



Vigilada Mineducación

**Estudio de Prefactibilidad para la Producción en Colombia y  
Comercialización en Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada**

**Juan Alberto Mejía Vásquez**  
jamejiav@eafit.edu.co

**David León Vanegas**  
dleonva@eafit.edu.co

**Universidad EAFIT**  
**Escuela de Administración**  
**Maestría en Gerencia de Proyectos**  
**Medellín**  
**2022**

**Estudio de Prefactibilidad para la Producción en Colombia y  
Comercialización en Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada**

**Juan Alberto Mejía Vásquez**  
jamejiav@eafit.edu.co

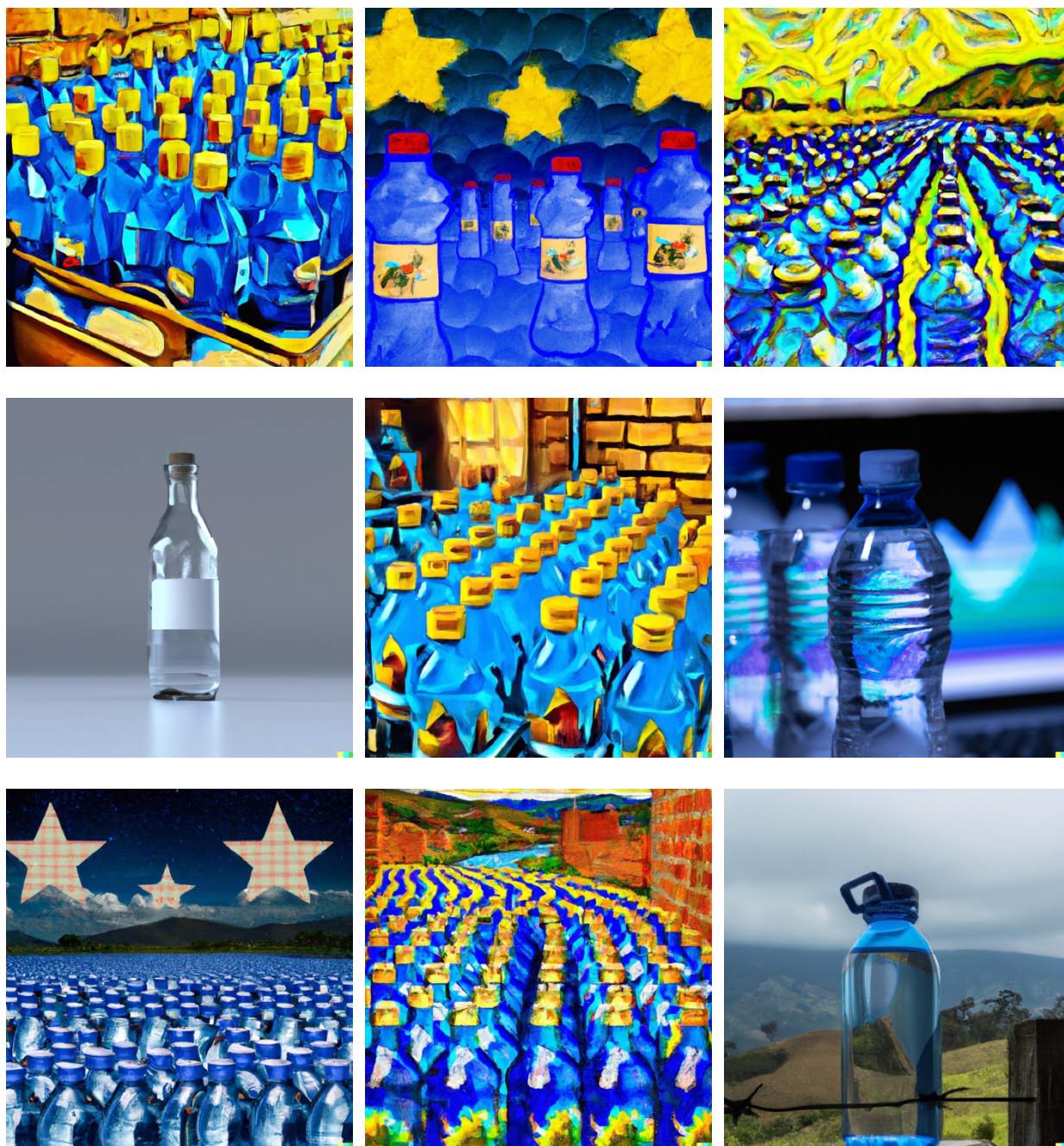
**David León Vanegas**  
dleonva@eafit.edu.co

Trabajo de grado para optar al título de  
Magíster en Gerencia de Proyectos

Directora  
María Cecilia Henao Arango

**Universidad EAFIT**  
**Escuela de Administración**  
**Maestría en Gerencia de Proyectos**  
**Medellín**

**2022**

Portada<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Imágenes generadas por los autores utilizando los algoritmos de Inteligencia Artificial de DALL·E 2 (OpenAI, 2022)

## **Nota de Aceptación**

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
<b>Introducción</b> .....	16
<b>1 Situación en Estudio – Problema</b> .....	18
1.1 Descripción de los contextos geográficos.....	18
1.1.1 Estados Unidos de América .....	21
1.1.2 Colombia .....	23
1.2 Descripción de los contextos sociales.....	24
1.3 Descripción de los contextos técnicos .....	27
1.4 Descripción de los contextos organizacionales.....	33
1.5 Descripción de los contextos económicos .....	35
1.6 Antecedentes .....	36
1.7 Alcance.....	39
1.8 Justificación .....	39
1.9 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación o problema en estudio.....	40
<b>2 Objetivos</b> .....	42
2.1 Objetivo General .....	42
2.2 Objetivos Específicos.....	42
<b>3 Marco de referencia conceptual</b> .....	44
3.1 Prefactibilidad en la Formulación y evaluación de proyectos .....	44
3.2 Prefactibilidad del Proyecto en sus diferentes objetivos Específicos .....	45
3.2.1 Estudio sectorial .....	45
3.2.2 Estudio de Mercado.....	46

3.2.3	Estudio Técnico .....	48
3.2.4	Estudio Ambiental .....	48
3.2.5	Estudio Legal.....	49
3.2.6	Estudio Financiero.....	51
3.2.7	Análisis de Riesgos .....	51
<b>4</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>53</b>
4.1	Tipo de Estudio .....	53
4.2	Sujetos .....	53
4.3	Técnicas o Instrumentos.....	53
<b>5</b>	<b>Estudio Sectorial.....</b>	<b>56</b>
5.1	Competencia.....	57
5.1.1	Pepsico, inc - Aquafina .....	59
5.1.2	The Coca-Cola Company - Glacéau Smart Water y Dasani .....	60
<b>6</b>	<b>Estudio de Mercado.....</b>	<b>63</b>
6.1	Elegir Sitio Web: Amazon.com .....	64
6.2	Seleccionar los datos a capturar .....	64
6.3	Organizar los datos en elementos estructurados .....	65
6.4	Resultados y análisis de datos.....	67
6.5	Resultados Cualitativos de la Investigación de Mercados .....	68
6.5.1	Taste (Sabor) .....	69
6.5.2	Great (Excelente).....	71
6.5.3	Price (Precio).....	72
6.5.4	Thirst (Sed).....	74
6.5.5	Plastic (Plástico).....	75

