargo, con la información que se generó, en futuros desarrollos es posible

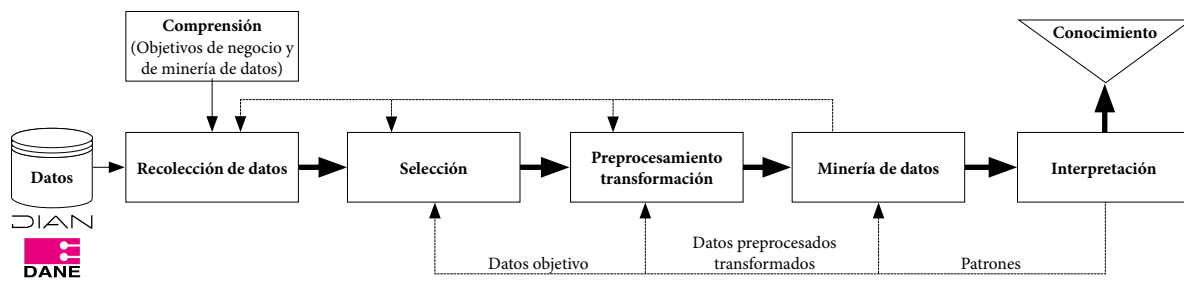


Figura 1. Etapas del proceso KDD.

Fuente: Adaptado de [3]

abordar el mismo proceso, pero contemplando en la etapa de minería de datos el uso de técnicas predictivas.

2.1. Recolección de datos

La recolección de datos se fundamentó en la obtención de una fuente de datos abiertos, de forma tal que no se tuviera sesgos o restricciones comerciales en la publicación de la información obtenida. La primera fuente consultada para la recolección de datos fue la DIAN, que en su página web publica las declaraciones de importación y exportación de bienes realizadas en Colombia; no obstante, esta información no cuenta con validación estadística ni se encuentra actualizada, pues los últimos registros datan del 2020. Por tanto, se optó por los microdatos reportados al DANE en las estadísticas mensuales de importaciones al territorio nacional, institución que, a partir de los registros administrativos correspondientes a las declaraciones de importación electrónicas

la DIAN, realiza procesos de validación y difusión [4]. Se observó que las estadísticas de importaciones a Colombia reportadas por el DANE tienen una actualización más periódica que las publicadas por la DIAN, y un retraso de solo tres meses.

2.2. Selección de datos

Para este estudio se seleccionaron los microdatos disponibles por el DANE bajo el título “Colombia, estadísticas de importaciones, Impo. 2012 a 2022” [5]. En un conjunto de datos se consolidaron los reportes mensuales disponibles entre enero de 2012 y septiembre de 2022. Sus características se resumen en la tabla 1.

En la tabla 2 se resumieron las principales características de las 44 variables disponibles en el conjunto de datos; además, en cada variable se indicó si es incluida en la primera iteración durante la etapa de preprocesamiento.

Tabla 1. Características de los datos empleados

Característica	Descripción
Ventana de observación	Enero de 2012 a septiembre de 2022
Tipo de archivo	CSV
Cantidad de archivos	129 (un archivo por mes)
Total, de registros o tuplas	33707447
Cantidad de atributos o variables	44
Tamaño total	7,7 GB

Tabla 2. Descripción de variables

ID	Nombre	Etiqueta	Tipo	Formato	Incluida
V384	FECH	Fecha de proceso	Discreta	Numérico	Sí
V385	ADUA	Código de la aduana	Continua	Numérico	Sí
V428	PAISGEN	País de origen	Discreta	Cadena de texto	Sí
V429	PAISPRO	País de procedencia	Discreta	Cadena de texto	Sí
V430	PAISCOM	País de compra	Discreta	Cadena de texto	Sí
V389	DEPTODES	Departamento de destino	Discreta	Numérico	Sí

