



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Investigación De Mercado De Polietilenglicol  
Para Ampliar La Gama De Productos Para Una  
Empresa Del Sector Químico-Industrial**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

12/01/2026

**P R E S E N T A**

Cristian Giovanni Murua Norwood



M.A. Víctor Manuel Vázquez Huarota  
Coordinación de Titulación

**ASESOR DE INFORME**

Dr. Octavio Estrada Castillo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026

## Índice

<b>1. <i>Introducción</i></b> .....	<b>5</b>
<b>2. <i>Antecedentes</i></b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3 Participación de las importaciones en el Consumo Nacional Aparente</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 Porcentaje de empresas de la industria química que se concentran en México por entidad federativa</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Contexto del Proyecto</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Identificación de la Problemática</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3 Metodología y Desarrollo del Trabajo</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 Herramientas Analíticas Empleadas</b> .....	<b>14</b>
<b>4. <i>Metodología utilizada</i></b> .....	<b>15</b>
<b>4.1 Fuentes de datos y muestreo</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2 Procesamiento de los datos</b> .....	<b>16</b>
4.2.1 Instalación, carga de paquetes e inspección inicial .....	16
4.2.2 Importación y limpieza de datos.....	17
4.2.3 Transformación y limpieza de datos .....	17

4.2.4 Agrupación mensual .....	18
<b>4.3 Análisis estadístico .....</b>	<b>20</b>
4.3.1 Modelado de regresión .....	20
4.3.2 Análisis de series de tiempo .....	21
<b>4.4 Limitaciones metodológicas .....</b>	<b>22</b>
<b>5. Resultados.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Comportamiento de las Importaciones .....</b>	<b>23</b>
5.1.1 Comportamiento mensual de volumen, valor y precio promedio del Polietilenglicol importado en 2020	24
<b>5.2 Comportamiento de las Exportaciones .....</b>	<b>25</b>
5.2.1 Comportamiento mensual de volumen, valor total y precio unitario promedio del Polietilenglicol exportado en 2020 .....	26
<b>5.3 Comparación de Volúmenes Importados y Exportados .....</b>	<b>27</b>
5.3.1 Comparación mensual de volúmenes de importación y exportación de Polietilenglicol durante 2020 .....	28
<b>5.4 Modelos de Regresión .....</b>	<b>29</b>
5.4.2 Regresión Lineal Múltiple .....	29
<b>5.5 Series de Tiempo .....</b>	<b>30</b>
5.5.1 Proyección de Importaciones .....	30
5.5.2 Proyección de Exportaciones.....	32

<b>5.6 Evaluación logística y distribución del Polietilenglicol .....</b>	<b>33</b>
5.6.1 Análisis Logístico del Polietilenglicol en México .....	33
5.6.2 Infraestructura portuaria nacional .....	34
5.6.3 Operadores logísticos especializados .....	35
5.6.4 Principales comerciantes del Polietilenglicol en México .....	36
5.6.5 Implicaciones para la distribución del Polietilenglicol .....	36
<b>6. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>38</b>
<b>7. Apéndice .....</b>	<b>40</b>
<b>7.1 Tablas utilizadas durante el análisis .....</b>	<b>40</b>
7.1.1 Participación % de la industria química en el PIB .....	40
7.1.2 Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química (Miles de Ton) .....	41
7.1.3 Valor de la producción y comercio exterior de la industria química (Millones de USD) .....	41
7.1.4 Capacidad Instalada en la Industria Química .....	42
7.1.5 Países importadores de PEG .....	43
7.1.6 Empresas importadoras de PEG .....	43
7.1.7 Estados importadores de PEG .....	44
7.1.8 Países y empresas importadoras de PEG .....	45
7.1.9 Estados importadores de PEG .....	46

7.1.10 Inversión de la Industria Química en Millones de dólares.....	46
7.1.11 Producción PEMEX y producción privada en la IQ.....	47
7.1.12 Producción PEMEX y producción privada en la IQ.....	48
<b>7.2 Gráficas utilizadas para el análisis de resultados.....</b>	<b>49</b>
<b>7.2.1 Producción en la Industria Química .....</b>	<b>49</b>
7.2.2 Capacidad Instalada en la Industria Química.....	50
<b>7.3 Mapas.....</b>	<b>51</b>
7.3.1 Puertos y terminales principales en la República Mexicana.....	51
7.3.2 Mapa los puntos logísticos importantes la República Mexicana .....	51
<b>7.4 Diagrama de flujo del proceso metodológico de la investigación .....</b>	<b>52</b>
<b>7.5 Estimación de inversión económica del proyecto.....</b>	<b>53</b>
<b>7.6 Glosario.....</b>	<b>54</b>
<b>8. Bibliografía y referencias consultadas.....</b>	<b>71</b>

## 1. Introducción

En el presente informe, documenté la investigación de mercado que realicé durante mis prácticas profesionales en el departamento de Ventas Automotrices de una empresa trasnacional del sector químico. Me enfoqué en el análisis del comportamiento del comercio exterior del Polietilenglicol (PEG) en México, insumo que identifiqué como estratégico dentro de la industria química nacional debido a sus aplicaciones en sectores clave como el farmacéutico, automotriz, alimentario y cosmético (Asociación Nacional de la Industria Química [ANIQ], 2021).

Fundamenté la necesidad de este estudio en la carencia de información estructurada y específica que permitiese evaluar, de manera objetiva, la viabilidad comercial del PEG en el mercado nacional. Si bien la organización disponía de datos generales, detecté que no existía un análisis cuantitativo que describiera el comportamiento histórico de las importaciones y exportaciones, ni elementos técnicos suficientes para sustentar la incorporación del producto al portafolio comercial. Determiné que esta ausencia de información constituía un riesgo crítico para la toma de decisiones estratégicas en un entorno de alta competitividad y volatilidad (Malhotra, 2019).

Para atender esta problemática, desarrollé un estudio con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-correlacional, mediante el cual analicé registros históricos del año 2020 obtenidos de fuentes oficiales como la ANIQ y el SICM. Para el procesamiento, modelado e interpretación de la información, empleé el software estadístico R, herramienta de amplia difusión en los ámbitos académico y profesional para el análisis estadístico, econométrico y de series de tiempo (R Core Team, 2023; James et al., 2021).

Desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial, el desarrollo de este proyecto me permitió aplicar y fortalecer conocimientos especializados en análisis de datos, estadística aplicada, modelado cuantitativo y evaluación de procesos logísticos. Integré información técnica y económica para sustentar la toma de decisiones estratégicas, desarrollando una visión analítica y sistémica alineada con los principios de eficiencia y competitividad (Malhotra, 2019). Por lo expuesto, el presente

informe detalla el proceso analítico y los hallazgos obtenidos, estableciendo en las secciones siguientes los objetivos y la metodología que rigieron mi intervención profesional.

### 1.1 Objetivo general

Realicé un estudio de mercado integral para identificar las oportunidades de negocio asociadas al Polietilenglicol (PEG) y evalué la viabilidad técnica y comercial de ampliar el portafolio de productos de una empresa del sector químico. Para ello, desarrollé un análisis cuantitativo de la oferta, la demanda, la competencia, las estructuras de precios y las rutas logísticas en México durante el ejercicio 2020, con el propósito de generar información estratégica que sustentara la toma de decisiones empresariales.

## 2. Antecedentes

Durante mi investigación, identifiqué que la industria química en México se consolidó como un pilar estratégico del desarrollo industrial, al participar activamente en la transformación de hidrocarburos en una amplia gama de productos intermedios y finales. Verifiqué que esta industria constó de más de 40 ramas productivas, vinculadas a sectores como el automotriz, agrícola, textil y de empaques, lo cual me permitió dimensionar su relevancia dentro de las cadenas de valor nacionales e internacionales (Asociación Nacional de la Industria Química [ANIQ], 2021).

Dentro de este sector, analicé los subsectores con mayor participación, encontrando que los productos inorgánicos, la petroquímica y las resinas sintéticas lideraron el mercado. En términos de volumen, observé que los inorgánicos representaron el 25.7%, seguidos de la petroquímica (24.5%) y las resinas sintéticas (19.9%). No obstante, al analizar el valor de ventas, constaté que la petroquímica mantuvo el liderazgo con un 38.2%, seguida de las resinas sintéticas con un 34.6%, mientras que los inorgánicos representaron únicamente el 9.1% (ANIQ, 2021).

Interpreté este desglose de participación de mercado como una señal de alta concentración en productos con un fuerte enfoque en procesos de transformación. Desde la óptica de la ingeniería industrial, esta configuración del sector me proporcionó las fronteras del sistema para mi análisis de las importaciones y exportaciones de Polietilenglicol (PEG). Consideré que el PEG, al ser un insumo crítico en aplicaciones farmacéuticas, automotrices y alimenticias, requería una evaluación técnica de su flujo comercial para optimizar la cadena de suministro de la organización. Finalmente, la tendencia creciente de la industria en el PIB (de 1.1% a 2.05%) validó la relevancia de aplicar modelos cuantitativos en este sector para asegurar la competitividad y la eficiencia operativa en un mercado en expansión (ANIQ, 2021).

## 2.1 Participación en porcentaje de la industria química en el PIB

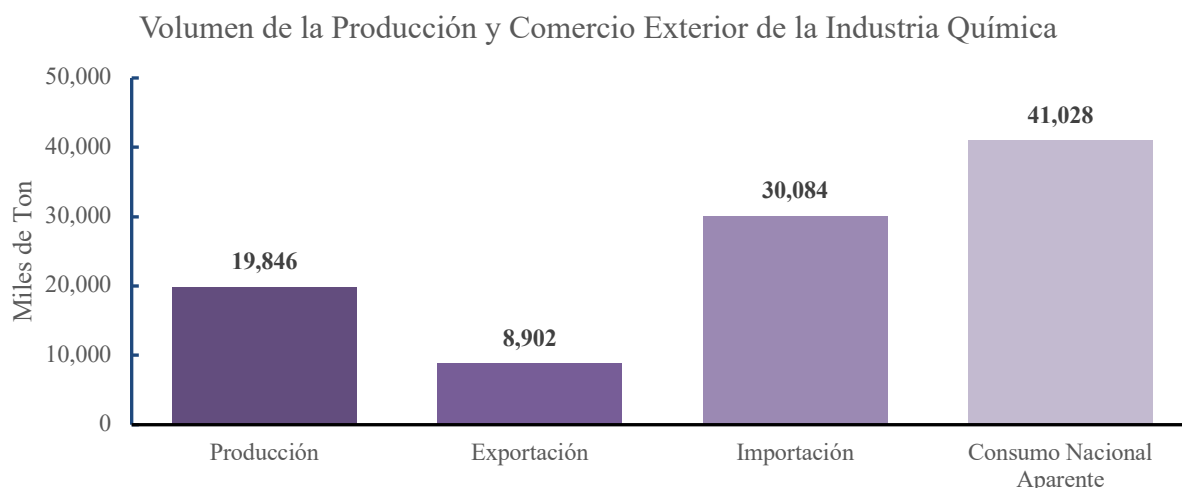


Gráfica 1. Participación % de la industria química en el PIB.

Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\*Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Al analizar los indicadores macroeconómicos, verifiqué que la industria química mantuvo una trayectoria de crecimiento sostenido en su aportación a la economía nacional. Observé que su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) se incrementó del 1.1% en 2010 al 2.05% al cierre del ejercicio 2020. Consideré que esta tendencia reafirmó la importancia estratégica del sector y validó la pertinencia de realizar estudios técnicos que aseguren la competitividad de las empresas que operan en este mercado.

## 2.2 Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química

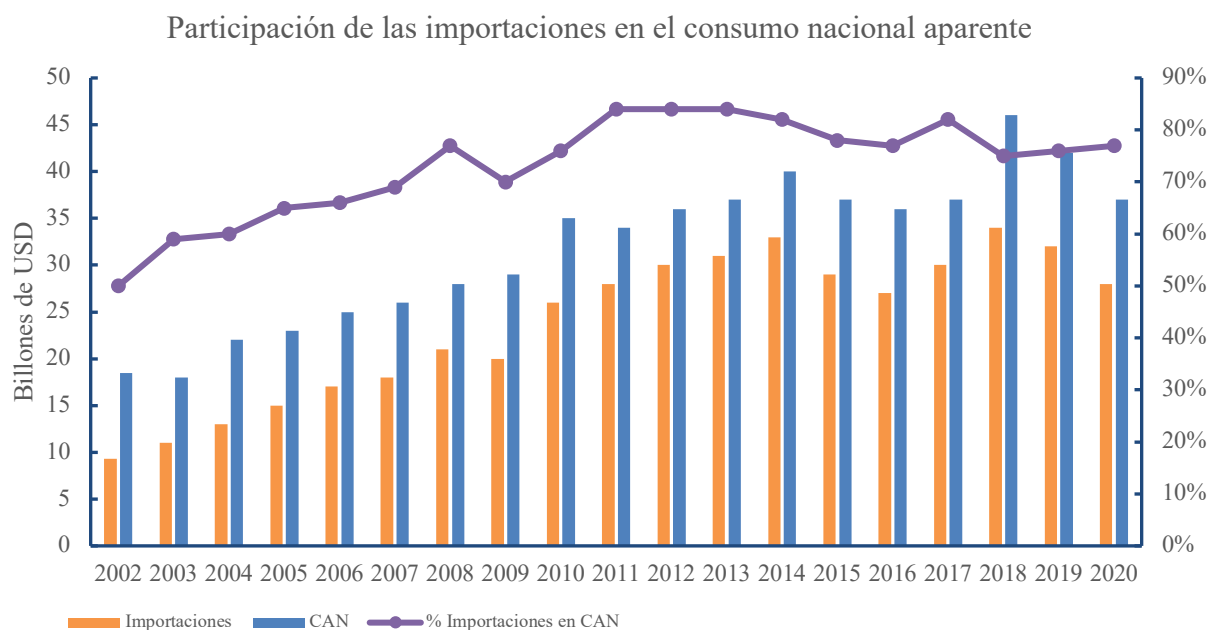


Gráfica 2. Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química

Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

En este apartado, analicé los flujos de materiales del sector durante el ejercicio 2020. Identifiqué que la producción nacional se situó en 19.8 millones de toneladas, lo que representó una disminución del 4.4% respecto al periodo anterior. De forma paralela, cuantifiqué un aumento del 5.5% en el volumen de importaciones para solventar un Consumo Nacional Aparente de 41.0 millones de toneladas. Interpreté estos datos como una brecha de abastecimiento derivado de la caída operativa de productores locales, lo cual fundamentó técnicamente la necesidad de estudiar el mercado de importación del PEG como una solución de suministro.