6.5.6	Store (Tienda).....	77
6.5.7	Brand (Marca) .....	79
6.5.8	Packaging (Embalaje).....	80
6.5.9	Conclusiones y Recomendaciones del Estudio de Mercado .....	82
<b>7</b>	<b>Estudio Técnico</b> .....	<b>84</b>
7.1	Abastecimiento de Agua y Localización .....	84
7.1.1	Topografía e Hidrología.....	85
7.1.2	Uso del Suelo.....	87
7.1.3	Condiciones Socioeconómicas.....	88
7.1.4	Condiciones Ambientales.....	90
7.1.5	Costos del proyecto .....	91
7.1.6	Combinación del Análisis Multicriterio.....	93
7.2	Tratamiento del agua.....	96
7.2.1	Aspectos Técnicos del Tratamiento y Potabilización de Agua.....	96
7.3	Instalación de la Infraestructura de producción y embotelladora .....	97
7.4	Transporte y Distribución .....	100
7.5	Comercialización y Mercadeo .....	101
<b>8</b>	<b>Estudio Social</b> .....	<b>103</b>
8.1	Consumir productos locales.....	103
8.2	Consumidores altamente educados .....	104
8.3	Comportamiento del Consumidor en Línea .....	104
8.4	Cambios Demográficos.....	105
8.5	Iniciativa Filantrópica de Donación de Agua Potable Envasada .....	106
<b>9</b>	<b>Estudio Ambiental</b> .....	<b>108</b>

9.1	No requerimiento de Licencia Ambiental para este Proyecto .....	108
9.2	Permisos Ambientales .....	108
9.2.1	Concesión de Aguas Superficiales o concesión de Aguas Subterráneas .....	108
9.2.2	Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua .....	110
9.2.3	Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos.....	110
9.2.4	Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados .....	111
9.3	Tasa por el uso del Agua .....	111
9.4	Costos Ambientales .....	112
9.4.1	Costos de prevención ambiental.....	113
9.4.2	Costos de detección ambiental .....	113
9.4.3	Costos de fallas ambientales internas.....	114
9.4.4	Costos de fallas ambientales externas .....	115
<b>10</b>	<b>Estudio Legal .....</b>	<b>116</b>
10.1	Estudio legal para la producción de agua potable en Colombia.....	116
10.1.1	Marco Legal Ambiental .....	116
10.1.2	Requisitos de la Agencia Reguladora Nacional – ARN (INVIMA).....	120
10.1.3	Construcción Sismo Resistente de la Infraestructura Física .....	121
10.2	Estudio legal para la exportación y comercialización en Estados Unidos de América.....	123
10.2.1	Requisitos de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos FDA).....	123
<b>11</b>	<b>Estudio Organizacional.....</b>	<b>126</b>
11.1	Estructura Organizacional .....	126
11.2	Presidente de la Empresa (CEO).....	127
11.3	Personal Directivo .....	129

11.3.1	Chief Technology Officer (CTO) o Vicepresidente de Tecnología .....	129
11.3.2	Chief Operating Officer (COO) o Vicepresidente de Negocios .....	129
11.4	Personal Profesional .....	130
11.4.1	Ingeniero Químico.....	130
11.4.2	Ingeniero de Software y Analítica.....	131
11.5	Operadores y Supervisores de Planta .....	132
11.6	Conclusiones del Estudio Organizacional .....	133
<b>12</b>	<b>Estudio Financiero .....</b>	<b>134</b>
12.1	Flujo de Caja del Proyecto.....	134
12.1.1	Producción de Agua Potable Embotellada .....	135
12.1.2	Ventas Anuales.....	136
12.1.3	Precio.....	137
12.1.4	Ventas.....	139
12.1.5	Ingresos Operativos.....	140
12.1.6	Ingresos no operativos.....	140
12.1.7	Total Ingresos.....	141
12.1.8	Inversiones .....	142
12.1.9	Costos Fijos .....	145
12.1.10	Costos Variables.....	145
12.1.11	Depreciación de Activos .....	148
12.1.12	Valor en libros.....	148
12.1.13	Utilidad antes de Impuestos e Intereses (UAI).....	149
12.1.14	Utilidad antes de Impuestos (UAI).....	150
12.1.15	Impuestos y Utilidad Neta.....	151
12.1.16	Flujo de Caja Neto.....	152

12.1.17 Tasa Interna de Retorno .....	153
12.1.18 Valor Presente Neto (VPN) .....	153
<b>13 Estudio de Riesgos</b> .....	<b>155</b>
13.1 Flujo de Caja del Proyecto.....	156
13.1.1 Riesgo de Producción de Agua Potable Embotellada .....	156
13.1.2 Riesgo de Ventas Anuales .....	159
13.1.3 Riesgo de Precio .....	159
13.1.4 Riesgo de la TRM .....	162
13.1.5 Riesgo del Precio Estimado de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L.....	164
13.1.6 Riesgo en las Ventas Anuales.....	166
13.1.7 Riesgo en los Ingresos no operativos .....	167
13.1.8 Inversiones.....	169
13.1.9 Riesgo en los costos fijos .....	177
13.1.10 Riesgo en los costos variables .....	178
13.2 Simulación de Monte Carlo e Interpretación de resultados .....	179
13.2.1 Simulación de Monte Carlo.....	179
13.2.2 Resultados e Interpretación .....	180
13.2.3 Conclusiones del Estudio de Riesgos .....	186
<b>14 Conclusiones</b> .....	<b>188</b>
<b>15 Recomendaciones</b> .....	<b>194</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>196</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1. Factores de Ponderación para Topografía e Hidrología.....	87
Tabla 2. Factores de Ponderación para Condiciones Socioeconómicas .....	89
Tabla 3. Factores de Ponderación para Condiciones Ambientales .....	91
Tabla 4. Factores de Ponderación para Costos del Proyecto .....	93
Tabla 5. Factores de Ponderación para Selección Multicriterio .....	94
Tabla 6. Resumen de Costos Laborales Anuales .....	133

## Lista de Ilustraciones

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Reservas Globales de Agua.....	19
Ilustración 2. Riesgo General del Agua en el mundo.....	21
Ilustración 3. Entrega de Agua Potable Envasada en Estados Unidos por parte del Ejército a Civiles por escasez.....	27
Ilustración 4. La empresa y su Entorno.....	46
Ilustración 5. La empresa y su Entorno.....	56
Ilustración 6. Ventas de las principales marcas de agua sin gas embotellada en Estados Unidos en 2021 (en millones de dólares estadounidenses) .....	58
Ilustración 7. Página Web de Aquafina.....	59
Ilustración 8. Página Web que muestra el Producto Glacéau smartwater de la compañía The Coca-Cola Company.....	60
Ilustración 9. Cuadro que muestra la tarjeta de puntuación para cada tipo de agua .....	61
Ilustración 10. Procedimiento esquemático de web scraping .....	63
Ilustración 11. Base creada por Web scraping utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías BeautifulSoup y Pandas .....	66
Ilustración 12. Estadísticas descriptivas de la tabla de datos que incluyen aquellas que resumen la tendencia central y la dispersión para el volumen total, precio total y precio unitario por litro de agua envasada.....	68
Ilustración 13. Imagen esquemática de la Planta de Potabilización esperada.....	99