ID	Nombre	Etiqueta	Tipo	Formato	Incluida
V390	VIATRANS	Código de la vía de transporte	Discreta	Numérico	Sí
V434	BANDERA	Bandera	Discreta	Cadena de texto	No
V392	RÉGIMEN	Código de régimen	Discreta	Cadena de texto	No
V433	ACUERDO	Código del acuerdo	Discreta	Cadena de texto	No
V394	PBK	Peso bruto en kilos	Continua	Numérico	Sí
V395	PNK	Peso neto en kilos	Continua	Numérico	Sí
V396	CANU	Cantidad de unidades	Continua	Numérico	Sí
V397	CODA	Código de unidad	Discreta	Cadena de texto	Sí
V398	NABAN	Posición arancelaria	Continua	Numérico	Sí
V399	VAFODO	Valor FOB de la mercancía en dólares	Continua	Numérico	Sí
V400	FLETE	Fletes	Continua	Numérico	Sí
V401	VACID	Valor CIF de la mercancía en dólares	Continua	Numérico	Sí
V402	VACIP	Valor CIF de la mercancía en pesos	Continua	Numérico	Sí
V403	IMP1	Impuesto a las ventas	Continua	Numérico	Sí
V404	OTDER	Otros derechos	Discreta	Numérico	No
V405	CLASE	Clase de importador	Discreta	Cadena de texto	Sí
V406	CUIDAIMP	Ciudad del importador	Continua	Numérico	No
V407	CUIDAEXP	Ciudad del exportador	Discreta	Cadena de texto	No
V408	ACTECON	Actividad económica	Continua	Numérico	Sí
V409	CODADAD	Código administración de aduana	Continua	Numérico	No
V410	VADUA	Valor aduana	Continua	Numérico	No
V411	VRAJUS	Valor ajuste	Continua	Numérico	No
V412	BASEIVA	Base IVA	Continua	Numérico	No
V413	OTROSP	Porcentaje otros	Discreta	Numérico	No
V414	OTROSBASE	Base otros	Discreta	Numérico	No
V415	TOTALIVAYO	Total IVA y otros gastos	Continua	Numérico	Sí
V416	SEGUROS	Seguros	Continua	Numérico	Sí
V417	OTROSG	Otros gastos	Continua	Numérico	No
V418	LUIN	Lugar de ingreso	Discreta	Cadena de texto	No
V419	CODLUIN	Código lugar de ingreso	Discreta	Cadena de texto	Sí
V420	DEPIM	Departamento del importador	Continua	Numérico	No
V431	COPAEX	Código del país del exportador	Discreta	Cadena de texto	No
V422	TIPOIM	Tipo de importación	Continua	Numérico	No
V423	PORARA	Porcentaje de arancel	Continua	Numérico	Sí
V432	NIT	Número de identificación tributaria	Discreta	Cadena de texto	Sí
V425	DIGV	Dígito de verificación	Discreta	Numérico	Sí
V426	RZIMPO	Razón social del importador	Discreta	Cadena de texto	Sí
V427	DEREL	Derechos arancelarios	Continua	Numérico	No

Fuente: [4].

Se observó que la descripción de la mercancía sujeta a registro en la casilla 99 de las declaraciones de importación no se encuentra en las variables disponibles en los microdatos; no obstante, está disponible la variable NABAN, que corresponde a la posición arancelaria de las mercancías importadas. La posición arancelaria permite caracterizar un producto en un sistema ordenado de descripción y codificación, basado en el sistema armonizado (SA) desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas (OMA) [6]. Por tanto, se seleccionó la variable NABAN como variable clave para clasificar los materiales radiactivos del resto de las mercancías.

Para tal fin, se tuvo en cuenta que los materiales radiactivos hacen parte de las mercancías que se encuentran sometidas al cumplimiento de requisitos, permisos o autorizaciones previos a la importación, para el trámite del registro o de la licencia de importación exigido por la autoridad reguladora en la materia, según la normativa vigente [7], [8]. En el anexo 19 de la Circular 18 de 2020 (y su modificación), emitida por la Dirección de Comercio Exterior del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, se encuentran las subpartidas arancelarias que amparan materiales nucleares y radiactivos sujetos a control por el Ministerio de Minas y Energía, o quien

este delegue en virtud de lo consagrado en el Decreto 381 de 2012, modificado por el Decreto 1617 de 2013, la Resolución 40223 de 2022 del Ministerio de Minas y Energía, o aquellas normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan [9], [10]. Algunas de las subpartidas arancelarias listadas en el documento, además de codificar mercancías con materiales radiactivos, clasifican otro tipo de mercancías; por ejemplo, la 8531100000 para avisadores eléctricos de protección contra robo o incendio y otros aparatos similares, bajo la cual se importan aquellos avisadores sujetos a regulación, por contener alarmas de ionización, cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de fuentes radiactivas; también codifica los avisadores con otro tipo de tecnología no sujeta a regulación. Por lo tanto, se incluyeron solo las subpartidas o posiciones arancelarias exclusivas para la clasificación de materiales nucleares y radiactivos, lo cual conduce a que las cifras estén subestimadas; no obstante, se tiene como precedente que las mercancías con materiales radiactivos que ingresan por dichas posiciones arancelarias contienen mínimas cantidades, que suelen ser exentas de regulación. En la tabla 3 se resumieron las subpar-

tidas arancelarias que fueron empleadas para clasificar los materiales radiactivos de las otras mercancías.

2.3. Preprocesamiento y transformación de datos

Teniendo en cuenta que los microdatos divulgados por el DANE no se encuentran disponibles para extraerlos por medio de un API, se descargó el archivo comprimido correspondiente a cada uno de los años, que contienen los reportes mensuales. Luego se descomprimieron y guardaron en disco los reportes mensuales en archivos del tipo CSV. En esta etapa se utilizó la herramienta de extracción, transformación y carga de datos (ETL, por sus siglas en inglés) KNIME.