### 2.3 Participación de las importaciones en el Consumo Nacional Aparente

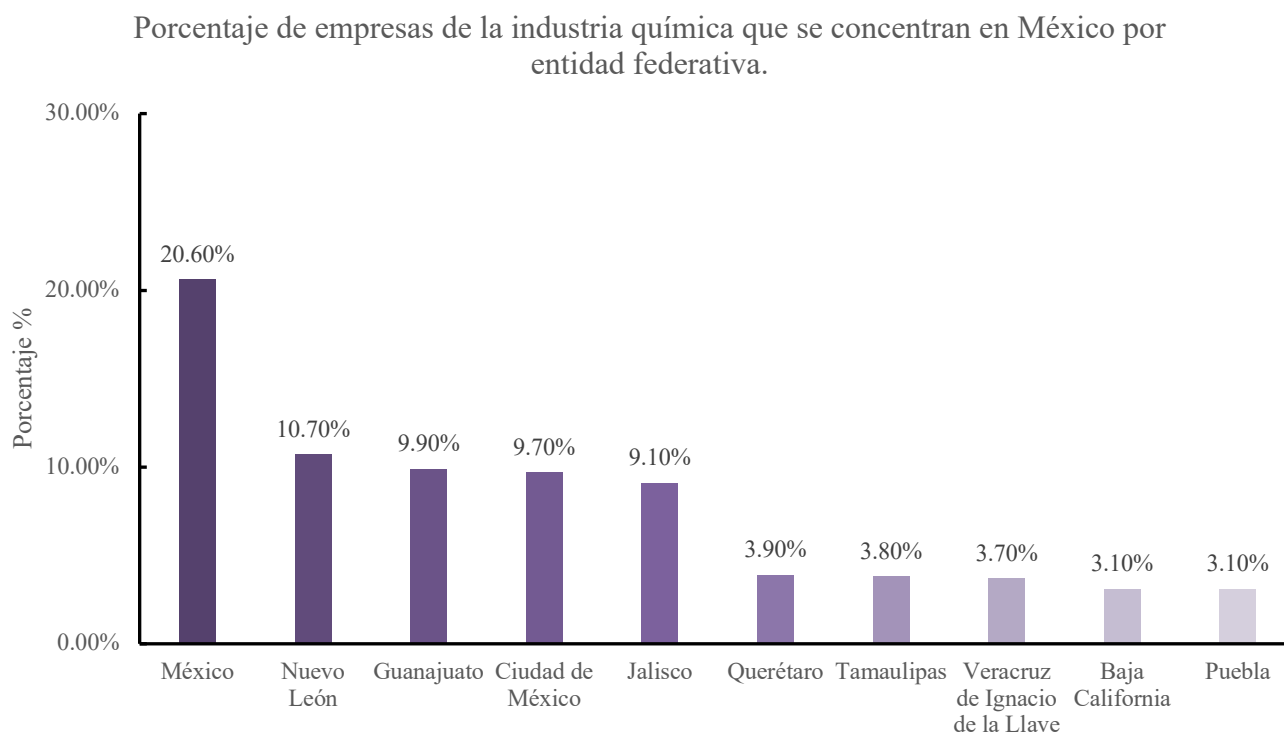


Gráfica 3. Participación de las importaciones en el Consumo Nacional Aparente.

Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Evalué la evolución histórica de las importaciones en el Consumo Nacional Aparente (CNA), las cuales pasaron de representar el 50% en 2002 al 77% en 2020 (ANIQ, 2021). Interpreté este crecimiento estructural en la dependencia externa como una oportunidad estratégica para que la organización se posicionara como proveedor clave. Desde la ingeniería industrial, consideré que este diagnóstico validó la viabilidad técnica de ampliar el portafolio comercial mediante la importación de insumos especializados.

## 2.4 Porcentaje de empresas de la industria química que se concentran en México por entidad federativa



Gráfica 4. Porcentaje de empresas de la industria química que se concentran en México por entidad federativa.

Fuente: Elaboración propia en Excel con Información del Directorio de Unidades Económicas de INEGI 2016.

Nota: Estos porcentajes no consideran a las empresas enfocadas a la industria farmacéutica, pinturas y jabón. Además, incluye solo unidades económicas en el que su personal contratado es de más de once personas en adelante.

Identifiqué en esta situación un entorno favorable para desarrollar estrategias de mercado fundamentadas en análisis cuantitativos. Particularmente, a través del estudio del comportamiento de las importaciones y exportaciones de Polietilenglicol (PEG), detecté patrones de consumo, estructuras de distribución, precios promedio y niveles de dependencia comercial. Desde la ingeniería industrial, consideré que estos hallazgos técnica y analíticamente sustentados fueron la base para mitigar la incertidumbre en la toma de decisiones estratégicas.

## 2.5 Infraestructura logística y concentración geográfica de la industria química

Identifiqué que la industria química en México se concentra mayoritariamente en cinco entidades: Estado de México, Ciudad de México, Jalisco, Guanajuato y Nuevo León, las cuales representan el 55% de los establecimientos nacionales (INEGI, 2021). Evalué esta distribución como un factor estratégico, ya que la proximidad a corredores industriales y fronteras favorece la eficiencia operativa.

En cuanto a la infraestructura, analicé la red integrada por 101 puertos y 15 terminales, destacando a Veracruz, Altamira y Manzanillo como nodos críticos para el flujo de productos químicos (SICM, 2021). Asimismo, verifiqué la disponibilidad de servicios de almacenaje y trasvase mediante proveedores especializados como Andino Terminales y Vopak (2023). Consideré que esta sólida infraestructura logística constituye una ventaja competitiva que aseguró la viabilidad del manejo y distribución eficiente del PEG, bajo estándares internacionales de seguridad y calidad (OECD, 2018).

### 3. Contexto del proyecto y problema a resolver

#### 3.1 Contexto del Proyecto

Desarrollé mis actividades profesionales en el área de Ventas del sector Automotriz para una empresa trasnacional del sector químico. Durante este periodo, participé en un proyecto estratégico cuyo objetivo fue evaluar la viabilidad comercial del Polietilenglicol (PEG) en el mercado químico nacional. Mi intervención consistió en determinar si existía una oportunidad sólida para integrar este producto al portafolio de la organización, lo cual representó un desafío técnico de planeación, ya que de mi diagnóstico dependía la decisión de presentar un estudio de mercado a nivel global dentro de la corporación.

#### 3.2 Identificación de la Problemática

Identifiqué como el principal obstáculo en este proyecto la ausencia de información estructurada y confiable, específicamente datos estadísticos actualizados de importaciones y exportaciones sobre el Polietilenglicol (PEG) que sirvieran como base para la toma de decisiones estratégicas.

Aunque detecté que este producto químico tiene aplicaciones significativas en diversos sectores industriales, incluyendo el farmacéutico, automotriz, alimentario y cosmético según datos de la ANIQ (2021), constaté que la empresa carecía de un análisis comprehensivo sobre su comportamiento comercial específico en el mercado mexicano.

Determiné que la falta de información se centraba particularmente en aspectos críticos como los patrones de importación y exportación, así como la evolución de precios del PEG en el país. Desde mi perspectiva profesional, concluí que, sin esta base analítica, cualquier decisión comercial representaba un riesgo considerable para la organización, lo que justificó mi intervención técnica para generar el sustento necesario.

### 3.3 Metodología y Desarrollo del Trabajo

En mi participación profesional, me centré en el desarrollo de un proceso sistemático de recopilación, depuración y análisis de información proveniente de fuentes oficiales reconocidas. Trabajé principalmente con datos de la Secretaría de Economía, obtenidos a través del Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM), así como con información de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ).

Consideré que la colaboración con la ANIQ resultó particularmente valiosa, dado que esta organización procesa y organiza la información oficial del comercio exterior disponible para sus miembros. Esto me permitió contar con acceso a bases de datos específicas para el Polietilenglicol, con un nivel de precisión en la fracción arancelaria 3404.20.01.00, lo que facilitó mi gestión de los datos procesados.

### 3.4 Herramientas Analíticas Empleadas

Llevé a cabo el procesamiento, modelado e interpretación de los datos mediante el software R, el cual seleccioné por su potencia en análisis estadístico y econométrico (R Core Team, 2023; James, Witten, Hastie & Tibshirani, 2021). Adicionalmente, desarrollé un análisis geográfico-logístico en el que examiné la concentración territorial de la industria química mexicana y evalué la infraestructura portuaria disponible. Este análisis, fundamentado en información de SEMAR (2022) y ANIQ (2021), lo ejecuté con el propósito de evaluar las condiciones operativas reales que enfrentaría la empresa para implementar una estrategia de distribución nacional del producto.

## 4. Metodología utilizada

Desarrollé la investigación mediante un enfoque cuantitativo, analizando los fenómenos a través de datos numéricos y técnicas estadísticas para garantizar resultados objetivos y generalizables (Hernández Sampieri et al., 2014; Malhotra, 2019). Elegí esta metodología porque me permitió categorizar patrones de mercado sin intervenir en las condiciones de los fenómenos estudiados, asegurando la integridad técnica del diagnóstico.

Asimismo, establecí un alcance descriptivo y correlacional orientado al análisis del comportamiento del mercado del Polietilenglicol (PEG) en México. Siguiendo a Malhotra (2019), utilicé el estudio descriptivo para obtener una representación precisa de los flujos comerciales, mientras que el componente correlacional me permitió examinar relaciones entre variables críticas como el volumen importado, el precio unitario y el valor comercial de las transacciones.

### 4.1 Fuentes de datos y muestreo

Obtuve la información a través de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), mediante una base de datos privada a la que accedí por medio de una afiliación institucional con una empresa del sector químico. Identifiqué que esta base se alimentó de registros oficiales del Sistema de Información de Comercio Exterior Mexicano (SICM), administrado por la Secretaría de Economía, el cual me proveyó datos detallados sobre importaciones y exportaciones, incluyendo volumen (kg), valor (USD), país de origen y destino, fracción arancelaria y fecha de operación.

Dada la naturaleza de los registros aduanales, implementé un muestreo no probabilístico de tipo intencional, donde seleccioné únicamente los registros correspondientes a fracciones arancelarias específicas del Polietilenglicol (fracción 3404.20.01.00), en estado puro o sin mezclar, y con registros completos de volumen y valor monetario. Consideré que este filtrado fue necesario debido a la clasificación poco específica que puede agrupar bajo una misma fracción distintos productos de características variables (Malhotra, 2008).

## 4.2 Procesamiento de los datos

Realicé el procesamiento de los datos utilizando el lenguaje de programación R (versión 4.3.0), un entorno que seleccioné por ser ampliamente utilizado en estadística aplicada e ingeniería de datos (Venables & Smith, 2022). Utilicé diferentes paquetes y librerías del lenguaje para importar, limpiar, manipular y analizar los datos de importación y exportación de Polietilenglicol. A continuación, describo cada paso ejecutado con sus respectivas funciones y fórmulas empleadas.

### 4.2.1 Instalación, carga de paquetes e inspección inicial

Para poder trabajar con los datos, instalé y cargué los siguientes paquetes en el entorno de R:

```
install.packages(c("readr", "dplyr", "ggplot2", "lubridate", "forecast", "car"))  
  
library(readr)  
library(dplyr)  
library(ggplot2)  
library(lubridate)  
library(forecast)  
library(car)
```

#### 4.2.2 Importación y limpieza de datos

Importé los archivos de importaciones y exportaciones de Polietilenglicol mediante el paquete “readr”, descartando las filas no informativas. Utilicé la función `read_csv()` para realizar la importación y estandaricé los nombres de las columnas a mayúsculas para facilitar el procesamiento posterior.

```
importaciones <- read_csv("/Users/cn/Desktop/T.ESCRITO/Importaciones.csv", skip = 1)

names(importaciones) <- toupper(names(importaciones))

exportaciones <- read_excel("/Users/cn/Desktop/T.ESCRITO/2020_Exportaciones.xlsx", skip =
1)

names(exportaciones) <- toupper(names(exportaciones))
```

#### 4.2.3 Transformación y limpieza de datos

En la depuración de datos se eliminaron observaciones incompletas o inconsistentes, excluyendo registros con valores nulos, volúmenes iguales a cero o precios unitarios fuera de rangos razonables (inferiores a \$0.10 USD/kg o superiores a \$100 USD/kg). Asimismo, utilizando el paquete “lubridate”, se transformaron las fechas originales al formato estándar de fecha y se extrajeron los componentes de año y mes mediante las funciones “`paste()`” y “`as.Date()`”, creando así una nueva variable.

```

importaciones <- importaciones %>%

mutate(FECHA_TXT          = as.character(FECHA_N),    FECHA_POSIX    =
parse_date_time(FECHA_TXT, orders = c("ymd HMS", "ymd", "dmy"), tz = "UTC", quiet =
TRUE), FECHA = as.Date(FECHA_POSIX), AÑO  = year(FECHA), MES  = month(FECHA)
) %>%

exportaciones <- exportaciones %>%

mutate(FECHA_TXT          = as.character(FECHA_N),    FECHA_POSIX    =
parse_date_time(FECHA_TXT, orders = c("ymd HMS", "ymd", "dmy"), tz = "UTC", quiet =
TRUE), FECHA = as.Date(FECHA_POSIX), AÑO  = year(FECHA), MES  = month(FECHA)
) %>%

filter(!is.na(FECHA), !is.na(VALOR_DLS), !is.na(CANTIDAD), CANTIDAD > 0) %>%

mutate(PRECIO_UNITARIO = VALOR_DLS / CANTIDAD) %>%

select(-FECHA_TXT, -FECHA_POSIX)