Ilustración 14. Estructura Organizacional Inicial Propuesta.....	127
Ilustración 15. Distribución de Frecuencias encontradas de Precio Unitario [USD/L].....	138
Ilustración 16. Caudal Efectivo.....	158
Ilustración 17. Estimado de producción de paquetes de 24 botellas de 0,5 L.....	159
Ilustración 18. Distribución de Frecuencias encontradas de Precio Unitario [USD/L].....	160
Ilustración 19. Precio de Venta Estimado .....	162
Ilustración 20. TRM .....	164
Ilustración 21. Precio Estimado de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L .....	166
Ilustración 22. Valor Mercado de la Infraestructura y Lote en el año 10 .....	168
Ilustración 23. Valor Mercado de la Maquinaria y Equipos en el año 10.....	169
Ilustración 24. Inversión en Diseños de Detalle.....	171
Ilustración 25. Inversión en Compra de Lote.....	173
Ilustración 26. Inversión en Infraestructura [COP] .....	175
Ilustración 27. Inversión en Maquinaria y Equipos .....	177
Ilustración 28. Valor Presente Neto .....	181
Ilustración 29. Tasa Interna de Retorno .....	184

## Resumen

En este trabajo se elaborará el estudio de prefactibilidad para la producción de agua potable envasada en Colombia y su comercialización en Estados Unidos de América, mediante la aplicación de la metodología del *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Para esto, se hace necesario la elaboración de los estudios: sectorial, de mercado, técnico, social, ambiental, legal, organizacional, financiero y de riesgos, que permita determinar su viabilidad.

**Palabras claves:** Estudio de prefactibilidad, Estudio de riesgos en proyectos, Fase de pre-inversión, Agua potable envasada.

### **Abstract**

This work will seek to elaborate a pre-feasibility study to produce bottled drinking water in Colombia and its commercialization in the United States of America, through the application of the methodology of the *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies* of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

For this, it is necessary to prepare the following studies: sectoral, market, technical, social, environmental, legal, organizational, financial and risk, to determine its feasibility.

**Key words:** Pre-feasibility study, Project risk study, Pre-investment phase, Bottled drinking water.

## Introducción

Con el objetivo de identificar la viabilidad de producir agua potable en territorio colombiano para su posterior envasado, exportación y comercialización en los Estados Unidos de América, se hace necesario la elaboración de un estudio a nivel de prefactibilidad de este proyecto de inversión.

Aprovechando la riqueza del recurso hídrico que tiene Colombia, la cual será verificada o negada en los estudios e investigaciones documentales que se realizarán en este y en futuros trabajos de investigación, se construye el modelo requerido para identificar la ubicación óptima de la planta productora y envasadora, una vez se verifique que existe demanda para este producto en territorio estadounidense, a partir de las necesidades y preferencias de los potenciales consumidores, que serán identificados en el estudio de mercado y sectorial.

El mercado del agua envasada en el mundo se podría caracterizar de una manera simplificada en dos grupos: el primero corresponde a aguas captadas de la red de consumo de servicios públicos con poca o mínima mejora en sus condiciones físico-químicas, las cuales se ofrecen a precios relativamente económicos al consumidor final; por otro lado, el segundo grupo corresponde a aguas captadas en sitios privilegiados en su mineralogía, su filtración natural y otras características que finalmente inciden en su alta calidad, las cuales se ofrecen al mercado con altos precios por su caracterización como producto Premium.

En este trabajo se busca encontrar ese nicho de mercado intermedio a través de la captación, producción y envasado de agua en la geografía colombiana más apropiada, para la obtención de las características óptimas del recurso hídrico y verificar si es viable su exportación y comercialización en Estados Unidos, con un precio más competitivo que se encuentre ligeramente

ubicado por encima de las aguas del grupo uno, y debajo de las del grupo dos, con el fin de poder ofrecer a los consumidores finales un agua de excelente calidad a un precio muy competitivo.

El *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) (Behrens W. H., 1991), establece una metodología general para la evaluación de estos proyectos de inversión, pero no limita las metodologías que se deben aplicar en cada paso. Por lo anterior, se definió una metodología cuantitativa que buscará evaluar los principales parámetros financieros de VPN (Valor Presente Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno), bajo un escenario determinístico (estudio financiero) y un escenario probabilístico (estudio de riesgos), los cuales requerirán de elementos de entrada que se obtendrán en los estudios previos, que comprenden: el estudio sectorial, de mercado, técnico, social, ambiental, organizacional y legal, que serán desarrollados según se indica en el apartado de la metodología.

## **1 Situación en Estudio – Problema**

El estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de agua potable envasada requiere la revisión de los contextos que originan la situación de estudio. En este caso, una revisión a los contextos geográficos, sociales, técnicos y económicos, que tienen mayor incidencia en las características de este proyecto.

### **1.1 Descripción de los contextos geográficos**

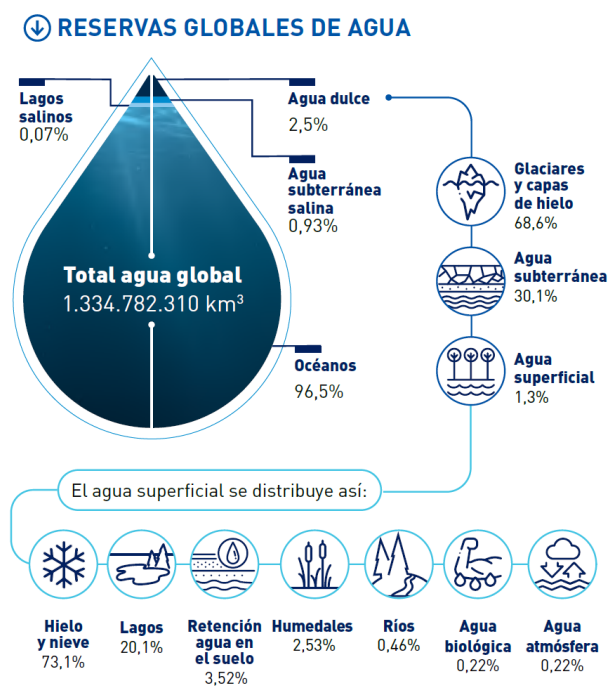
El agua potable en estado natural es el recurso y materia prima fundamental para el desarrollo de este proyecto, por lo que es importante reconocer su papel dentro del contexto geográfico mundial, principalmente en el territorio colombiano, donde se producirá, y en el territorio estadounidense, donde se evaluará su comercialización. Con relación a la salud y supervivencia de la especie humana, las Naciones Unidas, en su apartado de desafíos globales, afirma lo siguiente:

El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y para la supervivencia de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es un decisivo vínculo entre la sociedad y el medioambiente. (Naciones Unidas, 2021, p.1)