Durante la carga de datos se identificó que algunos reportes no contienen la última variable y que el separador utilizado no es el mismo en todos los archivos; esta situación fue considerada en la carga de los archivos para evitar errores o pérdida de información. Además, no fue necesario realizar tareas de limpieza de datos, teniendo en cuenta que con antelación a la divulgación, el DANE realiza procesos de validación de la información.

Tabla 3. Subpartidas arancelarias seleccionadas

Subpartida arancelaria	Descripción	Control ^b
2612.10.00.00	Minerales de uranio y sus concentrados.	LIMR o VB
2612.20.00.00	Minerales de torio y sus concentrados.	LIMR o VB
2844.10.00.00	Uranio natural y sus compuestos; aleaciones, dispersiones (incluido el cermet), productos cerámicos y mezclas, que contengan uranio natural o compuestos de uranio natural.	LIMR o VB
2844.20.00.00	Uranio enriquecido en U-235 y sus compuestos; plutonio y sus compuestos; aleaciones, dispersiones (incluido el cermet), productos cerámicos y mezclas, que contengan uranio enriquecido en U-235, plutonio o compuestos de estos productos.	LIMR o VB
2844.30.00.00	Uranio empobrecido en U-235 y sus compuestos; torio y sus compuestos; aleaciones, dispersiones (incluido el cermet), productos cerámicos y mezclas, que contengan uranio empobrecido en U-235, torio o compuestos de estos productos.	P. I.
2844.41.00.00	Tritio y sus compuestos; aleaciones, dispersiones (incluido el cermet) productos cerámicos y mezclas, que contengan tritio o sus compuestos.	LIMR o VB
2844.40.90.00 ^a		
2844.42.00.00	Actinio-225, actinio-227, californio-253, curio-240, curio-241, curio-242, curio-243, curio-244, einstenio-253, einstenio-254, gadolinio-148, polonio-208, polonio-209, polonio-210, radio-223, uranio-230, o uranio-232, y sus compuestos; aleaciones, dispersiones (incluido el cermet), productos cerámicos y mezclas, que contengan estos elementos o compuestos.	LIMR o VB
2844.40.90.00 ^a		
2844.43.00.00	Los demás, elementos e isótopos y compuestos, radiactivos, aleaciones, dispersiones (incluido el cermet), productos cerámicos y mezclas, que contengan estos elementos, isótopos y compuestos.	LIMR o VB
2844.40.90.00 ^a		
2844.44.00.00	Residuos radiactivos.	P. I.
2844.40.10.00 ^a		
2844.50.00.00	Elementos combustibles (cartuchos) agotados (irradiados) de reactores nucleares.	P. I.
2845.90.00.00	Los demás isótopos, excepto los de la partida 28.44; sus compuestos inorgánicos u orgánicos, aunque no sean de constitución química definida.	LIMR o VB

^a Subpartida utilizada antes del 2022 [11]. ^b Se utilizan las mismas abreviaturas de la fuente.

LIMR: licencia de importación de materiales radiactivos. VB: visto bueno ante la VUCE. P. I.: prohibida la importación.

Fuentes: [9] y [10]

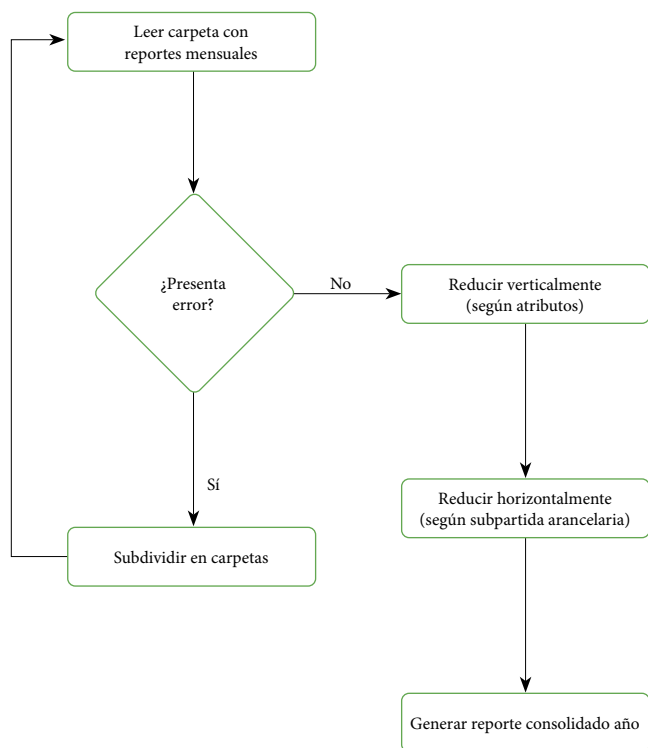


Figura 2. Actividades de preparación de datos

El esquema de trabajo propuesto para cargar los archivos o reportes mensuales se presenta en la figura 2. Se observó reducción vertical por eliminación de atributos que no son de objeto de estudio o que se consideraron insignificantes o redundantes, reducción horizontal por la clasificación de los materiales radiactivos de las otras mercancías, y, por último, consolidación en un solo archivo o consolidado anual.