```

#### 4.2.4 Agrupación mensual

Agrupé los datos por año y mes mediante el paquete “dplyr”, con el fin de obtener estadísticas mensuales; para ello, calculé el volumen total, el valor comercial y el precio promedio mensual.

```

# Agregación mensual

importaciones_mensual <- importaciones %>%

  group_by(AÑO, MES) %>%

  summarise(VOLUMEN = sum(CANTIDAD), VALOR = sum(VALOR_DLS),
PRECIO_PROM = mean(PRECIO_UNITARIO),

  .groups = "drop" ) %>%

  mutate(FECHA = as.Date(paste(AÑO, MES, "01", sep = "-")))

# Agregación mensual

exportaciones_mensual <- exportaciones %>%

  group_by(AÑO, MES) %>%

  summarise(VOLUMEN = sum(CANTIDAD), VALOR = sum(VALOR_DLS),
PRECIO_PROM = mean(PRECIO_UNITARIO),

  .groups = "drop") %>%

  mutate(FECHA = as.Date(paste(AÑO, MES, "01", sep = "-")))

```

### 4.3 Análisis estadístico

Realicé dos tipos de análisis:

#### 4.3.1 Modelado de regresión

Construí un modelo de regresión lineal simple para evaluar la relación entre el volumen y el valor mensual de las importaciones. Posteriormente, ajusté un modelo de regresión múltiple, incorporando el precio unitario promedio como variable adicional explicativa.

```
modelo_simple <- lm(VALOR ~ VOLUMEN, data = importaciones_mensual)

modelo_multiple <- lm(VALOR ~ VOLUMEN + PRECIO_PROM, data =
importaciones_mensual)

summary(modelo_simple)

summary(modelo_multiple)
```

### 4.3.2 Análisis de series de tiempo

Construí series temporales mensuales tanto para los volúmenes importados como para los exportados. Para las importaciones, creé la serie comenzando en enero de 2020, mientras que para las exportaciones la inicié en marzo de 2020, ajustándome a la disponibilidad de los datos.

Dado que el período disponible abarcaba aproximadamente un año completo, apliqué la función `auto.arima()` del paquete “forecast” para identificar automáticamente el modelo ARIMA más apropiado para cada serie. Esta función seleccionó los parámetros óptimos considerando las características específicas de los datos que procesé. Finalmente, generé pronósticos de corto plazo para ambas series utilizando un plazo de 6 meses.

```
serie_ts_imp <- ts(importaciones_mensual$VOLUMEN, start = c(2020, 1), frequency = 12

modelo_arima_imp <- auto.arima(serie_ts_imp)

forecast_imp <- forecast(modelo_arima_imp, h = 6)

plot(forecast_imp, main = "Pronóstico ARIMA de volumen importado de PEG")

# Exportaciones

serie_ts_exp <- ts(exportaciones_mensual$VOLUMEN, start = c(2020, 3), frequency = 12)

modelo_arima_exp <- auto.arima(serie_ts_exp)

forecast_exp <- forecast(modelo_arima_exp, h = 6)

plot(forecast_exp, main = "Pronóstico ARIMA de volumen exportado de PEG")
```

#### 4.4 Limitaciones metodológicas

Durante el análisis identifiqué ciertas limitaciones; por ejemplo, dentro del sistema aduanal mexicano, observé que la clasificación arancelaria empleada no siempre permitió distinguir con total precisión el Polietilenglicol en estado puro, por lo que utilicé filtros adicionales basados en normativas vigentes (SAT, 2020). Asimismo, detecté que las estructuras de los archivos del Sistema de Información de Comercio Exterior Mexicano (SICM) presentaron variaciones de formato entre años, lo cual me requirió diseñar y ejecutar procedimientos de estandarización específicos.

Consideré que la serie temporal disponible, al corresponder únicamente al año 2020, limitó la robustez del análisis estacional y de los modelos predictivos. No obstante, a pesar de estas limitaciones, el diseño metodológico que implementé me permitió generar hallazgos sólidos y relevantes, mediante la aplicación de herramientas estadísticas, modelado matemático y técnicas de análisis de datos, competencias propias de mi formación en ingeniería industrial orientada a la inteligencia de mercados.

## 5. Resultados

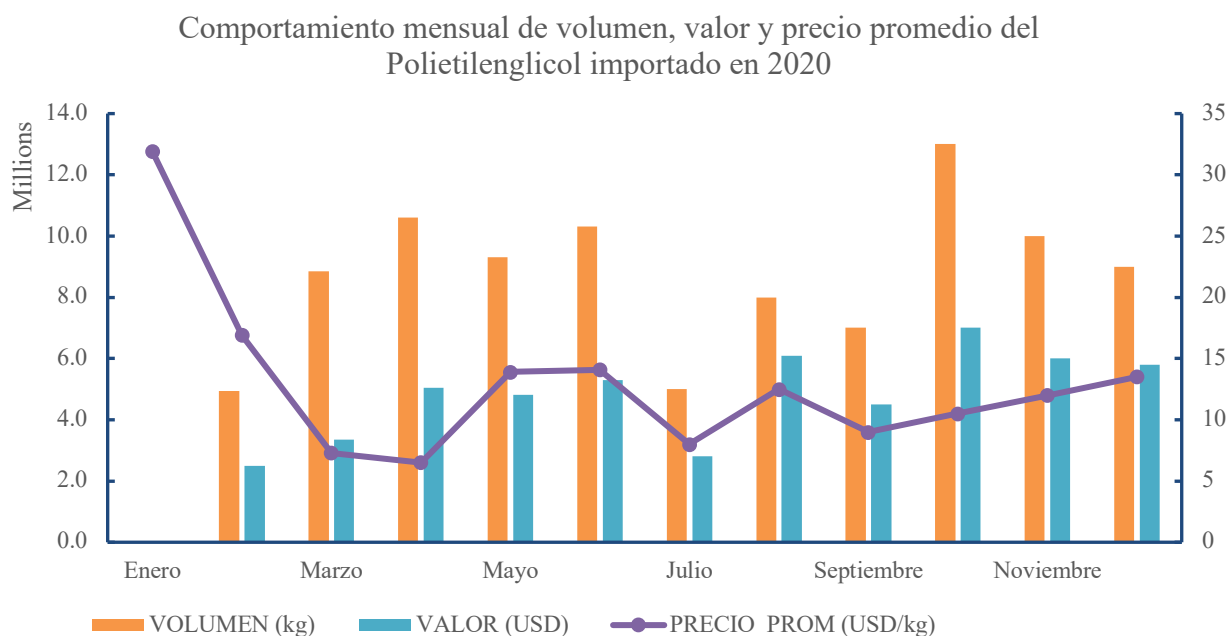
Interpreté los resultados obtenidos bajo el contexto de la pandemia por COVID-19, la cual afectó significativamente las cadenas globales de suministro durante 2020. Analicé cómo las medidas de confinamiento, restricciones logísticas, cierres de plantas y fluctuaciones en la demanda generaron condiciones excepcionales en el comercio exterior (OCDE, 2021; CEPAL, 2020). En este sentido, concluí que tanto la volatilidad observada en las importaciones de PEG como la irregularidad en las exportaciones estuvieron relacionadas con distorsiones temporales del mercado, más que con patrones estructurales de largo plazo.

Identifiqué comportamientos clave en el comercio del Polietilenglicol en México durante el año 2020. A continuación, presento los resultados más relevantes derivados de mi análisis:

### 5.1 Comportamiento de las Importaciones

En 2020, detecté una tendencia de crecimiento en las importaciones de Polietilenglicol. Observé que el volumen mensual pasó de menos de 100 kg en enero a más de 10 millones de kg en junio. Atribuí este comportamiento a una disminución en la producción nacional, así como al aumento de la demanda en sectores como el automotriz y farmacéutico que monitoreé durante el periodo de estudio.

### 5.1.1 Comportamiento mensual de volumen, valor y precio promedio del Polietilenglicol importado en 2020



Gráfica 5. Comportamiento mensual de volumen, valor y precio promedio del Polietilenglicol importado en 2020.

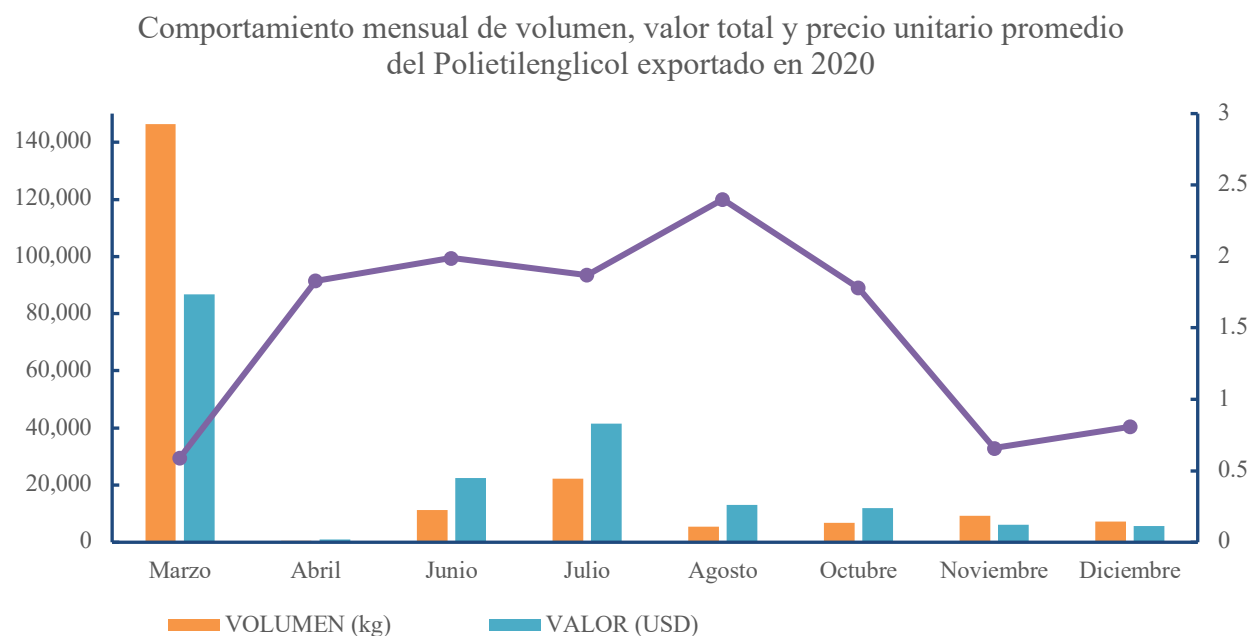
Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Por otro lado, identifiqué que el precio unitario mostró una alta variabilidad, con máximos superiores a \$30 USD/kg en el mes de enero y precios más estables durante el resto del año, los cuales ubiqué en rangos de \$6 USD/kg hasta \$14 USD/kg. Determiné que esta dispersión de precios se debió a las diferencias en las presentaciones del producto y al perfil del tipo de importador, factores que contrasté durante mi proceso de depuración de datos.

## 5.2 Comportamiento de las Exportaciones

Al analizar las exportaciones, identifiqué que fueron significativamente menores en volumen respecto a las importaciones, lo que me permitió confirmar la naturaleza netamente importadora del mercado nacional para este producto. Registré que el mayor volumen exportado ocurrió en marzo (superando los 140,000 kg), mientras que en julio y agosto detecté incrementos moderados en comparación con la inactividad casi total de meses como abril.

### 5.2.1 Comportamiento mensual de volumen, valor total y precio unitario promedio del Polietilenglicol exportado en 2020



Gráfica 6. Comportamiento mensual de volumen, valor total y precio unitario promedio del Polietilenglicol exportado en 2020.

Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

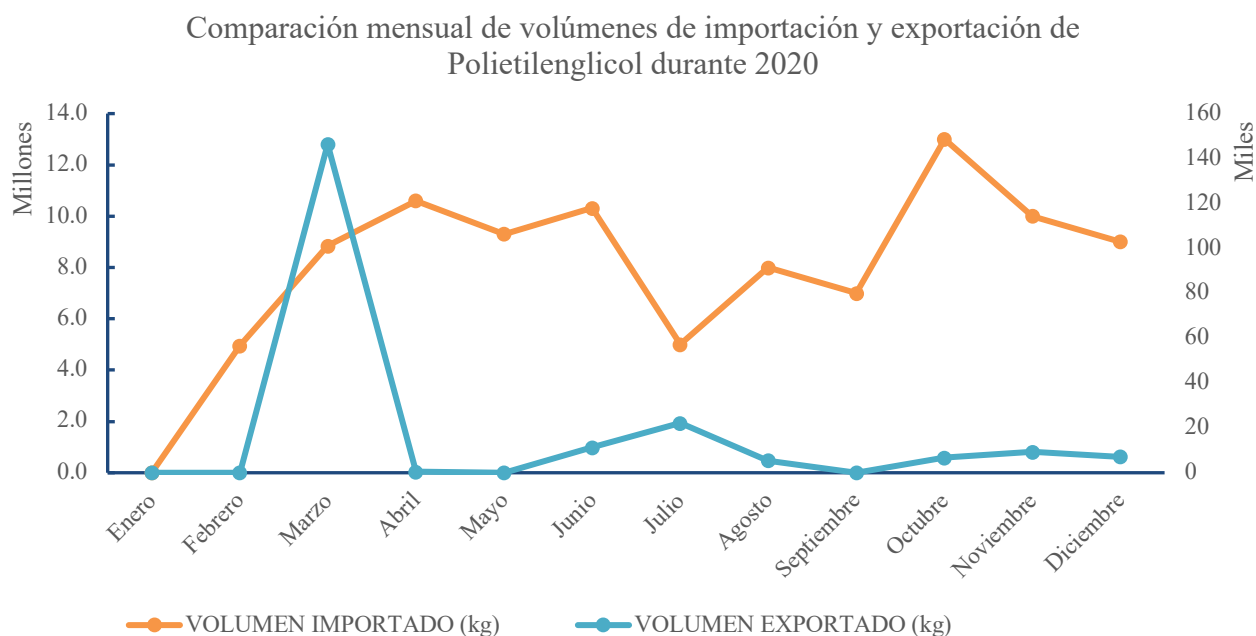
Evalué el precio unitario de exportación y observé una volatilidad marcada, con valores que oscilaron entre los \$0.65 USD/kg y los \$2.4 USD/kg. Determiné que agosto fue el mes con el precio promedio más alto, coincidiendo con una baja en el volumen exportado; este hallazgo me sugirió que durante ese periodo se exportaron presentaciones de mayor valor agregado o especialidad técnica, a diferencia del volumen masivo observado al inicio del periodo de estudio.