Se hace necesario contextualizar la dependencia de la disponibilidad y de la conservación del recurso hídrico para este proyecto, en tanto como insumo principal del proceso productivo y comercial, se requiere de la gestión de los gobiernos y entidades privadas, los cuales deberán enmarcar una hoja de ruta para el cuidado de las reservas globales de agua, que permita brindar la sostenibilidad que el mercado requiere. Como se observa en la siguiente imagen, estas reservas

son escasas cuando se habla del agua dulce disponible para el consumo humano, tan sólo corresponde a un 2,5% de las reservas globales de agua, de las cuales la mayoría (el 68,6% de estas) están en los Glaciares y capas de hielo y, de estas, tan sólo el 1,3% corresponde a agua superficial, es decir, tan sólo un 0,03% de las reservas globales de agua (Suramericana S. A., 2020):

**Ilustración 1. Reservas Globales de Agua**



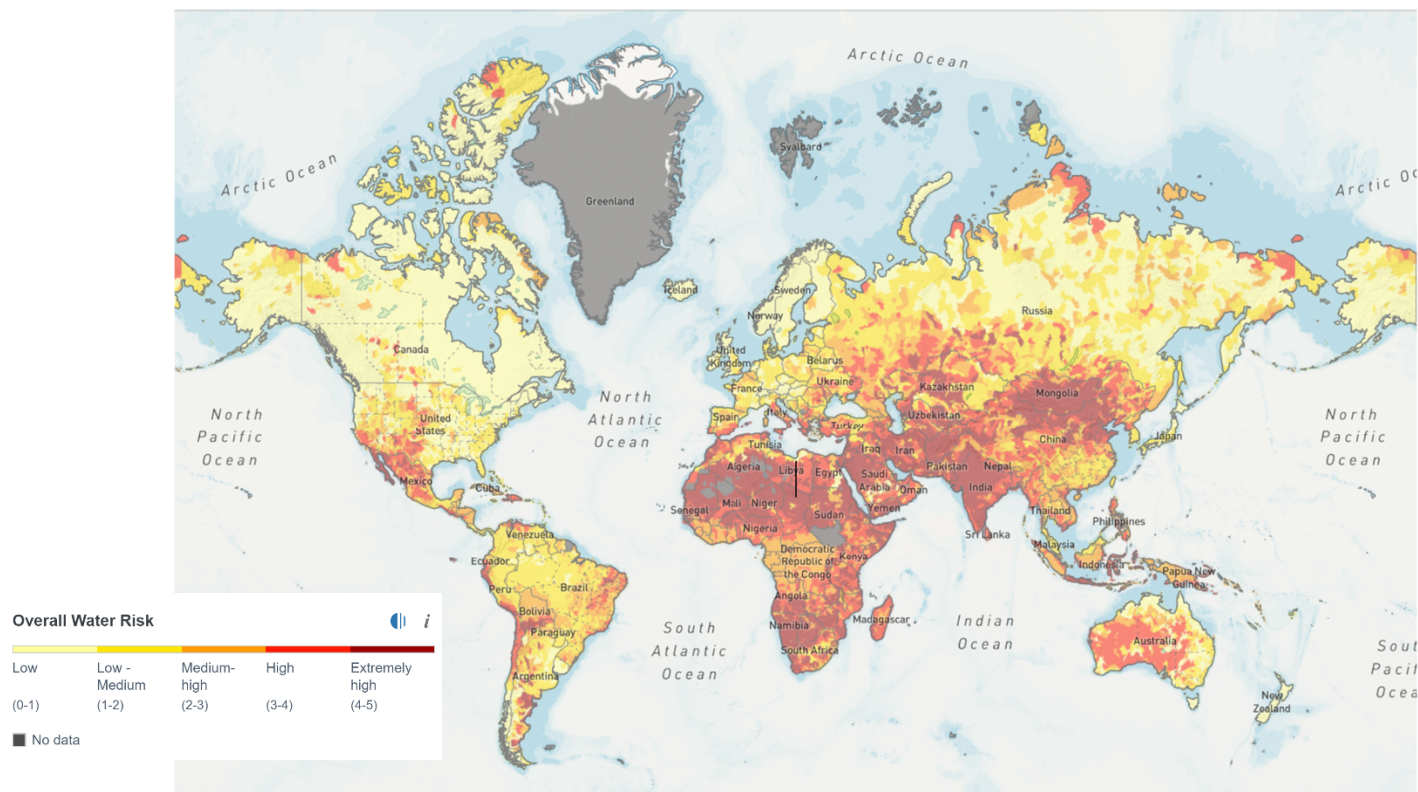
Fuente: Tomado de Suramericana S. A. (2020)

Adicional a la escasez del recurso hídrico en el mundo en su forma natural, existen unas oportunidades de mejora importantes en su gestión para la atención de las necesidades humanas y de la industria, ya que en diversas geografías su administración es delegada en empresas públicas, de las cuales algunas se pueden caracterizar por su alta eficiencia y calidad, mientras que también se pueden encontrar otras con evidentes oportunidades de mejora e ineficiencias operativas en su gestión, como se puede ver en el siguiente párrafo:

La escasez de agua es la demanda insatisfecha por la ausencia física del recurso (escasez física) que se da, en gran parte, por la alteración del suministro o de la calidad del agua que generan las actividades humanas. Sin embargo, la carencia en las ciudades, más allá de la ausencia física del agua, también puede ser el resultado de la ineficiente gestión y la falta de infraestructura necesaria para la prestación de los servicios (escasez económica). Factores como el crecimiento de la población hacen que la demanda del recurso aumente en el tiempo y que la escasez sea cada vez más común. (Suramericana S. A., 2020, p. 43)

En la siguiente imagen se logra observar el riesgo general en el que se encuentra el recurso agua en cada uno de los países del mundo. Se hallan situaciones muy críticas en continentes como África, gran parte de Asia y algunos países en Europa. En América del Sur se encuentran algunas áreas muy críticas en zonas específicas de algunos países. Oceanía es un continente donde se pueden encontrar países como Australia con una situación muy delicada con respecto al recurso hídrico. Finalmente, en América del Norte es importante resaltar la situación de México y parte del sur de Estados Unidos, donde la situación presenta niveles altos de criticidad, no obstante, esta parte del continente cuenta con uno de los países (Canadá) en donde este recurso aún se considera abundante.

## Ilustración 2. Riesgo General del Agua en el mundo



Fuente: Tomado de AQUEDUCT TM (2021)

### 1.1.1 Estados Unidos de América

En la ilustración 2, tomada de AQUEDUCT TM (2021), se observa que el riesgo hídrico a nivel mundial, que varía considerablemente de lugar a lugar, encuentra una compensación entre las dos geografías de análisis para este proyecto: Colombia, como país productor, está clasificado con un riesgo bajo y bajo-medio, mientras que gran parte de Estados Unidos de América, país objetivo de la comercialización del agua envasada, tiene grandes zonas con riesgo medio, alto y extremadamente alto, principalmente en su parte oeste.

Independientemente de los resultados de la viabilidad de este proyecto, se recomienda por parte de los autores que se continúe evaluando factibilidades por diferentes autores, desde países productores, que de acuerdo con sus potenciales capacidades de captar, producir, envasar y transportar agua hacia los diferentes países consumidores que, por su demanda del recurso hídrico debido a problemas naturales o sociales lo requieran, se busque asegurar de manera sostenible, y para los próximos años, que todo ser humano que nazca goce de su derecho a consumir agua potable, independientemente de si su lugar de nacimiento posee o no recursos hídricos.