Se implementó un flujo de tareas en Knime, cuyos nodos principales se presentan en la figura 3. El flujo se ejecutó en cada una de las carpetas por año. Nótese que del nodo *Column filter* se alimentan los nodos tipo *Row filter*, uno por cada una de las posiciones arancelarias listadas en la tabla 3.

Una vez se contó con los reportes anuales correspondientes a las mercancías clasificadas como *materiales radiactivos*, se implementó en Knime un flujo más simple para consolidarlas en un solo archivo para la ventana de observación de 2012 a 2022.

Por otra parte, considerando que se pretende obtener información acerca de la participación de los materiales radiactivos en las importaciones totales, se implementó un

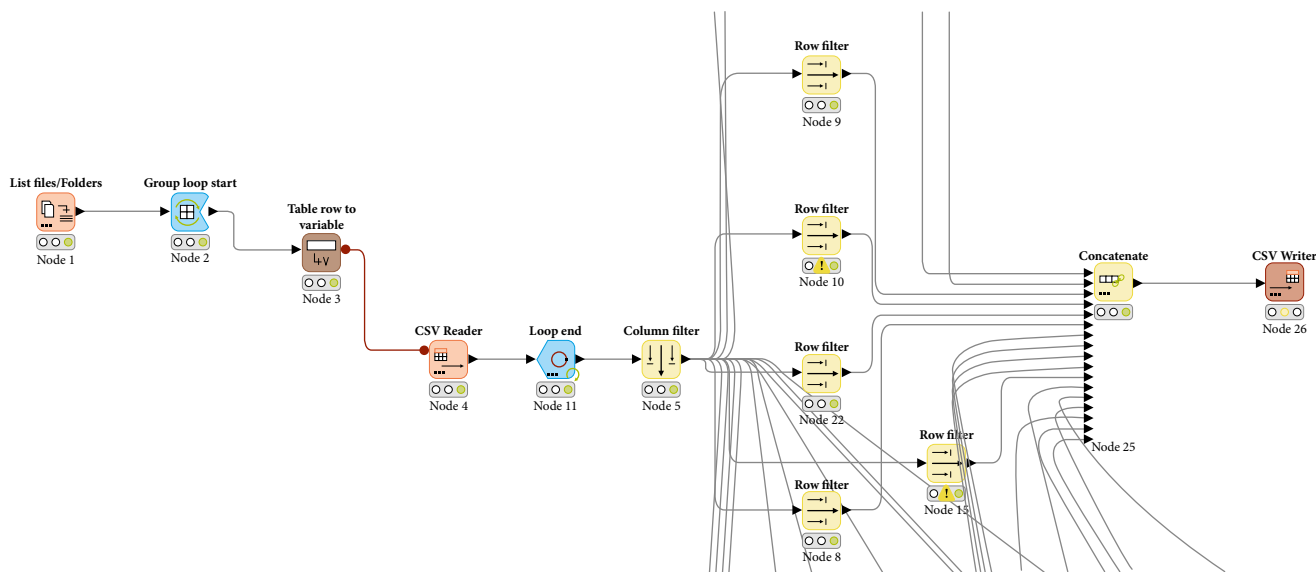


Figura 3. Implementación de flujo de trabajo En Knime para la preparación de los datos

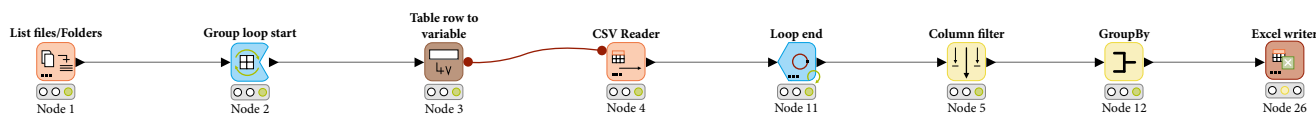


Figura 4. Implementación de flujo de trabajo en Knime para la transformación de los datos

Tabla 4. Características de los datos preprocesados y transformados

Característica	Datos preprocesados	Datos transformados
Ventana de observación	Enero de 2012 a septiembre de 2022	Enero de 2012 a septiembre de 2022
Tipo de archivo	CSV	CSV
Cantidad de atributos o variables	26	27
Cantidad de archivos	11 (un archivo por año)	1 (ventana de observación)
Total de registros o tuplas	12549	12560
Tamaño total	2,2 MB	2,6 MB

flujo de trabajo adicional para generar un reporte con registros anuales del total del valor de las otras mercancías importadas, que se consolidó con el reporte de radiactivos, y se incluyó una variable ficticia que permite su diferenciación (véase la figura 4).