### 5.3 Comparación de Volúmenes Importados y Exportados

Durante el año 2020, identifiqué que el volumen importado fue consistentemente superior al exportado, superándolo por más de 20 veces en varios meses. Contrasté esta diferencia con claridad en la gráfica 7, donde la curva correspondiente al volumen exportado se mantuvo en niveles significativamente inferiores, incluso imperceptibles en ciertos periodos sin el uso de un eje secundario.

Concluí que esta brecha tan marcada ilustró la alta dependencia externa del país, ya que el abastecimiento nacional de Polietilenglicol se sostuvo principalmente a través de importaciones. Asimismo, la limitada participación de México como exportador me sugirió una oportunidad de desarrollo industrial interno para equilibrar esta balanza comercial. Para este análisis, utilicé y procesé los datos provenientes del Anuario Estadístico de la Industria Química 2021 de la ANIQ y del Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía (ANIQ, 2021; Secretaría de Economía, 2020).

### 5.3.1 Comparación mensual de volúmenes de importación y exportación de Polietilenglicol durante 2020



Gráfica 7. Comparación mensual de volúmenes de importación y exportación de Polietilenglicol durante 2020. Se utilizó un eje secundario para facilitar la comparación, dada la gran diferencia de magnitudes.

Fuente: \* Elaboración propia en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

## 5.4 Modelos de Regresión

Utilicé modelos de regresión para explicar el comportamiento del valor mensual de las importaciones de Polietilenglicol en función de dos variables independientes: el volumen importado (kg) y el precio promedio (USD/kg).

### 5.4.1 Regresión Lineal Simple

El primer modelo, emplee únicamente el volumen mensual como variable independiente del valor total de importación. Obtuve un coeficiente significativo para el volumen ( $\beta = 0.431$ ,  $p < 0.001$ ), es decir, que en promedio por cada kilogramo importado, el valor mensual se incrementó en aproximadamente 0.43 USD. De igual manera, el modelo presentó un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.901$ , lo cual me indicó que alrededor del 90 % de la variabilidad en el valor mensual pudo explicarse solamente por el volumen importado.

### 5.4.2 Regresión Lineal Múltiple

Incorporé el precio promedio como una segunda variable independiente. Observé que el coeficiente para el volumen se mantuvo altamente significativo ( $\beta = 0.431$ ,  $p < 0.001$ ), mientras que el precio promedio no resultó estadísticamente significativo ( $\beta = -1.23$ ,  $p = 0.95$ ). Esto sugirió que el volumen continuó siendo la principal variable explicativa y que la variabilidad en los precios no aportó sustancialmente a la mejora del modelo en este caso.

Evalué ambos modelos y obtuve un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.9005, es decir, explicaron aproximadamente el 90 % de la variabilidad en el valor mensual de las importaciones de Polietilenglicol. Sin embargo, observé que el  $R^2$  ajustado disminuyó de 0.8905 en el modelo simple a 0.8784 en el modelo múltiple, debido a que la variable de precio promedio no resultó significativa ( $p = 0.95$ ). Este hallazgo me confirmó que el volumen se mantuvo como la principal variable explicativa y que el precio promedio no mejoró la capacidad predictiva del modelo. Por lo tanto,

determiné que el modelo simple es más eficiente para análisis futuros, ya que presenta una menor complejidad con una capacidad predictiva similar a la del modelo múltiple.

## 5.5 Series de Tiempo

### 5.5.1 Proyección de Importaciones

Construí una serie de tiempo mensual con los datos de volumen importado de Polietilenglicol durante 2020, utilizando una frecuencia de 12 observaciones por año. Dado que la serie contenía únicamente un año de datos, determiné que no era posible realizar una descomposición estacional completa mediante funciones como `decompose()` o `stl()`, ya que identifiqué que estas requieren al menos dos ciclos anuales para evaluar la estacionalidad de manera estadísticamente válida.

Apliqué un modelo ARIMA(0,0,0) con media distinta de cero, el cual seleccioné por representar adecuadamente un modelo de valor constante con ruido blanco para la serie analizada. Mediante este modelo, estimé una media mensual de 8,365,197 kg, con un error estándar de 1,079,269 kg.

Al evaluar la precisión, obtuve medidas de ajuste que mostraron un RMSE de 3,738,724 kg y un MAE de 3,050,996 kg. Asimismo, verifiqué que la autocorrelación de primer orden (ACF1) fuera cercana a cero (0.013), lo cual me indicó la independencia en los errores del modelo y validó la fiabilidad de las estimaciones realizadas.

**Pronóstico del volumen de importaciones de PEG (modelo ARIMA)**

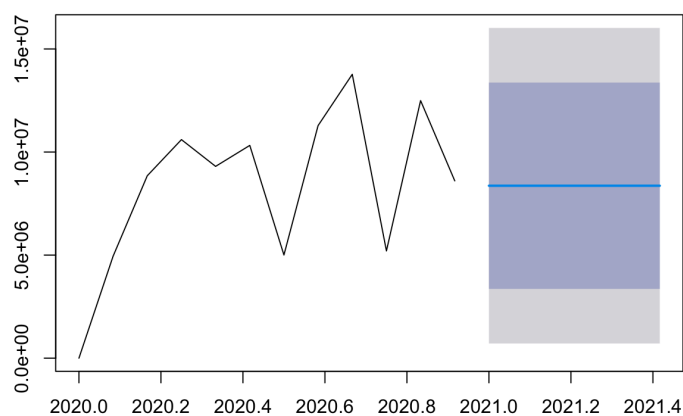


Figura 1. Pronóstico ARIMA del volumen mensual de importaciones de Polietilenglicol (enero a junio 2021).

Fuente: Elaboración propia con R utilizando el paquete “forecast”, \* Elaboración con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Generé el pronóstico para los meses de enero a junio de 2021, el cual resultó constante en el valor promedio previamente estimado. Calculé un intervalo de confianza del 95% que abarcó desde aproximadamente 711,596 kg hasta 16,018,800 kg; este rango tan amplio me permitió identificar y cuantificar la gran dispersión e incertidumbre presente en los datos originales. Este resultado me proveyó de la evidencia necesaria para plantear la necesidad de ampliar la base temporal en etapas posteriores del proyecto para obtener pronósticos más robustos.

Aunque el modelo ARIMA que apliqué se encontró limitado por la corta extensión de la serie temporal, consideré que estas proyecciones brindaron una primera aproximación estratégica para visualizar posibles niveles promedio de demanda futura. Por lo tanto, emití la recomendación técnica de ampliar la base de datos histórica para lograr pronósticos con mayor robustez y capacidad explicativa en ciclos operativos futuros.

### 5.5.2 Proyección de Exportaciones

Transformé la serie mensual de exportaciones en una serie temporal con el objetivo de evaluar posibles patrones de comportamiento a lo largo del año 2020. Al aplicar un modelo ARIMA automático, identifiqué que la mejor opción fue un modelo ARIMA(0,0,0) con media cero, lo que me indicó una ausencia total de estacionalidad o tendencia significativa en los datos procesados.

Este resultado me sugirió que las exportaciones de Polietilenglicol durante ese año no siguieron un patrón predecible, sino que estuvieron caracterizadas por comportamientos esporádicos y volúmenes altamente variables. A partir de este análisis, concluí que esta falta de regularidad pudo estar relacionada con una oferta nacional limitada o condiciones de mercado excepcionales, lo cual reforzó mi diagnóstico sobre la dependencia de México hacia las importaciones.

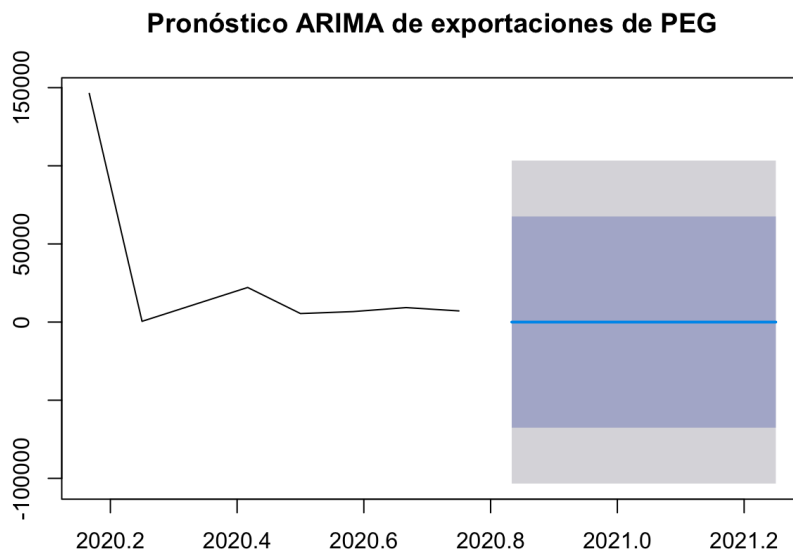


Figura 2. Pronóstico ARIMA del volumen mensual de exportaciones de Polietilenglicol (enero a junio 2021).

Fuente: Elaboración propia con R utilizando el paquete “forecast”, \* Elaboración con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

## 5.6 Evaluación logística y distribución del Polietilenglicol

### 5.6.1 Análisis Logístico del Polietilenglicol en México

La infraestructura logística fue uno de los factores estratégicos más relevantes para la comercialización del Polietilenglicol. México contó con una posición geográfica privilegiada por su red de puertos marítimos y terminales, lo cual facilitó la importación y distribución eficiente de productos químicos.

### 5.6.2 Infraestructura portuaria nacional

De acuerdo con la Secretaría de Marina (SEMAR) y el Sistema Portuario Mexicano, identifiqué que el país disponía de 101 puertos y 15 terminales fuera de zona portuaria, distribuidos a lo largo de más de 11,500 kilómetros de litoral en el Océano Pacífico y el Golfo de México (SEMAR, 2022). Para fines de mi propuesta de distribución, clasifiqué y seleccioné los puntos del Pacífico por su relevancia para el flujo de mercancías:

Pacífico (58 puertos y terminales):

1. Manzanillo (Colima): Lo consideré el nodo logístico más crítico por ser el principal puerto comercial del país; determiné su importancia clave para las mercancías provenientes de Asia (Administración del Sistema Portuario Nacional Manzanillo, 2021).
2. Lázaro Cárdenas (Michoacán): Validé su uso como puerto industrial debido a su alta capacidad para el manejo de productos químicos y carga a granel (ASIPONA Lázaro Cárdenas, 2021).
3. Ensenada (Baja California): Lo definí como un punto estratégico para el comercio regional con Estados Unidos y tránsito intermodal hacia el norte del país.

Golfo de México (43 puertos y terminales):

1. Altamira (Tamaulipas): Lo identifiqué como un nodo especializado en petroquímica con conexiones directas hacia el centro y noreste de México, lo cual consideré fundamental para el proyecto (Administración del Sistema Portuario Nacional Altamira, 2021).
2. Veracruz (Veracruz): Lo seleccioné en mi análisis como el puerto histórico de mayor conectividad con Europa y la costa este de Estados Unidos, destacando su infraestructura ferroviaria para la distribución hacia el Valle de México (Administración del Sistema Portuario Nacional Veracruz, 2021).

3. Coatzacoalcos (Veracruz): Lo evalué como un punto estratégico para el sector petroquímico y el corredor interoceánico, facilitando el movimiento de carga hacia el sureste (Administración del Sistema Portuario Nacional Coatzacoalcos, 2021).

### 5.6.3 Operadores logísticos especializados

Además de la infraestructura marítima, investigué y analicé a las empresas especializadas en logística para productos químicos en México. Entre ellas, destacué las siguientes por su relevancia para la cadena de suministro del Polietilenglicol:

1. Andino Terminales México: Analicé su oferta y confirmé que facilita servicios integrales de recepción, almacenaje y distribución de productos líquidos, contando con certificaciones en seguridad y medio ambiente (Andino Terminales, 2023).
2. Leschaco Mexicana: Lo incluí en este análisis por ser un operador con presencia en los puertos estratégicos que definí anteriormente (Altamira, Manzanillo y Veracruz) y por su enfoque en el manejo seguro de químicos (Leschaco México, 2023).
3. Vopak México: Validé su capacidad operativa al observar que forma parte de la red global Royal Vopak y que opera terminales especializadas en líquidos a granel en Veracruz, Altamira y Coatzacoalcos (Vopak, 2023).
4. FR Terminales: Identifiqué sus servicios de trasvase y almacenaje de productos químicos líquidos y sólidos como una opción viable para la cobertura nacional que requiere el proyecto (FR Terminales, 2023).