Estados Unidos de América es el país objetivo de análisis de este proyecto, pues hoy en día presenta comercialización de agua potable envasada por empresas locales, y por otras que provienen del extranjero.

La decisión a priori de investigar su demanda y el mercado actual de agua envasada en dicho país radica en que la revisión documental preliminar arroja que es uno de los mercados más grandes a nivel mundial para la comercialización de estos productos y, que en “2019, el agua embotellada se clasificó como la categoría de bebidas más grande por volumen en los Estados Unidos por cuarto año consecutivo, después de una notable racha de crecimiento vigoroso de varias décadas” (International Bottled Water Association, 2021, p. 1).

Una de las principales marcas de agua local estadounidense corresponde a Aquafina, del Grupo Pepsi Bottling Group, Inc. (PepsiCo) introducida en Kansas en 1994 y distribuida a nivel nacional en 1997, ganando reconocimientos por su gran sabor y pureza (Pepsi Bottling Group, Inc., 2021), adicional a ésta, también se encuentran Dasani, Glaceau Smartwater, Poland Spring, Niagara Bottling LLC y Ozarka.

Una de las principales aguas importadas del extranjero corresponde a la marca de agua mineral Acqua Panna y San Pellegrino, de origen italiano, que se comenzó a explotar desde el siglo XIX y se encuentra disponible para su compra en el mercado de retail y de comercio electrónico estadounidense (Rodríguez & Lindoso, 2014, p.113).

Se puede concluir entonces que del contexto geográfico de Estados Unidos, la no potabilidad del agua de algunas ciudades y la escasez de dicho recurso hídrico en diferentes estados, incluyendo a California, genera demanda y, en consecuencia, origina oportunidades de negocio, por lo que se hace necesario investigar en el estudio de mercado si esta demanda es completamente satisfecha por las empresas que actualmente comercializan allá, o si por el contrario, existe un nicho de mercado con necesidades no satisfechas o parcialmente satisfechas que podría resultar como el mercado objetivo de esta investigación.

### **1.1.2 Colombia**

Colombia se relaciona comúnmente como uno de los países que más tiene abundancia de recurso hídrico, sin embargo, existen zonas que por sus condiciones geográficas y climáticas presentan condiciones adversas, como es el caso de La Guajira, la cual:

Se caracteriza por presentar escasas lluvias (distribuidas en los dos semestres del año), insolaciones fuertes, vientos constantes y alta evaporación. Su temperatura promedio está entre los 27 °C y los 29 °C, varía poco durante el año y no se ve afectada por la altura, pues no se encuentran elevaciones de consideración. De la relación entre los valores de precipitación media anual y los equivalentes a la evapotranspiración potencial se calculan los grados de aridez de un territorio (Eslava, 1993), que son utilizados por el Programa de las Naciones Unidas para el

Medio Ambiente (PNUMA) para clasificar los desiertos del mundo. Los resultados indican que la región de la Alta Guajira pertenece a la categoría de tierras áridas y semiáridas, dentro del sistema de clasificación mundial de desiertos (índices de aridez mayores a 0,03 y menores a 0,50). (Aponte, 2010, p. 165)

No obstante, otras zonas del país presentan una mayor abundancia de agua, como es el caso de Antioquia, en donde:

La alta presencia de ríos, quebradas y humedales en Antioquia permite que haya una alta oferta hídrica, siendo las zonas del río Atrato-Darién y la del río Nechí las que presentan los aportes más altos; en oposición se encuentra la zona del Caribe Litoral, siendo la de menor disponibilidad hídrica (ENA, 2014). Así como varía la oferta del recurso, puede variar la demanda, y por lo tanto la cantidad disponible como la calidad de este. (Escobar, Arroyo Alzate & Pérez Villota, 2021, p.11)

Se puede concluir entonces sobre el contexto geográfico de Colombia, que existen zonas dentro del país que poseen riqueza de recurso hídrico, mientras que otras no, por lo cual la geografía será una variable determinante del proyecto que será abordada con profundidad en el estudio técnico.

## **1.2 Descripción de los contextos sociales**

Al revisar los antecedentes sociales, se puede verificar que la aceptación social de los productos de agua envasada en el mundo tiene diversos puntos de vista. Por una parte, dada su legalidad, se resalta la importancia que tiene su comercio en el mundo, ya que en el año 2008:

Según datos de la consultora australiana de marketing de bebidas Fountainhead, el mercado del agua embotellada ha pasado, en sólo una década, de ser un negocio

importante pero secundario, a situarse como la segunda o la tercera mercancía legal que más dinero mueve en el mundo después del petróleo y el café. (Velásquez, 2011, p. 2)

No obstante, en el mismo artículo Velásquez (2011, p. 6) presenta una crítica a las principales compañías productoras de agua envasada, cuando menciona que compañías como Nestlé, Coca-Cola y Pepsico maquillan sus prácticas sociales y ambientalmente perjudiciales.

Muchas de estas empresas buscan mitigar el impacto social y los riesgos reputacionales asociados, mediante la ejecución de proyectos sociales, principalmente en zonas con dificultad de acceso al recurso hídrico; uno de estos casos lo cita Avilán (2019) en su plan de negocios donde recupera un artículo publicado en el Coca-Cola Journal, que relaciona la restauración de un molino y un sistema de captación de agua en La Guajira – Colombia en el año 2018, lo cual, según los autores del artículo, constituye un “proyecto (que) beneficiará de forma directa a más de mil personas de la zona, que están distribuidas en diferentes ranchos” (Equipo Editorial Journey - The Coca-Cola Company, 2018, p.1).

A pesar de la percepción negativa que socialmente se tiene sobre estas empresas por algunas personas, en las localidades donde los consumidores no tienen confiabilidad sobre la calidad de agua distribuida por las redes de acueducto, como un servicio público, existe una percepción social positiva sobre el producto de agua envasada, tanto en temas de salubridad, e inclusive de economía, como se puede leer en la tesis de grado de Erika Mera, realizada en la ciudad ecuatoriana de Esmeraldas, donde concluye que:

Las personas de la ciudad de Esmeraldas, creen que es más económica, más accesible y menos dañina para la salud el agua embotellada que el agua del grifo,

debido a que los sistemas de agua potable que funcionan en los diferentes sectores no son manejados adecuadamente, lo que implica que el agua que llega a las casas no es de buena calidad y es muy cara según las encuestas. (Mera, 2021, p. 53)

Por lo anterior, se puede concluir que debido a que la hidratación y el agua potable en general no sólo son esenciales y necesarios para la vida, sino para la vida de calidad con altos estándares de bienestar, las personas cuando tienen satisfecha esta necesidad podrían tender a mirar los proyectos e impactos sociales que tienen las empresas productoras y cuestionarlos, pero cuando el bienestar de sí mismos y de sus seres queridos se encuentre comprometido por la necesidad del líquido vital, tienden a valorar el producto y a las empresas que lo comercializan y hacer las filas que sean necesarias para conseguirlo, como se observa en la siguiente imagen tomada de Zee Media Corporation Limited (ZMCL group, 2022).