El resultado de las tareas de preprocesamiento y transformación de los datos se resume en la tabla 4.

2.4. Minería de datos

En la etapa de minería de datos se genera conocimiento a partir de los datos previamente preprocesados y transformados. De acuerdo con el alcance del estudio, en esta etapa se emplearon métodos descriptivos. Se realizó un análisis exploratorio de los datos (EDA, por sus siglas en inglés) para definir aquellas variables que resultaran determinantes para la generación de información; lo anterior, teniendo en cuenta que la reducción vertical realizada en la etapa de preprocesamiento se realizó de forma subjetiva a partir de la descripción de las variables, pero no de los datos. Luego, en la herramienta Power BI se cargaron los datos procesados y generar simultáneamente las visualizaciones que permiten obtener información a partir de ellos. En la figura 5 se presenta el flujograma de las actividades realizadas en esta etapa. Para definir si una variable categórica es de interés, se analizó el gráfico de distribución y se estableció como criterio de rechazo que más del 80 % de los datos se encuentren en una sola clase. En cuanto a las variables cuantitativas, se analizaron los datos mediante frecuencias medidas de tendencia central y dispersión, y además se tuvo en cuenta su evolución o comportamiento en el tiempo.

2.5. Interpretación

El EDA permitió focalizar el estudio en unas cuantas variables que contienen la información más relevante, para caracterizar las importaciones de materiales radiactivos al país, de forma tal que no se incluya información redundante o que

no contribuya al análisis. En la tabla 5 se resumieron los objetos visuales incluidos y las variables utilizadas para interpretar los resultados.

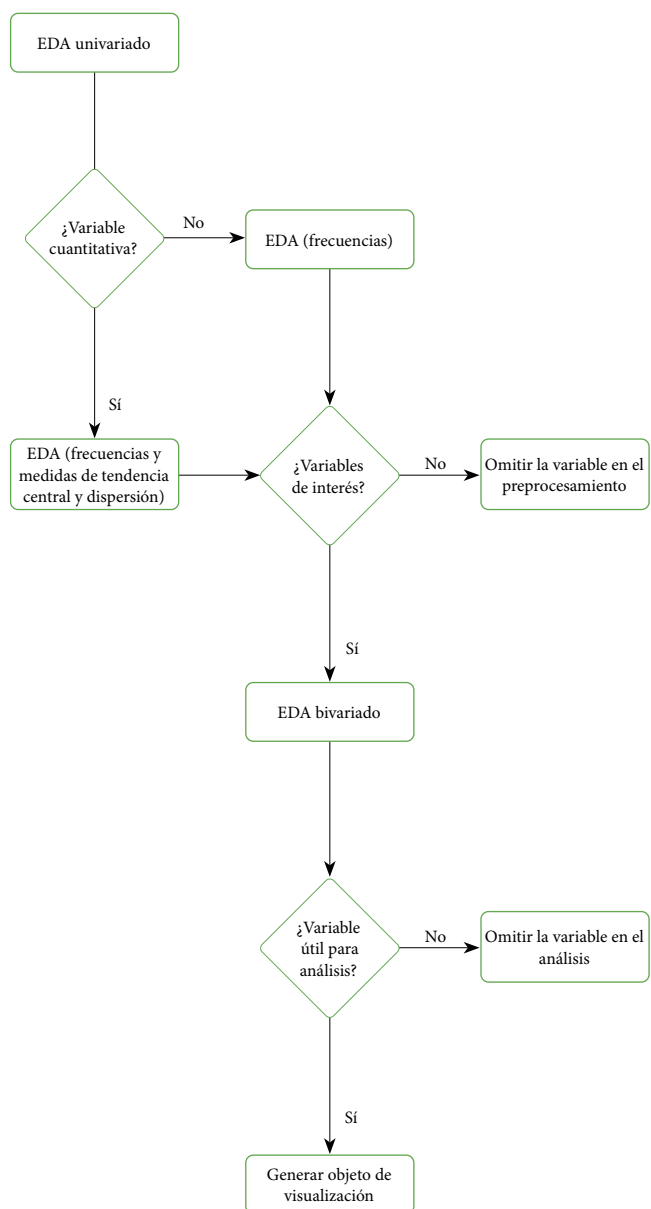
**Figura 5.** Actividades de minería de datos

Tabla 5. Objetos visuales

Objeto visual	Variables	Descripción
Segmentación de datos	FECH	Se extrae el año de la fecha del proceso de importación
Series de tiempo	VAFODO	Variable clave para representar las mercancías importadas en términos de su valor comercial. Valores en dólares de la mercancía. Se representa como el total en miles de dólares en la visualización (miles USD).
	PNK	Peso neto de las mercancías (kg)
	Fletes y otros gastos	Variable definida como la suma del valor de los fletes, seguros y otros gastos
Gráficos de distribución	NABAN	Variable clave para clasificar los datos de los materiales radiactivos
	CODLUIN	Ciudad de ingreso de las importaciones
	RZIMPO	Razón social del importador, variable para identificar los importadores más relevantes en el mercado de los materiales radiactivos
Mapa	DEPTODES	Departamento de destino
	PAISCOM	País de compra
	PAISPRO	País de procedencia

3. Resultados

La visualización interactiva se encuentra disponible para consulta en el siguiente enlace: bit.ly/3liVznm. La visualización permite generar información segregada de acuerdo con el interés del usuario. A continuación se presenta un resumen de la información obtenida.