#### 5.6.4 Principales comerciantes del Polietilenglicol en México

Identifiqué que los principales estados y regiones de la República Mexicana importadores de polietilenglicol fueron Nuevo León, Tamaulipas, Toluca y Baja California. Registré que el valor anual de las importaciones fue superior a 250 toneladas anuales, con un precio promedio de 2.87 USD/kg (SICM, 2021). De acuerdo con mi análisis de la procedencia del producto, determiné que el 84% del Polietilenglicol se importó de Estados Unidos, el 14% se produjo en México y menos del 0.2% se importó de otros países.

Como parte del diagnóstico competitivo, analicé a las principales empresas importadoras de Polietilenglicol y comparé sus precios promedio de adquisición: Clariant (1.92 USD/kg), Mexichem Soluciones Integrales (2.57 USD/kg), SC Johnson and Son (5.40 USD/kg), Dafmex (3.05 USD/kg) y Cooper-Standard Automotive Services (3.43 USD/kg) (ANIQ, 2021; SICM, 2021). Esta comparativa me permitió observar la dispersión de precios en el mercado nacional según el perfil de la empresa y su volumen de operación.

Concluí que la concentración de las importaciones en zonas con alta actividad industrial, junto con la fuerte dependencia del suministro estadounidense, definen la estructura actual del mercado que analicé para este proyecto.

#### 5.6.5 Implicaciones para la distribución del Polietilenglicol

Durante mi evaluación, determiné que la existencia de infraestructura logística especializada redujo los costos, los tiempos de tránsito y los riesgos operativos del proyecto. Además, observé que esta infraestructura permitió cumplir con las normativas ambientales y de seguridad vigentes. En este contexto, seleccioné los puertos de Altamira y Coatzacoalcos como los más relevantes para la importación y distribución del Polietilenglicol, debido a su enfoque petroquímico y a su cercanía estratégica con los corredores industriales que identifiqué como clave.

Concluí que esta capacidad logística representó una ventaja competitiva para una empresa trasnacional del sector químico, al facilitar el ingreso, almacenamiento y distribución del Polietilenglicol dentro del territorio nacional. Finalmente, establecí que el aprovechamiento de estos recursos fortalece las posibilidades de penetración comercial en los nuevos segmentos de mercado que analicé durante mi estancia.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

La elaboración de este estudio representó un punto clave y de gran utilidad para una empresa trasnacional del sector químico, ya que me permitió obtener datos estratégicos sobre el mercado del químico PEG, logrando identificar con precisión el mercado potencial para su comercialización y los puntos clave para su distribución. Aseguro que el tipo de metodología que empleé fue la más adecuada para los fines de la organización, ya que me permitió abordar los temas con flexibilidad en la interpretación de los pasos técnicos. Lo más valioso de utilizar esta metodología fue la oportunidad de aplicar los conocimientos avanzados que adquirí durante mi formación universitaria, traduciendo conceptos teóricos en una herramienta de diagnóstico real y funcional para la empresa.

Dentro de la secuencia lógica de mi investigación, identifiqué inicialmente una alta dependencia de las importaciones, especialmente provenientes de Estados Unidos, lo que determiné como un riesgo operativo ante posibles cambios en políticas comerciales o fluctuaciones drásticas en los costos logísticos internacionales. Esta situación me permitió detectar una oportunidad clara para fortalecer la propuesta de producción nacional y reducir la vulnerabilidad del mercado externo. Asimismo, a través del análisis de precios, observé que el PEG varió significativamente según la empresa competidora, lo que me indicó diferencias marcadas en calidad, costos de producción o posicionamiento. Concluí que las compañías con precios más bajos representaron una competencia fuerte por volumen, mientras que aquellas con precios elevados se enfocaron en segmentos de mayor valor agregado, lo cual me sirvió para definir estrategias de diferenciación necesarias para una empresa trasnacional del sector químico.

En cuanto al análisis estadístico y de proyecciones, integré el uso de modelos de regresión y series de tiempo ARIMA, los cuales, aunque enfrentaron limitaciones por la extensión de los datos históricos, me brindaron una primera aproximación útil para visualizar los niveles promedio de demanda futura. Esta parte de la metodología fue fundamental para sustentar mis recomendaciones ante los altos directivos, orientadas a plantear estrategias de competitividad basadas en evidencia cuantitativa y no solo en supuestos. En términos de expansión, identifiqué que mercados como

Brasil y China representan destinos secundarios con un alto potencial, sugiriendo la posibilidad de incrementar la presencia comercial mediante estrategias de comercio exterior más agresivas, aprovechando que el precio de exportación analizado ofrece márgenes de optimización en los costos de producción.

En el rubro logístico, evalué que la infraestructura marítima y terrestre de México es un facilitador crítico que reduce costos y riesgos operativos. Seleccioné los puertos de Altamira y Coatzacoalcos como los más relevantes para la operación de una empresa trasnacional del sector químico, debido a su vocación petroquímica. A partir de esto, recomendé formalmente explorar alianzas comerciales con proveedores y distribuidores nacionales para mejorar la resiliencia de la cadena de suministro, así como evaluar incentivos gubernamentales que impulsen la producción local. También consideré crucial invertir en innovación y desarrollo para que la empresa logre diferenciarse en eficiencia y calidad del PEG, consolidando así su posicionamiento en el mercado nacional e internacional.

Finalmente, este proyecto me permitió valorar el trabajo en equipo y la comunicación efectiva como pilares de la ingeniería, a pesar de las dificultades que enfrenté para la obtención de datos debido al trabajo remoto impuesto por la pandemia y los semáforos epidemiológicos. Para concluir, puse en práctica una formación teórico-práctica sólida en estadística aplicada, análisis de datos, pensamiento sistémico y visión empresarial. Evidenció un desempeño profesional con enfoque ético, iniciativa y visión prospectiva, lo cual se alinea con mi perfil de ingeniero industrial capaz de adaptarse a contextos cambiantes, trabajar de manera interdisciplinaria y contribuir al desarrollo de soluciones técnicas que aumenten la competitividad de las organizaciones en México.

## 7. Apéndice

### 7.1 Tablas utilizadas durante el análisis

#### 7.1.1 Participación % de la industria química en el PIB

<i>Participación % de la industria química en el PIB</i>	
<i>2010</i>	1.1
<i>2011</i>	1.2
<i>2012</i>	1.9
<i>2013</i>	1.4
<i>2014</i>	1.5
<i>2015</i>	1.5
<i>2016</i>	1.7
<i>2017</i>	1.8
<i>2018</i>	2.1
<i>2019</i>	2
<i>2020</i>	2.05

Tabla 1. Participación % de la industria química en el PIB.

Fuente: \* Elaboración con base en la información de ANIQ. \*\*Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

### 7.1.2 Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química (Miles de Ton)

	2018	2019	2020
<i>Producción</i>	22,675	20,760	19,846
<i>Exportación</i>	8,266	8,160	8,902
<i>Importación</i>	30,291	28,507	30,084
<i>Consumo Nacional Aparente</i>	44,701	41,107	41,028

Tabla 2. Volumen de la producción y comercio exterior de la industria química (Miles de Ton).

Fuente: \* Elaboración con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

### 7.1.3 Valor de la producción y comercio exterior de la industria química (Millones de USD)

	2018	2019	2020
<i>Producción</i>	20,430	19,205	16,741
<i>Exportación</i>	9,121	8,909	8,060
<i>Importación</i>	34,205	32,024	28,349
<i>Consumo Nacional Aparente</i>	45,514	42,320	37,030

Tabla 3. Valor de la producción y comercio exterior de la industria química (Millones de USD).

Fuente: \* Elaboración con base en la información de ANIQ. \*\*Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

#### 7.1.4 Capacidad Instalada en la Industria Química

<i>2020</i>	<i>64.7</i>
<i>Enero</i>	<i>75.3</i>
<i>Febrero</i>	<i>74.9</i>
<i>Marzo</i>	<i>78.4</i>
<i>Abril</i>	<i>58</i>
<i>Mayo</i>	<i>56.3</i>
<i>Junio</i>	<i>56</i>
<i>Julio</i>	<i>59.4</i>
<i>Agosto</i>	<i>62.1</i>
<i>Septiembre</i>	<i>63.9</i>
<i>Octubre</i>	<i>64.7</i>
<i>Noviembre</i>	<i>65</i>
<i>Diciembre</i>	<i>62.6</i>

Tabla 4. Capacidad Instalada en la Industria Química.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.5 Países importadores de PEG

<i>País de Origen</i>	Cantidad (Ton)	Precio prom. (USD/Kg)
<i>USA</i>	205.27	\$ 2.34
<i>México</i>	34.07	\$ 4.31
<i>Otros</i>	6.09	\$ 12.52

Tabla 5. Países importadores de PEG.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.6 Empresas importadoras de PEG

Importador	Cantidad (Ton)	Precio prom. (USD/Kg)
<i>Clariant</i>	121.93	\$ 1.92
<i>Mexichem Soluciones Integrales</i>	40.	\$ 2.57
<i>Sc Johnson And Son</i>	15.67	\$ 5.40
<i>DAFMEX</i>	14.9	\$ 3.05
<i>Cooper-Standard Automotive Services</i>	14.7	\$ 3.43
<i>Otros</i>	38.22	\$ 4.89
<b>Total</b>	<b>245.45</b>	<b>\$ 2.87</b>

Tabla 6. Empresas importadoras de PEG.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ

### 7.1.7 Estados importadores de PEG

Estado	Cantidad (Ton)	ASP (USD/Kg)
<i>Colombia N.L.</i>	108	\$ 1.99
<i>Nuevo Laredo Tamps.</i>	94.10	\$ 2.62
<i>Toluca Mex.</i>	15.73	\$ 5.54
<i>Mexicali B.C.N.</i>	14.9	\$ 3.05
<i>Veracruz Ver.</i>	5.5	\$ 12.00
<i>Matamoros Tamps.</i>	4.36	\$ 6.04
<i>Cd. Reynosa Tamps.</i>	1.34	\$ 3.41
<i>Tijuana B.C.</i>	0.93	\$ 7.39
<i>Torreón Coah.</i>	0.2	\$ 4.00
<i>Manzanillo Col.</i>	0.09	\$ 7.86
<i>Aeropuerto CDMX</i>	0.08	\$ 14.39
<i>Puebla Pue.</i>	0.05	\$ 3.25
<b>Total</b>	<b>245.45</b>	<b>\$2.87</b>

Tabla 7. Estados importadores de PEG.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.8 Países y empresas importadoras de PEG

País de origen	Cantidad (Ton)	Precio prom. (USD/Kg)
<i>USA</i>	2852.945	\$ 1.90
<i>CLARIANT</i>	725.684	\$ 0.43
<i>FABRICANTE Y COMERCIALIZADORA BETA</i>	607.695	\$ 0.56
<i>OXITENO</i>	481.755	\$ 0.55
<i>POLAQUIMIA</i>	458.85	\$ 0.57
<i>Brasil</i>	1322.21	\$ 0.56
<i>POLIOLES</i>	1075.67	\$ 0.58
<i>OXITENO</i>	125	\$ 0.42
<i>BASF MEXICANA,</i>	74	\$ 0.61
<i>China</i>	439.2	\$ 0.48
<i>OXITENO</i>	431.55	\$ 0.48
<i>CLARIANT</i>	7.65	\$ 0.44
<b>Total</b>	<b>6020.67</b>	<b>\$ 1.88</b>

Tabla 8. Países y empresas importadoras de PEG.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.9 Estados importadores de PEG

Estado	Cantidad (Ton)	Precio prom. (USD/Kg)
<i>Nuevo Laredo Tamps.</i>	2565.55	\$ 1.95
<i>Veracruz Ver.</i>	2072.05	\$ 1.68
<i>Manzanillo Col.</i>	871.75	\$ 2.07
<i>Toluca Mex.</i>	225.65	\$ 1.61
<i>Altamira Tamps.</i>	193.35	\$ 2.22
<i>Cd. Hidalgo Chis.</i>	46.67	\$ 2.25
<b>Total</b>	<b>6020</b>	<b>\$ 1.88</b>

Tabla 9. Estados importadores de PEG.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.10 Inversión de la Industria Química en Millones de dólares

<i>Periodo</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>
<i>Inversión (Millones de dólares)</i>	1,313	1,489	2,179	1,004	1,239
<i>Tasa de crecimiento en la IQ</i>	-46.1	13.4	46.3	-53.9	23.4

Tabla 12. Inversión de la IQ en Millones de dólares

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

### 7.1.11 Producción PEMEX y producción privada en la IQ

Año	Producción PEMEX (MTON)	Producción Privada (MTON)
2010	9	13.4
2011	9.4	14.1
2012	9.3	14.3
2013	8.6	15.2
2014	8.4	16.1
2015	7.4	15.3
2016	6.1	15.9
2017	5.5	17.6
2018	5	17.7
2019	4.6	16.2
2020	3.3	16.2

Tabla 10. Producción PEMEX y producción privada en la IQ.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