**Ilustración 3.** Entrega de Agua Potable Envasada en Estados Unidos por parte del Ejército a Civiles por escasez



Fuente: Tomado de Zee Media Corporation Limited (ZMCL group, 2022)

### 1.3 Descripción de los contextos técnicos

Para producir agua potable para su embotellamiento y comercialización, se pueden tomar dos caminos:

El primero es captar agua de las redes del servicio público, las cuales se podrían envasar directamente o después de tratamientos complementarios, un ejemplo de esto es la marca Aquafina de PepsiCo, cuya “principal marca de agua embotellada es agua purificada que procede de la red de suministro público” (Velásquez, 2011, p. 4).

Otra opción sería captar el agua directamente de sus fuentes naturales, para lo cual existen diversas metodologías, de las cuales las principales son la captación superficial y subterránea que se explicarán a continuación:

### **Captación de agua superficial**

Una de las formas tradicionales de captar el agua es hacerlo directamente de las fuentes o escorrentías superficiales como ríos, embalses y lagos, cuyos principales factores son “básicamente clima (precipitaciones, temperatura, etc.), relieve, vegetación y geología (factor generador a su vez de los suelos en función también del clima)” (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021, p.1).

Dependiendo de las variables que se mencionan, se pueden presentar diversas alternativas de infraestructura para captar el agua que escurre sobre las superficies; entre las principales soluciones técnicas que se le han dado a este problema, se encuentran las descritas en la Comisión Nacional del Agua (2022):

- Captación en ríos
  - Obra de toma directa
  - Captación en barraje
  - Captación en dique
- Captación en presa derivadora
- Captación en presa de almacenamiento

- Captación en Almacenamientos
- Captación en Manantiales

### **Captación de agua subterránea**

De forma alternativa a la captación de aguas superficiales que se mencionó anteriormente, existe la posibilidad de captar aguas subterráneas, las cuales:

Se entienden como aquellas masas de agua que se encuentran bajo la superficie del suelo. Forman parte del ciclo hidrológico, que se infiltra a través del agua de lluvia, de la nieve, del agua que se infiltra de las lagunas y los ríos, o en general, cuando la capa superficial del suelo se encuentra saturada de agua. (iAgua Magazine, 2021, p. 1)

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020, p. 95), los siguientes son los tipos de captación de agua subterránea:

- Captaciones Horizontales
  - Zanjas,
  - Drenes y
  - Galerías Filtrantes
- Captaciones Verticales
  - Pozos excavados

Una vez capturada el agua, pueden proceder dos caminos diferentes: el primero sería continuar con el proceso de embotellado sin ningún tipo de tratamiento, lo cual es afirmado por varias empresas embotelladoras de agua, entre ellas Evian, perteneciente al Grupo DANONE, que afirma:

Nuestra agua obtiene su sabor fresco y único de su viaje de 15 años a través de los Alpes franceses. Comienza como nieve y lluvia y viaja lentamente a través de capas de rocas glaciares donde se filtra naturalmente y se mejora con electrolitos y minerales. La naturaleza le da a nuestra agua todo lo que necesita: no agregamos cosas para el gusto o se mejora con nada extra. (DANONE, 2021, p.1)

El segundo camino consiste en tratar o potabilizar el agua capturada, por lo que a continuación, se presenta un breve contexto de lo que implica este proceso de potabilización:

### **Potabilización tradicional del agua**

La potabilización del agua se efectúa para mejorar sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas y poderla ofrecer para el consumo del ser humano, sin afectar su salud. Es una acción que se lleva a cabo en las plantas de tratamiento, las cuales son diseñadas de acuerdo con la calidad del agua de cada sitio. De ahí que las plantas no sean todas iguales, pues su diseño depende de las necesidades específicas (SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA, 1999, p. 53).

En el mismo libro citado, SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA (1999, p. 54), se encuentran relacionadas las principales tecnologías de tratamiento, que consisten en:

El tratamiento con químicos que involucra las siguientes operaciones y procesos:

- Cribado - desarenación

- Medición del caudal del agua cruda
- Dosificación de coagulante
- Mezcla rápida y coagulación
- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Cloración
- Acondicionamiento del pH

El tratamiento biológico que involucra:

- Cribado - Desarenación
- Filtración dinámica
- Filtración en medios gruesos
- Filtración lenta en arena
- Cloración

## **Tratamientos avanzados de potabilización del agua**

Adicional a los procesos convencionales de potabilización de agua, este tema es permanentemente investigado, con el fin de encontrar tratamientos más eficaces que incluyen diferentes técnicas.

Con el objetivo de ejemplificar una de ellas, se pueden mencionar los tratamientos consistentes en el ensuciamiento de las membranas de intercambio iónico, utilizadas en el tratamiento avanzado de agua con reversión de electrodiálisis (Electrodialysis self-reversal - EDR), el cual consiste en “una inversión frecuente de la dirección de la corriente entre los electrodos de la celda EDR para combatir el ensuciamiento de las membranas de intercambio iónico (IEM)” (Hansima, 2020, p. 1).

Las últimas y más avanzadas técnicas de tratamiento y purificación de agua están diseñadas para eliminar una amplia gama de contaminantes de los suministros de agua. Estos tratamientos pueden incluir ultrafiltración, ósmosis inversa y filtración de carbón activado. La ultrafiltración es un proceso basado en membranas que utiliza filtros con poros diminutos para eliminar bacterias, virus y sólidos en suspensión del agua. La ósmosis inversa es un proceso que aplica presión al agua, forzándola a través de una membrana que atrapa los contaminantes, permitiendo que sólo pase agua limpia. La filtración de carbón activado es eficaz para eliminar compuestos orgánicos, productos químicos y otros contaminantes. Las nuevas tecnologías, como la desinfección ultravioleta, la desinfección con ozono y los procesos de oxidación avanzada, también se utilizan para purificar y desinfectar aún más el agua.

#### 1.4 Descripción de los contextos organizacionales

En su libro *Organizaciones - aproximaciones teóricas desde los estudios organizacionales*, Gonzales-Miranda (2017) relaciona una serie de definiciones de organización, donde una de ellas corresponde a la de Stoner, Freeman y Gilbert (1996): “son dos personas o más que trabajan juntas, de manera estructurada, para alcanzar una meta o una serie de metas específicas” (citados en Gonzales-Miranda, 2017, p.1).