3.1. Participación de los materiales radiactivos en las importaciones del país

Las importaciones colombianas de materiales radiactivos en valores FOB, desde enero de 2012 hasta septiembre de 2022, fueron de 60914984 dólares, correspondientes al 0,011% del total de las importaciones. En la tabla 6 se incluyó un conso-

lido anual de las importaciones en valores FOB, tanto de materiales radiactivos como del total de las mercancías; con esos valores se determinó la participación de este mercado.

3.2. Cantidades importadas según el peso neto

En términos del peso neto de las mercancías, las importaciones a Colombia de materiales radiactivos en el periodo de enero de 2012 a septiembre de 2022 fueron de 93591,05 kg. En la figura 6 se muestra la evolución anual de las cantidades importadas en términos del peso neto de las mercancías. Se observó que se han presentado dos periodos (2014-2016 y 2018-2020) con tendencia decreciente, que se corresponden con el comportamiento de las cantidades importadas en términos del valor FOB de las mercancías.

Tabla 6. Participación de los materiales radiactivos en el total de las importaciones

Año	Valor FOB de importaciones totales (miles USD)	Valor FOB de importaciones de materiales radiactivos (miles USD)	Participación de los materiales radiactivos
2012	56102148,1	6885,4	0,012 %
2013	56620327,2	4863,7	0,009 %
2014	61087815,1	6236,3	0,010 %
2015	51598040,0	5867,3	0,011 %
2016	42849436,1	4991,4	0,012 %
2017	43972262,9	5462,7	0,012 %
2018	48944671,4	6241,1	0,013 %
2019	50270764,7	5585,4	0,011 %
2020	41185406,5	4373,8	0,011 %
2021	56648799,0	5539,1	0,010 %
2022*	54690777,6	4868,9	0,009 %
Total	563970448,5	60915,0	0,011 %

* Enero a septiembre.

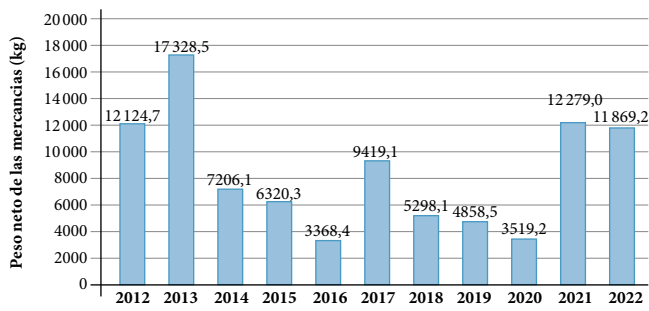


Figura 6. Evolución anual de las importaciones de materiales radiactivos, en términos del peso neto

Al analizar de forma segregada los datos del peso neto de las mercancías importadas según el importador, se observó en algunos importadores un comportamiento atípico con respecto al valor de las mercancías. Por ejemplo, considerando los dos importadores más relevantes en toda la ventana de observación, hubo una disminución significativa a partir del 2014 que no se corresponde con las cantidades importadas según el valor de las mercancías, pues el valor más alto fue de 4779,14 kg en el 2013, pasando a 963,13 kg en 2014 y concluyendo en 2021 con 121,85 kg. De lo anterior se infirió que pudo presentarse, a partir del 2014, un cambio en la forma de declarar el peso de las mercancías por parte de los importadores; es posible que antes se estuviera considerando, además del peso de los materiales radiactivos, el peso del blindaje.

3.3. Evolución de la importación de materiales radiactivos

En la figura 7 se presenta con periodicidad anual la evolución del total de los materiales radiactivos importados en términos del valor FOB de las mercancías (miles de dólares) y en el eje secundario se compara con el valor promedio por peso neto de las mercancías (miles de dólares/kg). Se observó el impacto de la pandemia de covid-19 en la importación de materiales radiactivos, puesto que el 2020 fue el periodo con menores importaciones de materiales radiactivos en