7.1.12 Producción PEMEX y producción privada en la IQ

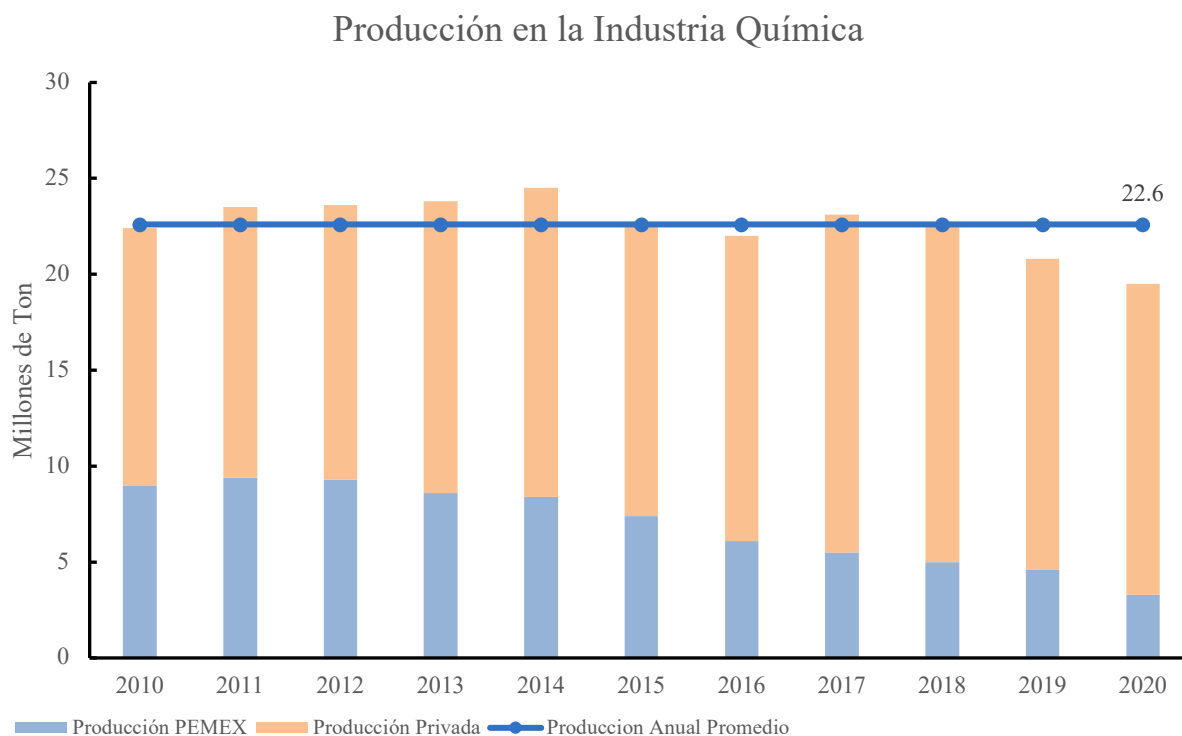
<i>Año</i>	<i>Importaciones</i>	<i>CAN</i>	<i>% Importaciones en CAN</i>
2004	13	22	60%
2005	15	23	65%
2006	17	25	66%
2007	18	26	69%
2008	21	28	77%
2009	20	29	70%
2010	26	35	76%
2011	28	34	84%
2012	30	36	84%
2013	31	37	84%
2014	33	40	82%
2015	29	37	78%
2016	27	36	77%
2017	30	37	82%
2018	34	46	75%
2019	32	42	76%
2020	28	37	77%

Tabla 11. Participación de las importaciones en el consumo nacional aparente.

Fuente: Anuario Estadístico ANIQ.

## 7.2 Gráficas utilizadas para el análisis de resultados

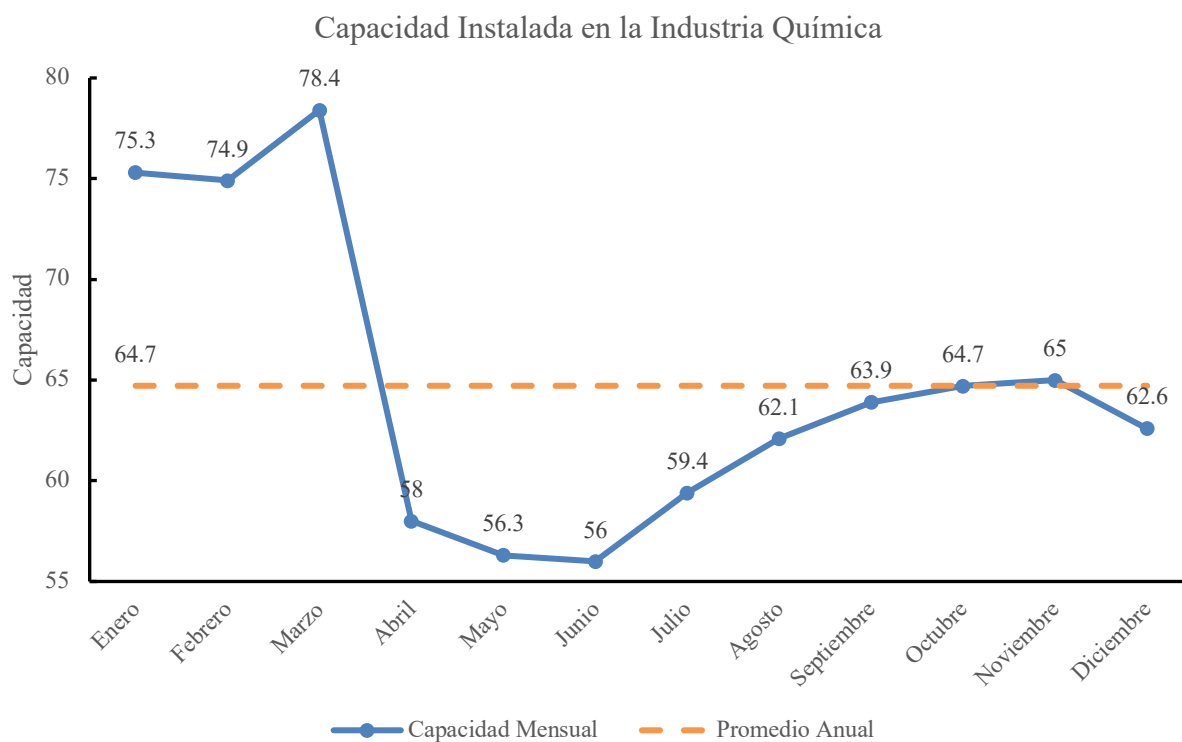
### 7.2.1 Producción en la Industria Química



Gráfica 8. Producción en la IQ.

Fuente: \* Elaboración en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

## 7.2.2 Capacidad Instalada en la Industria Química



Gráfica 9. Capacidad Instalada en la Industria Química.

Fuente: \* Elaboración en Excel con base en la información de ANIQ. \*\* Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

### 7.3 Mapas

#### 7.3.1 Puertos y terminales principales en la República Mexicana

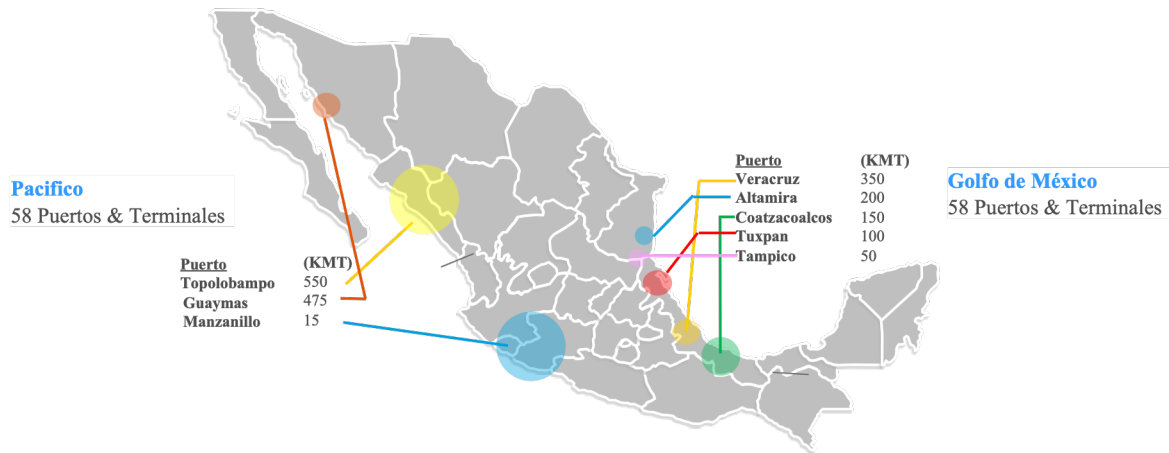


Figura 3. Mapa los puertos y terminales principales en la República Mexicana.

#### 7.3.2 Mapa los puntos logísticos importantes la República Mexicana



Figura 4. Mapa los puntos logísticos importantes la República Mexicana.

7.4 Diagrama de flujo del proceso metodológico de la investigación

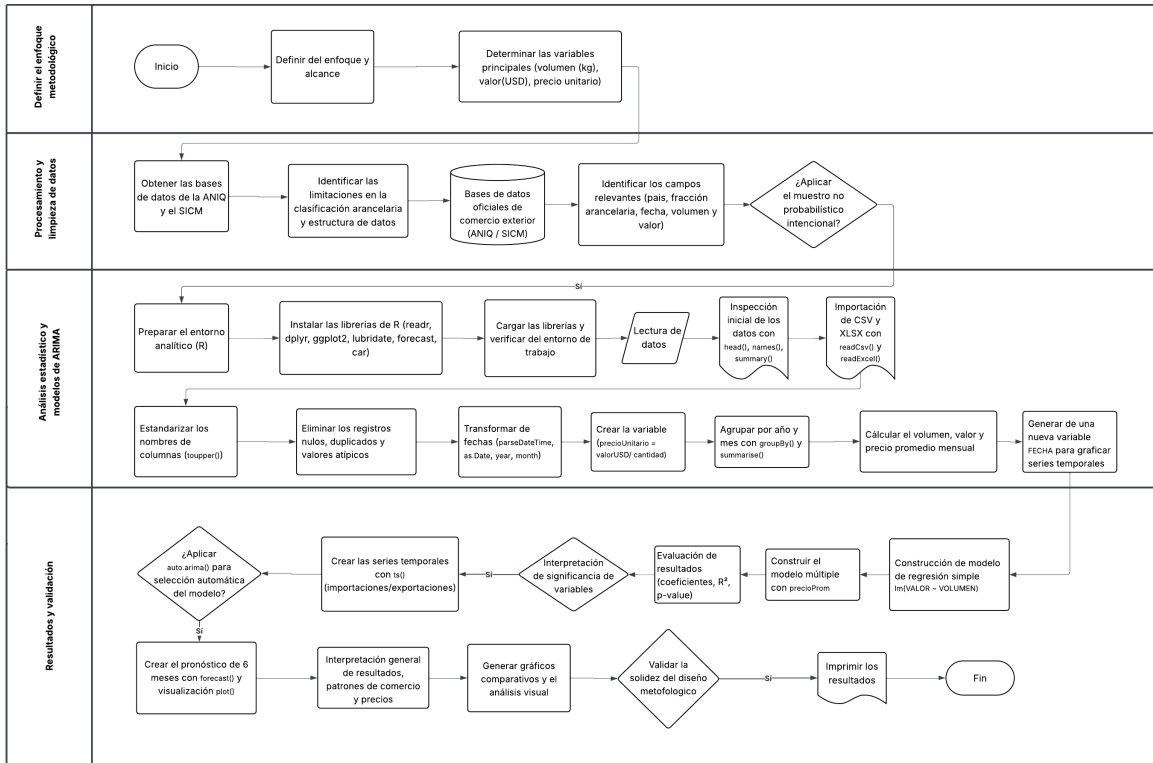


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso metodológico de la investigación.

Fuente: \* Elaboración propia a través del software Lucidchart con base en la metodología desarrollada en R (versión 4.3.0). \*\* Datos de ANIQ y del Sistema de Información de Comercio Exterior Mexicano (SICM).

## 7.5 Estimación de inversión económica del proyecto

Para la realización de mi estudio de mercado sobre el Polietilenglicol (PEG), calculé una inversión total aproximada de MXN \$31,843.92. Esta cifra la determiné considerando los costos directos relacionados tanto con la adquisición de la información como con el desarrollo de mi análisis estadístico y la elaboración del informe final. El primer componente que integré correspondió al pago realizado a la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) por la base de datos oficial de importaciones y exportaciones, con un costo de MXN \$7,843.92 (incluyendo IVA), el cual me permitió acceder a los registros detallados de comercio exterior que utilicé en mi análisis.

El segundo componente lo definí como el costo de mano de obra directa, el cual calculé en función del tiempo que dediqué al desarrollo del proyecto durante mi periodo de tres meses de prácticas profesionales. Con una retribución mensual de MXN \$8,000, registré un total de MXN \$24,000 por concepto de mi trabajo técnico, el cual incluyó la limpieza de bases de datos, la programación estadística en R, el modelado predictivo, la generación de reportes gráficos y la redacción de este informe.

En mi estimación, decidí no incluir costos indirectos, gastos administrativos ni costos fijos de infraestructura, dado que ejecuté el proyecto bajo el esquema de formación profesional dentro de la empresa. Concluí que la inversión que realicé permitió generar información estratégica relevante para la toma de decisiones de una empresa transnacional del sector químico, mediante el uso de las herramientas de inteligencia de mercados que implementé.

## 7.6 Glosario

**Abastecimiento:** Proceso mediante el cual se garantiza el suministro oportuno y suficiente de materias primas, insumos o productos terminados para satisfacer la demanda. (Christopher, 2016).

**ACF1 (Autocorrelación de primer orden):** Correlación entre una serie temporal y su propio rezago de un periodo; valores cercanos a cero sugieren independencia. (Brockwell & Davis, 2016).

**Alcance correlacional:** Diseño de investigación que mide la asociación entre variables sin establecer causalidad. (Creswell, 2014).

**Alcance descriptivo:** Tipo de investigación que especifica propiedades y características de fenómenos mediante observación y análisis sistemático. (Hernández-Sampieri et al., 2014).

**Alianzas comerciales:** Acuerdos estratégicos entre empresas para cooperación en distribución, producción o comercialización. (Barney & Hesterly, 2019).

**Alianzas estratégicas:** Cooperación entre empresas para aprovechar sinergias de recursos, capacidades o mercados. (Barney & Hesterly, 2019).

**Altamira (puerto):** Nodo estratégico para petroquímicos y resinas; clave para industria química. (ANIQ, 2021).

**Andino Terminales México:** Servicios de recepción, almacenaje y distribución de líquidos; certificaciones en seguridad y medio ambiente. (Andino Terminales, 2023).

**ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química):** Organización que representa a empresas del sector químico en México. (ANIQ, 2021).