Partiendo de esta definición, se contempla una estructura organizacional de la empresa similar a las que actualmente presentan las compañías del sector, buscando como diferencial la implementación desde el inicio de esta empresa, del concepto conocido actualmente como hiper-automatización, el cual según Haleem (2021), permite un funcionamiento más eficiente de las empresas:

Las tecnologías de hiper-automatización permiten que los robots y los humanos funcionen de manera eficiente. Funciona en conjunto para automatizar los procedimientos comerciales largos y al final de su vida útil, de lo simple a lo complicado. Con la tecnología de inteligencia artificial emergente, los empleados pueden identificar y automatizar cualquier tarea para encontrar que sea relevante para aportar valor en todo el proceso de la empresa. Los usuarios empresariales pueden emplear herramientas que son fáciles de integrar y adaptables. La automatización se puede lograr desde los procesos que se ejecutan y toman tiempo hasta los procedimientos que tienen un alcance menor. (p. 6)

La implementación de la hiper-automatización en una planta de tratamiento de agua potable presenta muchas oportunidades y desafíos nuevos. Con la capacidad de automatizar y optimizar

procesos complejos, la hiper-automatización puede ayudar a reducir costos y aumentar la eficiencia. También puede ayudar con el análisis predictivo y proporcionar mejores capacidades para la toma de decisiones. Sin embargo, también trae consigo la necesidad de invertir en nueva tecnología y personal, para garantizar la implementación exitosa de la hiper-automatización.

El uso de Inteligencia Artificial (IA) en una planta de tratamiento de agua potable puede ayudar a optimizar los procesos, al identificar patrones y tendencias que se pueden utilizar para tomar decisiones y tomar acciones correctivas. La IA también se puede utilizar para monitorear y controlar todo el proceso, mejorando la precisión y la confiabilidad. Con IA, la planta se puede optimizar para una mejor utilización de los recursos y una mayor producción. Sin embargo, la IA también traerá consigo ciertos desafíos y riesgos, como la necesidad de protocolos de seguridad y privacidad de datos, así como consideraciones éticas.

Por lo anterior, se evalúa la prefactibilidad de implementar tecnologías que permitan automatizar procesos de software y hardware industriales, que se adapten a las necesidades propias del negocio de producción, embotellamiento y comercialización de agua potable.

En el contexto geográfico se mencionaron las principales marcas de agua potable que se comercializan en Estados Unidos de América, bien correspondan a un producto interno o de importación.

Es importante ahora mencionar el contexto organizacional que enmarca los principales competidores que actualmente existen en dicho territorio. Uno de ellos es Pepsi Bottling Group, Inc., reconocido por sus programas de formación en Liderazgo que incluyen: “El programa de Evaluación y Desarrollo de Liderazgo (LeAD), un proceso de evaluación y desarrollo de múltiples rasgos y métodos (MTMM); se utiliza para examinar las relaciones entre el desempeño individual,

el potencial evaluado, el potencial designado organizacionalmente y las tasas de promoción después de la evaluación” (Allan, 2021, p. 1). También es importante resaltar en el contexto organizacional como uno de los principales competidores, a The Coca-Cola Company, la cual conserva su imagen de responsabilidad corporativa a través de sus líderes y portavoces, aún en tiempos de crisis (Boukes, 2021, p. 7), otro caso corresponde a Nestlé Waters, que utiliza “una serie de prácticas que transmiten el conocimiento organizacional y los fundamentos a través de las organizaciones” (Busco, 2008, p. 1), por lo que se puede deducir que las empresas de este sector se caracterizan por tener una solidez estructural en sus aspectos organizacionales, con lo cual competir directamente con ellas se convierte en un reto importante.

### **1.5 Descripción de los contextos económicos**

En la página web de Empresas Públicas de Medellín EPM E.S.P., empresa industrial y comercial del estado que distribuye agua potable en el área metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño, se encuentran publicadas, mes a mes las tarifas del valor del servicio de acueducto por metro cúbico; para el mes de facturación de octubre 2021, se tiene un valor de cargo por consumo de \$3.235 COP por cada metro cúbico de agua potable para un estrato 4 (Empresas Públicas de Medellín E.S.P., 2021), mientras que 12 botellas de vidrio de agua Panna Toscana, que en conjunto suman un volumen total de 105.6 Oz. (0.003123 metros cúbicos) cuestan 33 dólares, es decir, aproximadamente \$124.182 COP (asumiendo una tasa de cambio de 3,763.11 pesos colombianos por cada dólar) (Amazon, 2021), lo que permite establecer que un metro cúbico de Acqua Panna en esa presentación costaría \$ 39'763.688 COP; en otras palabras, Acqua Panna en botella de vidrio cuesta más de 12.000 veces lo que cuesta el agua que se distribuye por el sistema de acueducto de EPM.

Esto es un caso particular que será analizado bajo diferentes escenarios en el estudio de mercado, pero que como contexto permite identificar a priori, las oportunidades de negocio con respecto al precio que se encuentra en este tipo de empresa.

Como se mencionó en la introducción, el mercado del agua envasada en el Estados Unidos de América se podría caracterizar de una manera simplificada en dos grupos: el primero corresponde a aguas captadas de la red de consumo de servicios públicos con poca o mínima mejora en sus condiciones físico-químicas, las cuales se ofrecen a precios relativamente económicos al consumidor final, como es el agua de Great Value, que se vende en Walmart por 0.98 USD el galón (Walmart, 2021); por otro lado, el segundo grupo corresponde a aguas captadas en sitios privilegiados en su mineralogía, su filtración natural y otras características que finalmente inciden en su alta calidad, las cuales se ofrecen al mercado con altos precios por su caracterización como producto Premium, como es el caso del agua Evian, cuyo valor por galón en presentación de 500 mL, se vende al público en 19 USD (Amazon, 2021).

En este trabajo se busca encontrar si ese nicho de mercado intermedio entre ambos rangos de precios, haría factible la comercialización del agua producida en Colombia con altos estándares de calidad y con un precio de venta al público, que genere las utilidades esperadas por los inversionistas.

## **1.6 Antecedentes**

Los estudios de prefactibilidad se realizan a nivel mundial con el fin de evaluar la viabilidad de desarrollar proyectos de inversión. Estos proporcionan una evaluación integral de la viabilidad del proyecto y permiten a los inversores potenciales determinar si el proyecto es económica, técnica y

financieramente factible. Los estudios de prefactibilidad consideran los costos potenciales del proyecto, los ingresos esperados y los riesgos asociados con el proyecto. También brindan a los inversores una comprensión de los beneficios potenciales del proyecto propuesto, como la creación de empleo, el crecimiento económico y la mejora de la infraestructura. Los estudios de prefactibilidad son una herramienta importante para que los inversionistas evalúen el potencial de un proyecto de inversión y tomen decisiones informadas. También son beneficiosos para los gobiernos, ya que pueden ayudar a identificar proyectos viables que beneficiarían la economía y la sociedad de la nación.

A nivel internacional se encuentran antecedentes de trabajos realizados para evaluar la prefactibilidad de diferentes proyectos, como es el caso del “Pre-Feasibility Study for Construction of Mini Hydro Power Plant” realizado en la universidad de Damasco en Siria (Bitar, 2015), y el “Pre-Feasibility Study of the Potential Market for Natural Gas as a Fuel for Power Generation in the Caribbean” realizado para analizar la prefactibilidad de introducir gas natural en 14 países del Caribe (Bailey, 2013).

Con respecto a la industria del agua potable, se tiene como antecedentes el estudio de factibilidad denominado “Feasibility study on alternatives to the bottled water industry”, que tiene como objetivo principal “la realización de un estudio de viabilidad sobre los materiales y procedimientos alternativos disponibles para comenzar a sustituir el plástico de tereftalato de polietileno (PET) en el embotellado de agua”(Páez, 2019, p. 96) y una factibilidad para Agua Embotellada que resalta algunos de los importantes factores que se deben tener en cuenta para el agua, con base en información cualitativa recolectada de consultores, proveedores de equipos y asociaciones

profesionales realizada por el Centro de Agronegocios y Desarrollo Económico (Center for Agribusiness and Economic Development., 2001).