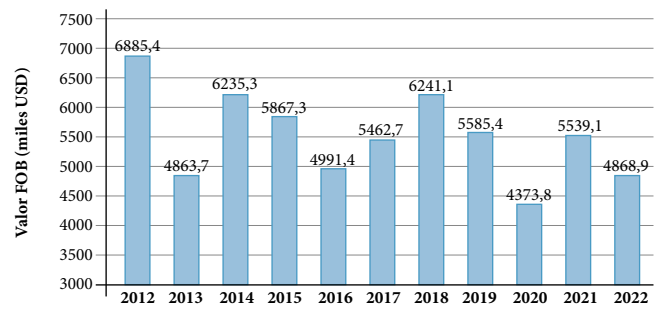


Figura 7. Evolución anual de las importaciones de materiales radiactivos, en términos del total del valor FOB de las mercancías y del valor promedio por peso neto

términos del valor total de las mercancías (4,37 millones de dólares), en la ventana de observación del 2012 al 2022. Las cifras de importaciones colombianas de materiales radiactivos realizadas en el 2020 ratifican la información referente a que las medidas gubernamentales que se adoptaron para la prevención del covid-19 generaron principalmente afectación por limitación o restricción de operaciones [12].

Por otra parte, se observó el incremento de las importaciones en el 2021, lo cual puede ser indicio de que se ha superado la contingencia impuesta por la pandemia y que se están regularizando los precios de las mercancías y los costos asociados a la importación. Con el fin de proporcionar información más detallada, en la visualización interactiva se presenta un objeto gráfico que representa la evolución mostrada en la figura 7, con periodización anual y trimestral.

3.4. Principales importadores de materiales radiactivos

Se identificó cuáles son los principales importadores de materiales radiactivos, en función del total del valor FOB de las mercancías que han importado desde enero de 2012 hasta septiembre de 2022. En la tabla 7 se listó el *top 10* de los importadores de materiales radiactivos y el porcentaje de las importaciones con respecto al importador principal. Además, se incluyó una identificación correspondiente al uso principal dado a los materiales radiactivos importados.

Tabla 7. Principales importadores de materiales radiactivos

Razón social del importador	Valor FOB de radiactivos (miles USD)	Porcentaje respecto al principal	Uso
Comercializadora de Material Científico e Industrial S. A. S.	11474	100,0 %	Médico
Quirúrgicos Ltda.	11099	96,7 %	Médico
Selig de Colombia S. A.	9562	83,3 %	Médico
Bayer S. A.	3796	33,1 %	Médico
Isomedix Technology S. A. S.	3395	29,6 %	Médico
Schlumberger Surencó S. A.	2905	25,3 %	Industrial
Weatherford Colombia Limited	1163	10,1 %	Industrial
Baker Hughes de Colombia	1021	8,9 %	Industrial
Importtrans Radiactivos Ltda.	865	7,5 %	Médico
Pharmanuclear S.A.S.	861	7,5 %	Médico

3.5. Cantidades importadas según posición arancelaria

Como se mencionó, la posición arancelaria fue el atributo utilizado para identificar las importaciones de materiales radiactivos en la totalidad de los registros. Aunque no fue posible tener una descripción completa de las mercancías, en la tabla 8 se listaron, por cada subpartida, las cantidades de materiales radiactivos importadas desde enero de 2012 hasta septiembre de 2022, en términos del total del valor FOB de las mercancías. Se observó que el 89,81 % de los materiales radiactivos importados son declarados en la posición arancelaria 2844409000, correspondiente a “los demás elementos e isótopos y compuestos radiactivos”. La subpartida en mención fue sustituida a partir del 2022 con la creación de las subpartidas 2844410000, 2844420000 y 2844430000 [10]. En la visualización interactiva se aprecia que a partir del 2022, la subpartida 2844409000 ya no es utilizada por los importadores para clasificar sus mercancías. Por otra parte, se determinó que en la posición arancelaria 2844401000, correspondiente a “residuos radiactivos”, y cuya importación se encuentra prohibida, se declaró la importación de mercancías en el segundo trimestre de 2012, segundo trimestre de 2017 y primer trimestre de 2018, por valor total de 92622 dólares; con los datos disponibles no fue posible corroborar

si las mercancías efectivamente son residuos radiactivos u otro tipo de mercancía que fue erróneamente clasificada en su posición arancelaria.

4. Conclusiones

Con un proceso de minería de datos fue posible procesar los microdatos dispuestos por el DANE, correspondientes a las declaraciones de importación ante la DIAN entre enero de 2012 y septiembre 2022, para generar información que revela cifras relacionadas con las importaciones de materiales radiactivos en Colombia. Se identificó que el atributo de la posición arancelaria “NABAN” es clave para clasificar los materiales radiactivos del resto de las mercancías, y de esta manera, generar información relacionada con su importación al país. La visualización interactiva desarrollada permite segmentar datos y obtener información según el interés propuesto; por ello, constituye una herramienta para la toma de decisiones por las partes interesadas, con base en la información, y, además, para verificar la efectividad de las medidas de control.