**Análisis comparativo de comercio exterior:** Evaluación conjunta de importaciones y exportaciones para identificar desequilibrios y patrones. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Análisis comprensivo:** Evaluación amplia que integra dimensiones económicas, logísticas y técnicas para sustentar decisiones. (Malhotra, 2019).

**Análisis cuantitativo:** Investigación basada en datos numéricos y técnicas estadísticas. (Malhotra, 2019).

**Análisis de datos:** Inspección, limpieza, transformación y modelado para extraer información útil y apoyar decisiones. (James et al., 2021).

**Análisis de importaciones y exportaciones:** Estudio de flujos de bienes que entran y salen de un país para comprender tendencias y competitividad. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Análisis de información:** Examen y transformación de datos para obtener conclusiones útiles. (James et al., 2021).

**Análisis de series de tiempo:** Métodos para estudiar datos a lo largo del tiempo, detectar patrones y realizar pronósticos. (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

**Análisis descriptivo:** Resumen gráfico o numérico de las características de un conjunto de datos (medias, dispersión, etc.). (Walpole et al., 2012).

**Análisis geográfico-logístico:** Evaluación espacial e infraestructura para optimizar distribución y competitividad. (Rodrigue et al., 2016).

**Análisis logístico:** Evaluación de transporte, almacenamiento y distribución para optimizar tiempos, costos y eficiencia. (Christopher, 2016).

**Ausencia de información estructurada:** Carencia de datos organizados y verificados para análisis sistemático. (Laudon & Laudon, 2016).

**Auto.arima() (función):** Función de R que identifica automáticamente el mejor modelo ARIMA para una serie. (Hyndman & Khandakar, 2008).

**Balanza comercial:** Diferencia entre valor de exportaciones e importaciones de bienes. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Bases de datos:** Conjuntos organizados de información estructurada para almacenamiento y recuperación eficiente. (Coronel & Morris, 2017).

**Box-Jenkins / Modelo ARIMA:** Modelo de series temporales con componentes AR, I y MA. (Box, Jenkins, Reinsel & Ljung, 2015).

**Cadena de suministro:** Red de organizaciones y actividades desde proveedores hasta el consumidor final. (Christopher, 2016).

**Cadenas de valor:** Actividades que generan valor desde el diseño hasta el soporte del producto. (Porter, 1985).

**Cadenas globales de suministro:** Redes internacionales de producción y distribución de bienes/servicios. (Gereffi, 2018).

**Categorizar patrones de mercado:** Clasificar comportamientos repetitivos de oferta y demanda. (Malhotra, 2019).

**Clariant:** Multinacional de químicos especializados con presencia en México. (Clariant, 2023).

**Clasificación arancelaria:** Sistema numérico para identificar y regular mercancías (SA). (SAT, 2020; OMA, 2022).

**Coatzacoalcos (puerto):** Vinculado con complejos petroquímicos del sur y con Pemex. (PEMEX, 2021).

**Coefficiente de determinación ( $R^2$ ):** Proporción de variabilidad explicada por el modelo. (Montgomery et al., 2012).

**Coefficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado):**  $R^2$  corregido por cantidad de predictores y tamaño muestral. (James et al., 2021).

**Coefficiente  $\beta$  (beta):** Cambio esperado en la variable dependiente por unidad de la independiente. (Wooldridge, 2013).

**Comercio exterior:** Transacciones de bienes/servicios entre un país y el resto del mundo. (OMC, 2023).

**Competencias de la ingeniería industrial:** Conocimientos, habilidades y actitudes para diseñar y mejorar sistemas integrados. (Niegel & Freivalds, 2009).

**Competitividad:** Capacidad de competir en calidad, costo y oportunidad en mercados internacionales. (Porter, 1990).

**Competitividad Empresarial:** Habilidad de mantener y mejorar participación de mercado frente a competidores. (Porter, 1990).

**Concentración de mercado:** Grado en que pocas empresas controlan gran parte de producción o ventas. (Carlton & Perloff, 2015).

**Confinamiento (COVID-19):** Medida sanitaria que restringe movilidad y operación productiva. (CEPAL, 2020).

**Consumo Nacional Aparente (CNA):** Disponibilidad interna = producción + importaciones – exportaciones; también referido como CAN. (Secretaría de Economía, 2020).

**Cooper-Standard Automotive:** Empresa de sistemas de sellado y fluidos para la industria automotriz. (Cooper Standard, 2023).

**Corredores industriales:** Áreas que concentran manufactura, logística y transporte. (OECD, 2018).

**Cuantitativo-descriptivo (diseño):** Enfoque que describe fenómenos con datos numéricos sin manipular variables. (Malhotra, 2019).

**Curva en eje secundario:** Recurso gráfico para series con magnitudes muy distintas usando un segundo eje. (Field, 2018).

**Datos aduanales:** Registros oficiales del tránsito internacional de mercancías. (Secretaría de Economía, 2020).

**Demanda:** Cantidad que los consumidores desean y pueden adquirir a distintos precios. (Mankiw, 2021).

**Dependencia comercial:** Dependencia de importación/exportación de ciertos bienes que genera vulnerabilidad. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Dependencia de importaciones:** Necesidad de importar por insuficiencia de producción interna. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Dependencia externa (económica):** Apoyo en importaciones para abastecer demanda interna. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Depuración de datos:** Identificación y corrección de errores e inconsistencias. (Kimball & Ross, 2013).

**Depuración de datos (limpieza):** Proceso de mejora de calidad corrigiendo valores atípicos o faltantes. (Kimball & Ross, 2013).

**Desafío Empresarial:** Problema que requiere estrategias y recursos para sostener competitividad. (Wheelen & Hunger, 2012).

**Desarrollo económico:** Mejora sostenida de condiciones de vida mediante crecimiento y empleo. (Todaro & Smith, 2015).

**Desarrollo industrial interno:** Fortalecimiento de capacidad productiva local para reducir importaciones. (Todaro & Smith, 2015).

**Diferenciación de productos:** Estrategia para resaltar atributos únicos ante competidores. (Kotler & Keller, 2016).

**Disminución de producción nacional:** Reducción porcentual del volumen producido internamente. (Samuelson & Nordhaus, 2010).

**Dispersión de precios:** Grado de variabilidad de precios (rango, varianza, desviación estándar). (Walpole et al., 2012).

**Distorsiones temporales de mercado:** Alteraciones de corto plazo por crisis, desastres o shocks. (OCDE, 2021).

**Distribución:** Actividades para llevar productos del productor al consumidor. (Kotler & Keller, 2016).

**Eje secundario en gráficas:** Eje adicional para comparar series con escalas distintas. (Montgomery & Runger, 2018).

**Enfoque cuantitativo:** Uso de datos numéricos para probar hipótesis y describir fenómenos. (Creswell, 2014).

**Ensenada (puerto):** Punto estratégico para comercio con EE. UU. y tránsito intermodal. (ASIPONA Ensenada, 2021).

**Entidades federativas:** Divisiones político-administrativas de México (31 estados + CDMX). (INEGI, 2021).

**Estadística aplicada:** Uso de métodos cuantitativos para resolver problemas prácticos. (Walpole et al., 2012).

**Estandarización de datos:** Unificación de formatos, escalas o estructuras para comparabilidad. (Field, 2018).

**Estandarización de variables:** Uniformar nombres/unidades/formato para consistencia analítica. (Field, 2018).

**Estudio de mercado:** Herramienta para reducir incertidumbre con información de consumidores, competidores y entorno. (Kotler & Armstrong, 2017).

**Estudios descriptivos de mercado:** Investigaciones que caracterizan la situación de un mercado. (Malhotra, 2019).

**Evaluación crítica:** Análisis riguroso de fortalezas y debilidades con base en evidencia. (Facione, 2015).

**Evolución de precios:** Cambios en el tiempo por oferta, demanda y costos. (Samuelson & Nordhaus, 2010).

**Exportaciones:** Bienes y servicios que un país vende a mercados internacionales. (OMC, 2023).

**Fabricante y Comercializadora Beta:** Empresa mexicana productora/comercializadora de químicos (incluye PEG). (SICM, 2021).

**FR Terminales:** Operador logístico con servicios de trasvase y almacenaje de químicos. (FR Terminales, 2023).

**Función as.Date():** Convierte texto o números a clase Date en R. (R Core Team, 2023).

**Función decompose():** Descompone una serie temporal en tendencia, estacionalidad y residuo. (R Core Team, 2023).

**Función forecast():** Genera pronósticos e intervalos de confianza a partir de modelos de series. (Hyndman & Khandakar, 2008).

**Función group\_by():** Agrupa datos por variables para operaciones de agregación. (Wickham et al., 2023).

**Función lm():** Ajusta modelos de regresión lineal por MCO (OLS). (R Core Team, 2023).

**Función mutate():** Crea o transforma variables en un marco de datos. (Wickham et al., 2023).

**Función parse\_date\_time():** Convierte cadenas a fecha-tiempo reconociendo múltiples formatos. (Grolemund & Wickham, 2011).

**Función paste():** Concatena cadenas de texto. (R Core Team, 2023).

**Función plot():** Genera representaciones gráficas básicas. (R Core Team, 2023).

**Función read\_csv():** Importa archivos CSV con el paquete readr. (Wickham, Hester & Bryan, 2023).

**Función read\_excel():** Importa hojas de cálculo de Excel con readxl. (Wickham & Bryan, 2023).

**Función select():** Selecciona columnas específicas de un marco de datos. (Wickham et al., 2023).

**Función stl():** Descomposición estacional mediante LOESS. (Cleveland et al., 1990).

**Función summarise():** Calcula estadísticas resumidas sobre datos agrupados. (Wickham et al., 2023).

**Función summary():** Entrega resumen estadístico de un modelo (coeficientes, errores,  $R^2$ ). (Field, 2018).

**Función ts():** Convierte un vector en objeto de serie temporal con inicio y frecuencia. (Brockwell & Davis, 2016).

**GGplot2 (paquete):** Sistema de gráficos basado en la Gramática de Gráficos. (Wickham, 2016).

**Herramientas estadísticas:** Métodos y software para recolectar, analizar e interpretar datos. (Montgomery & Runger, 2018).

**Importaciones:** Bienes y servicios que un país adquiere del extranjero. (OMC, 2023).

**Incremento moderado:** Aumento gradual sin picos extremos pero sostenido. (Samuelson & Nordhaus, 2010).

**Industria alimenticia:** Transformación de materias primas agropecuarias en productos procesados para consumo. (FAO, 2023).

**Industria automotriz:** Diseño, producción y comercialización de vehículos y componentes. (OICA, 2023).

**Industria cosmética:** Producción de artículos de higiene, cuidado personal y embellecimiento. (Draelos, 2012).

**Industria de transformación:** Actividades manufactureras que convierten materias primas en productos. (INEGI, 2023).

**Industria farmacéutica:** producción y comercialización de medicamentos y biotecnológicos. (Rang & Dale, 2019).

**Industria química:** Transforma petróleo, gas, minerales y biomasa en productos químicos. (ANIQ, 2021).

**Infraestructura logística:** Instalaciones, transporte y servicios que permiten el flujo eficiente de bienes. (Christopher, 2016).

**Infraestructura portuaria:** Instalaciones y servicios en un puerto para manejo de mercancías. (SEMAR, 2022).

**Ingeniería de datos:** Diseño y mantenimiento de sistemas para recolectar, transformar y manipular datos. (Raj & Dey, 2019).

**Innovación y desarrollo (I+D):** Creación y mejora de productos/procesos mediante investigación aplicada. (OECD, 2015).

**Interpretación de datos:** Asignación de significado a resultados de análisis en su contexto. (James et al., 2021).

**Irregularidad en exportaciones:** Variación inusual y no estructural en flujos exportados. (Krugman & Obstfeld, 2018).

**Lenguaje de programación R:** Lenguaje y entorno libre para análisis estadístico, modelado y gráficos. (Venables & Smith, 2022; R Core Team, 2023).

**Leschaco Mexicana:** Operador logístico con cobertura en puertos estratégicos, especializado en manejo de químicos. (Leschaco, 2023).

**Librerías de programación:** Conjuntos de funciones reutilizables para tareas específicas. (Downey, 2015).

**Limitaciones metodológicas:** Restricciones por datos, tamaño de muestra o supuestos del estudio. (Creswell, 2014).

**Logística:** Planificación, implementación y control de flujos de bienes/información. (Ballou, 2004).

**MAE (Error absoluto medio):** Promedio de las diferencias absolutas entre valores observados y predichos. (Hyndman & Koehler, 2006).

**Manipulación de datos:** Transformación/organización de datos (filtrar, agrupar, ordenar, crear variables). (Wickham & Grolemund, 2017).

**MCO / OLS (Mínimos cuadrados ordinarios):** Método de estimación que minimiza la suma de cuadrados de residuos. (Wooldridge, 2013).

**Medida de ajuste ( $R^2$ ):** Proporción de variación explicada por el modelo de regresión. (James et al., 2021).

**Mercado dinámico:** Entorno con cambios constantes de oferta, demanda, precios y competencia. (Kotler & Keller, 2016).

**Mercado potencial:** Conjunto de clientes con necesidad, interés y capacidad de compra futura. (Lambin, 2017).

**Mexichem (Orbia):** Multinacional mexicana de soluciones químicas/petroquímicas. (Orbia, 2023).

**Modelo ARIMA(0,0,0):** Media constante con ruido blanco; sin AR, I ni MA. (Box et al., 2015).

**Modelo de regresión lineal múltiple:** Evalúa el efecto de dos o más variables independientes. (Gujarati & Porter, 2010).

**Modelo de regresión lineal simple:** Relaciona una variable dependiente con una sola independiente. (Wooldridge, 2013).

**Muestreo intencional (no probabilístico):** Selección deliberada con criterios específicos del investigador. (Malhotra, 2008).

**Muestreo no probabilístico:** No todos los elementos tienen igual probabilidad de selección. (Hernández-Sampieri et al., 2014).

**Nivel de significancia (p-valor):** Probabilidad de obtener un resultado igual o más extremo asumiendo hipótesis nula. (Field, 2018).

**Oxiteno:** Productor de surfactantes y solventes con operaciones en México. (Oxiteno, 2023).

**Pandemia por COVID-19:** Crisis global iniciada en 2019 que afectó economía y comercio. (OMS, 2020).

**Paquete car:** Herramientas para regresión aplicada y diagnóstico de modelos. (Fox & Weisberg, 2019).

**Paquete dplyr:** Manipulación y transformación de datos con verbos como filter, mutate, summarise. (Wickham et al., 2023).

**Paquete forecast:** Modelado/pronóstico de series: ARIMA, ETS, suavizamiento exponencial. (Hyndman & Khandakar, 2008).

**Paquete ggplot2:** Sistema de visualización basado en la Gramática de Gráficos. (Wickham, 2016).

**Paquete lubridate:** Manejo de fechas/tiempos en R. (Grolemund & Wickham, 2011).

**Paquete readr:** Lectura rápida de archivos de texto rectangulares. (Wickham, Hester & Bryan, 2023).

**Paquete readxl:** Importación de archivos Excel sin depender de MS Excel. (Wickham & Bryan, 2023).

**Paquetes de programación:** Extensiones con funciones, datos y documentación. (R Core Team, 2023).

**Paquetes en R:** Conjuntos que amplían capacidades del lenguaje (importación, modelado, etc.). (R Core Team, 2023).

**Participación en el PIB:** Proporción del valor agregado sectorial respecto al PIB total. (Samuelson & Nordhaus, 2010).

**Parámetro estimado:** Valor que cuantifica el efecto de una variable explicativa en el modelo. (Gujarati & Porter, 2010).

**Parámetros de un modelo ARIMA:** p (AR), d (diferenciación), q (MA). (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

**PEMEX (Petróleos Mexicanos):** Empresa productiva del Estado dedicada al petróleo y gas. (PEMEX, 2023).

**Petroquímica:** Rama que usa derivados del petróleo/gas como materias primas. (ANIQ, 2021).

**Polaquimia:** Productor de especialidades químicas para múltiples sectores. (Polaquimia, 2023).

**Poliolés:** Productor mexicano de poliols y derivados químicos. (Poliolés, 2023).

**Portafolio comercial:** Conjunto de productos/servicios ofrecidos y gestionados estratégicamente. (Kotler & Keller, 2016).

**Precio promedio:** Media de precios unitarios en un periodo. (Walpole et al., 2012).

**Precio unitario:** Valor por unidad física (p. ej., USD/kg). (Kotler & Keller, 2016).

**Precio unitario de exportación:** Cociente entre valor total exportado y cantidad física. (UNCTAD, 2022).

**Precio unitario de importación:** Valor/Unidad para compras externas; útil para comparativos. (UNCTAD, 2022).

**Procesamiento de datos:** Operaciones sistemáticas para preparar datos para análisis. (Laudon & Laudon, 2016).

**Producción total:** Cantidad global producida por un sector en un periodo. (INEGI, 2023).

**Producto Interno Bruto (PIB):** Valor monetario de bienes y servicios finales producidos en un país. (Mankiw, 2021).

**Polietilenglicol (PEG):** Polímero soluble en agua usado en farmacéutica, cosmética, química y automotriz. (Rowe et al., 2009).

**Productos inorgánicos:** Ácidos, bases, sales, óxidos y compuestos no orgánicos clave en manufactura. (Greenwood & Earnshaw, 2012).

**Promedio anual de producción:** Volumen medio anual calculado a partir de periodos subanuales. (Walpole et al., 2012).

**Pronóstico robusto:** Predicción estable ante variaciones de datos o método. (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

**Proyección de exportaciones:** Estimación futura de volumen/valor exportado. (UNCTAD, 2022).

**Puertos marítimos:** Instalaciones costeras para embarque/desembarque de mercancías. (Rodrigue et al., 2016).

**R (software):** Lenguaje y entorno de software libre para análisis estadístico. (R Core Team, 2023).

**Resinas sintéticas:** Polímeros artificiales para plásticos, adhesivos y recubrimientos. (Brydson, 1999).

**Robustez del modelo:** Estabilidad de resultados ante variaciones de datos o supuestos. (Montgomery, Peck & Vining, 2012).

**Ruido blanco:** Serie de observaciones aleatorias IID con media cero y varianza constante. (Hamilton, 1994).

**SC Johnson and Son:** Multinacional de bienes de consumo y limpieza. (SC Johnson, 2023).

**Segmentos de valor agregado:** Mercados que demandan calidad, innovación, servicios superiores y aceptan precios mayores. (Kotler & Keller, 2016).

**Semáforo epidemiológico:** Sistema de riesgo por colores aplicado en México durante COVID-19. (Secretaría de Salud, 2020).

**Serie mensual (frecuencia 12):** Serie temporal con 12 observaciones por año. (Brockwell & Davis, 2016).

**Serie no estacional:** Serie temporal sin patrones repetitivos regulares. (Box et al., 2015).

**Serie temporal:** Observaciones ordenadas en el tiempo para analizar tendencias y ciclos. (Brockwell & Davis, 2016).

**Serie temporal estacional:** Serie con patrones que se repiten a intervalos regulares. (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

**Series temporales mensuales:** Series con frecuencia mensual para analizar tendencias/estacionalidad. (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

**Sistema Armonizado (SA):** Clasificación internacional de mercancías para comercio. (OMA, 2022).

**Sistema de Información de Comercio Exterior Mexicano (SICM):** Plataforma con estadísticas de importaciones y exportaciones. (Secretaría de Economía, 2023).

**Trasvase:** Transferencia de productos químicos entre contenedores/vehículos bajo seguridad. (Responsible Care, 2022).

**Valor comercial:** Importancia económica de un bien por su demanda, precio y utilidad. (Kotler & Keller, 2016).

**Valor de ventas:** Ingresos totales generados por la comercialización en un periodo. (Kotler & Keller, 2016).

**Valores nulos:** Entradas sin información que requieren tratamiento para no sesgar análisis. (Little & Rubin, 2019).

**Variabilidad de precios:** Fluctuaciones del valor de un bien en el tiempo por oferta/demanda. (Pindyck & Rubinfeld, 2018).

**Variable derivada:** Variable calculada a partir de otras (p. ej., precio unitario). (James et al., 2021).

**Variable explicativa:** Variable independiente usada para explicar la dependiente. (James et al., 2021).

**Variación porcentual:** Cambio relativo de una variable en términos porcentuales entre periodos. (Walpole et al., 2012).

**Ventaja competitiva:** Atributo que permite diferenciarse y lograr desempeño superior. (Porter, 1985).

**Ventaja logística:** Beneficio por ubicación, infraestructura y eficiencia logística. (Christopher, 2016).

**Viabilidad comercial:** Evaluación de condiciones económicas, técnicas y logísticas para introducir/expandir un producto con éxito. (Hisrich, Peters & Shepherd, 2017).

**Volatilidad de precios:** Variación temporal de precios que refleja riesgo en la comercialización. (Hull, 2018).

**Volatilidad del mercado:** Variabilidad de precios/demanda que refleja incertidumbre o riesgo. (Hull, 2018).

**Volumen de producción:** Cantidad de bienes generados por una industria en un periodo. (INEGI, 2023).

**Volumen exportado:** Cantidad física enviada al exterior en un periodo. (INEGI, 2023).

**Volúmenes iguales a cero:** Registros con cantidad cero; pueden reflejar errores o transacciones no realizadas. (Field, 2018).

**Vopak México:** Parte de Royal Vopak; opera terminales para líquidos a granel. (Vopak, 2023).

## 8. Bibliografía y referencias consultadas

1. Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) Ensenada. (2021). Informe anual de operaciones. Gobierno de México.
2. Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) Lázaro Cárdenas. (2021). Informe anual de operaciones. Gobierno de México.
3. Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) Manzanillo. (2021). Reporte anual de operaciones. Gobierno de México.
4. Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) Veracruz. (2022). Ampliación del Puerto de Veracruz: Informe de avance. Gobierno de México.
5. Andino Terminales. (2023). Soluciones logísticas para la industria química. <https://www.andinoterminales.com>
6. Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). (2021). Anuario estadístico de la industria química mexicana 2020.
7. Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). (2021). Informe anual de la industria química en México 2021. <https://www.aniq.org.mx>
8. Barney, J. B., & Hesterly, W. S. (2019). Strategic Management and Competitive Advantage (6th ed.). Pearson.
9. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control (5th ed.). Wiley.
10. Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). Introduction to Time Series and Forecasting (3rd ed.). Springer.
11. Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach (2nd ed.). Springer.
12. CEPAL – Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación. Naciones Unidas.
13. Christopher, M. (2016). Logistics & Supply Chain Management (5th ed.). Pearson.
14. Clariant. (2023). About us. <https://www.clariant.com>

15. Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. (1990). STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3–73.
16. Cooper Standard. (2023). Company profile. <https://www.cooperstandard.com>
17. Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE.
18. Downey, A. (2015). *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist* (2nd ed.). O'Reilly Media.
19. FR Terminales. (2023). Servicios logísticos. <https://www.frterminales.com>
20. Few, S. (2012). *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten* (2nd ed.). Analytics Press.
21. Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using R* (2nd ed.). SAGE Publications.
22. Fox, J., & Weisberg, S. (2019). *An R Companion to Applied Regression* (3rd ed.). SAGE.
23. Gereffi, G. (2018). *Global Value Chains and Development*. Cambridge University Press.
24. Godet, M. (2010). *Prospective Strategic Planning*. UNESCO.
25. Grolemond, G., & Wickham, H. (2011). Dates and times made easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40(3), 1–25. <https://doi.org/10.18637/jss.v040.i03>
26. Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
27. Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
28. Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
29. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
30. Hull, J. C. (2018). *Options, Futures, and Other Derivatives* (10th ed.). Pearson.
31. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice* (2nd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp2/>
32. Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3), 1–22. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i03>
33. Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688.

34. INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Glosario de términos. <https://www.inegi.org.mx>
35. ISO. (2004). ISO 8601: Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times. International Organization for Standardization.
36. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). An Introduction to Statistical Learning with Applications in R (2nd ed.). Springer. <https://www.statlearning.com/>
37. Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). Dirección de marketing (15.ª ed.). Pearson Educación.
38. Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (2018). Economía internacional: Teoría y política (11.ª ed.). Pearson.
39. Lambin, J. J. (2017). Marketing estratégico (6.ª ed.). McGraw-Hill.
40. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). Sistemas de información gerencial (13.ª ed.). Pearson.
41. Leschaco México. (2023). Quiénes somos. <https://www.leschaco.com>
42. Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2019). Statistical Analysis with Missing Data (3rd ed.). Wiley.
43. Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). Forecasting: Methods and Applications (3rd ed.). Wiley.
44. Malhotra, N. K. (2008). Marketing Research: An Applied Orientation (5th ed.). Pearson.
45. Malhotra, N. K. (2019). Investigación de mercados: Un enfoque aplicado (7.ª ed.). Pearson.
46. Messenger, J. C. (2019). Telework in the 21st Century: An Evolutionary Perspective. International Labour Office.
47. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). Applied Statistics and Probability for Engineers (7th ed.). Wiley.
48. Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). Introduction to Linear Regression Analysis (5th ed.). Wiley.
49. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. OECD Publishing.
50. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). COVID-19 and Global Trade. OECD Publishing.

51. OMS – Organización Mundial de la Salud. (2020). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. <https://www.who.int>
52. Orbia. (2023). About us. <https://www.orbia.com>
53. Oxiteno. (2023). Company overview. <https://www.oxiteno.com>
54. PEMEX – Petróleos Mexicanos. (2021). Informe anual. Gobierno de México.
55. Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). Microeconomía (9.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
56. Polaquimia. (2023). Nosotros. <https://www.polaquimia.com>
57. Polioles. (2023). Quiénes somos. <https://www.polioles.com.mx>
58. Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press.
59. Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. Free Press.
60. R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>
61. Raj, P., & Dey, N. (2019). Big Data Analytics: Tools and Technology for Effective Planning. Springer.
62. Responsible Care. (2022). Global charter for safety, quality and environmental protection in the chemical industry. International Council of Chemical Associations.
63. SAT – Servicio de Administración Tributaria. (2020). Glosario de Comercio Exterior. Gobierno de México.
64. SC Johnson. (2023). Company overview. <https://www.scjohnson.com>
65. Secretaría de Economía. (2020). Glosario de términos de comercio exterior. Gobierno de México.
66. Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2025). Ciclo de inversión: Clasificación portuaria en México. Gobierno de México. <https://www.proyectosmexico.gob.mx>
67. Secretaría de Marina (SEMAR). (2022). Informe de puertos y marina mercante. Gobierno de México.
68. Secretaría de Salud. (2020). Lineamientos del semáforo de riesgo epidemiológico COVID-19. Gobierno de México.

69. Senge, P. M. (2006). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization* (Rev. ed.). Doubleday.
70. Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2015). *Economic Development* (12th ed.). Pearson.
71. UNCTAD – Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (2022). *Handbook of Statistics*. Naciones Unidas.
72. Venables, W. N., & Smith, D. M. (2022). *An Introduction to R*. R Core Team.
73. Vopak. (2023). About us. <https://www.vopak.com>
74. Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
75. Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.
76. Wickham, H., & Bryan, J. (2023). *readxl: Read Excel Files*. R package version 1.4.3. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>
77. Wickham, H., François, R., Henry, L., & Müller, K. (2023). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
78. Wickham, H., Grolemund, G. (2017). *R for Data Science*. O'Reilly Media.
79. Wickham, H., Hester, J., & Bryan, J. (2023). *readr: Read Rectangular Text Data*. R package version 2.1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=readr>
80. Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms* (4th ed.). Brooks/Cole.
81. Wooldridge, J. M. (2013). *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno* (5.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.