Con el precedente de que el proceso KDD es cíclico, la estrategia implementada puede ser utilizada para ampliar la

Tabla 8. Importación de materiales radiactivos según posición arancelaria

Posición arancelaria	Valor FOB de las mercancías (miles USD)	Porcentaje del total
2844409000	54710,3	89,81 %
2844430000	3743,8	6,15 %
2845900000	1907,4	3,13 %
2844420000	299,4	0,49 %
2844300000	142,4	0,23 %
2844401000	92,6	0,15 %
2844100000	15	0,02 %
2844410000	4	0,01 %

ventana de observación, teniendo en cuenta que los datos son permanentemente actualizados, y a la vez, incorporando fuentes de información o análisis provenientes del sector. Este flujo de trabajo podría ser ajustado con otra fuente de datos para generar información de la importación de materiales radiactivos de otros países, ya que la posición arancelaria es un estándar utilizado a nivel mundial para clasificar las mercancías; o con otro enfoque, modificando la posición arancelaria, podría generarse información para otros mercados. Además, con la información obtenida sería posible abordar en trabajos futuros otras técnicas de analítica avanzada, por ejemplo, mediante el análisis de series de tiempo para pronosticar la evolución del mercado.

Referencias

- [1] Servicio Geológico Colombiano. (2022). *Instalaciones autorizadas para el empleo de material radiactivo*. [En línea]. Disponible en <https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/AsuntosNucleares/Documents/instalaciones-autorizadas/instalaciones-autorizadas-24-11-2022.pdf>
- [2] “Estas son las 13 ciudades en Colombia en las que se acabaron los radiofármacos para diagnosticar y tratar pacientes con cáncer”, *Revista Semana*, 23 de noviembre de 2022. Disponible en <https://www.semana.com/nacion/articulo/estas-son-las-13-ciudades-de-colombia-en-la-que-se-acabaron-los-radiofarmacos-para-diagnosticar-y-tratar-a-pacientes-con-cancer/202256/>
- [3] S. R. Timarán-Pereira, I. Hernández-Arteaga, S. J. Caicedo-Zambrano, A. Hidalgo-Troya y J. C. Alvarado-Pérez, “El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos”, *Ingenierías*, vol. 8, n.º 26, pp. 37-47, 2016.
- [4] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), “Ficha metodológica de importaciones-IMPO”. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Dirección de Metodología y Producción Estadística, Equipo Técnico de Estadísticas de Importaciones, Colombia, 2015, p. 4. https://microdatos.dane.gov.co/catalog/473/download/10130/Ficha_metodologica_importaciones.pdf
- [5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2022). “Colombia: Estadísticas de Importaciones, IMPO, 2012 a 2022”. [Internet]. Disponible en https://microdatos.dane.gov.co/catalog/473/get_microdata
- [6] Procolombia. (2021). “¿Quiero conocer la posición arancelaria de mi producto?”. [Internet]. Disponible en <https://www.colombiatrade.com.co/preguntas-frecuentes/quiero-conocer-la-posicion-arancelaria-de-mi-producto>
- [7] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020, sep. 3). “Circular 18 del 3 de septiembre de 2020: Requisitos, permisos y autorizaciones exigidos previamente a la presentación de las solicitudes de registro y de licencia de importación, por parte de las entidades que participan en la ventanilla única de comercio”. [En línea]. Disponible en <https://www.mincit.gov.co/getattachment/8fb2865c-8372-4527-a632-238b221ac2d1/Circular-018-del-03-de-septiembre-de-2020-requisit.aspx>
- [8] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022, oct. 20). “Circular 22 del 20 de octubre de 2022: Modificación de la circular 18 de 2020 y de sus anexos, modificada por las circulares 4, 7, 11, 18 y 25 de 2021, 4 y 6 de 2022”. [En línea]. Disponible en <https://www.mincit.gov.co/getattachment/6a61409a-9f4d-4304-954e-d0449c5e-f0dc/Circular-022-del-20-de-octubre-de-2022.aspx>
- [9] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020, sep. 3). “Anexo n.º 19. Circular 18 del 3 de septiembre de 2020”. [En línea]. Disponible en <https://www.mincit.gov.co/normatividad/circulares/2020/documentos/anexo-no-19.aspx>
- [10] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022, oct. 20). “Anexo n.º 19. Circular 18 del 3 de septiembre de 2020”. [En línea]. Disponible en <https://www.mincit.gov.co/normatividad/circulares/2022/documentos/23-10-2022-anexo-no-19-ministerio-de-minas-y-energ.aspx>
- [11] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022). “Colombia. VII enmienda al sistema armonizado de designación y codificación de mercancías. Correlativas 2017-2022”. [En línea]. Disponible en <https://www.dian.gov.co/aduanas/Documents/Correlativas-Colombia-2022-2017.pdf>
- [12] A. Sánchez-Galindo, J. G. Ramírez y G. A. Parrado, “Percepciones del impacto de la pandemia de covid-19 en las instalaciones radiactivas de Colombia”, *Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares*, n.º 4, pp. 73-82, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.32685/2590-7468/in-vapnuclear.4.2020.542>