Por último, es importante mencionar que como antecedentes locales se encuentran varios trabajos de grado de la maestría en Gerencia de Proyectos de la universidad EAFIT, de los que se destacan los asociados a estudios de factibilidad y prefactibilidad, como es el caso de “Estudio de factibilidad para el proyecto inmobiliario ‘La Rivière’ en la ciudad de Medellín”, realizado mediante la aplicación de la metodología ONUDI, que “a través de estudios específicos como: estudio sectorial, de mercado, técnico, ambiental, social, legal, organizacional, financiero y de riesgo, permite la toma de decisiones acertadas y determina la factibilidad del proyecto” (Beltrán, 2018, p. 28).

Algunos proyectos de prefactibilidad que se han realizado en el negocio del agua en el mundo también involucran tecnologías de desalinización de agua, como el que se plantea en Australia, donde se “ofrece un marco extenso para la evaluación tecnoeconómica de los componentes subsuperficiales y superficiales de los sistemas de desalinización geotérmica de baja ley ( $<100^{\circ}$  C), que se basa en consideraciones hidrogeológicas, termodinámicas y económicas validadas” (Alexander, 2017, p. 1), y de forma particular, se encontró un antecedente realizado en Perú, denominado “ESTUDIO DE PRE – FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO DE TUMBES”, donde se concluye principalmente que el estudio de mercado evidenció una tendencia creciente del consumo de agua embotellada y que finalmente el proyecto de la forma planteada por el autor es rentable económica y financieramente (Rivera, 2017).

## **1.7 Alcance**

La situación en estudio se abordará hasta un nivel de prefactibilidad que permita identificar si a partir de los supuestos planteados, los pronósticos y las estimaciones a que se lleguen en los diferentes estudios, es viable desarrollar la producción en Colombia y la comercialización de agua potable envasada en Estados Unidos de América, con base en la aplicación de la metodología ONUDI mediante la elaboración de los estudios: sectorial, de mercado, técnico, social, ambiental, legal, organizacional, financiero y de riesgos, que permita determinar su viabilidad.

## **1.8 Justificación**

La situación de estudio es justificada para los inversionistas interesados en el desarrollo del proyecto, ya sean ellos los estudiantes de la maestría que lo están elaborando o también terceros que se interesen en analizar los resultados que de este trabajo se deriven, lo cual puede dar como resultado la viabilidad o no viabilidad del proyecto, e inclusive en ese segundo caso, se cumpliría con el objetivo del trabajo, ya que a los inversionistas se les daría el mensaje, junto con sus respectivas justificaciones, de que no es viable su ejecución de la manera planteada.

El porqué de la elaboración del trabajo obedece a la necesidad que tienen los emprendimientos colombianos (y mundiales) de comenzar antes de la fase de inversión, de una manera analítica con estudios que soporten su ejecución y no como comúnmente sucede, que es a partir de decisiones impulsivas con pocos o ningún análisis previo. Lo anterior requiere de la aplicación de todos los conocimientos aprendidos en el ciclo de la especialización y la maestría en Gerencia de Proyectos de la universidad EAFIT.

Finalmente, la justificación de evaluar este proyecto de inversión surge debido a que los análisis previos del mercado estadounidense muestran la presencia de agua potable envasada, que se comercializa a muy bajo costo, muchas de ellas provenientes de los sistemas locales de servicios públicos y otras cuya fuente natural no presenta las mejores condiciones físico-químicas, a diferencia de las aguas, en su mayoría importadas, que afirman provenir de fuentes privilegiadas y que, en consecuencia, se comercializan como productos Premium con altos costos para el consumidor final, por lo que se buscará analizar si la producción en Colombia de agua potable a través de la selección de la fuente natural óptima y de un proceso de producción de alta calidad, se podría comercializar en territorio estadounidense a precios superiores a las aguas económicas, pero inferiores a las aguas Premium, satisfaciendo el apetito de riesgo de los potenciales inversionistas bajo diferentes escenarios de riesgo.

### **1.9 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación o problema en estudio**

Una vez construidos los antecedentes y el contexto alrededor del proyecto, se evidencia la necesidad de proceder con un estudio de prefactibilidad, debido a que aunque se observa un consumo actual en Estados Unidos de América de agua embotellada, se hace necesario profundizar en la elaboración de un estudio de mercado que evidencie si existe un nicho para la comercialización de agua potable producida en Colombia en dicho mercado, con un precio superior a las aguas más económicas pero inferior a las aguas Premium, que en su mayoría son importadas, por lo que también se evidencia la necesidad de realizar un estudio sectorial que permita conocer los principales competidores, amenazas y oportunidades, a la vez que pueda clarificar el ambiente sectorial y productivo en Colombia, más específicamente en el lugar de producción óptimo que se procurará seleccionar en el estudio técnico, mediante la aplicación de métodos de los sistemas de información geográficos, para finalmente construir un flujo de caja que

será analizado financieramente de forma determinística, y posteriormente se analizarán diferentes escenarios de riesgos mediante la aplicación del método Monte Carlo. Todo lo anterior, apunta a resolver la siguiente pregunta de investigación:

**¿Es viable la producción en Colombia y comercialización en Estados Unidos de América de agua potable envasada?**

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Elaborar un estudio de prefactibilidad para la producción en Colombia de agua potable envasada y su comercialización en Estados Unidos de América, con base en la aplicación de la metodología ONUDI, para determinar su viabilidad.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar el estudio sectorial para la producción en Colombia de agua potable envasada.
- Gestar el estudio de mercado para identificar las principales variables asociadas a la comercialización de agua potable envasada en Estados Unidos de América.
- Idear el estudio técnico del proyecto para iniciar la creación del modelo para la determinación de la ubicación óptima del sitio de captación y producción de agua potable en Colombia.
- Preparar el estudio ambiental para identificar los requisitos asociados que deben ser tenidos en cuenta para la producción de agua potable en Colombia.
- Formular el estudio Legal para identificar el marco de ejecución de este proyecto bajo la jurisdicción colombiana con respecto a la producción de agua potable.
- Hacer el estudio Legal con base en la legislación estadounidense para su comercialización y requisitos de exportación.
- Realizar el estudio financiero del proyecto para determinar su viabilidad.

- Elaborar el estudio de riesgos del proyecto para determinar su viabilidad bajo diferentes escenarios probabilísticos.

### 3 Marco de referencia conceptual

#### 3.1 Prefactibilidad en la Formulación y evaluación de proyectos

Para elaborar un estudio de prefactibilidad para la producción en Colombia y comercialización en Estados Unidos de América de agua potable envasada, con base en la aplicación de la metodología ONUDI para determinar su viabilidad, se debe partir del concepto de lo que es propiamente la prefactibilidad en la formulación y evaluación de proyectos.

La evaluación de proyectos de inversión se realiza en muchas ocasiones calculando su viabilidad financiera, a partir de la construcción de flujos de caja, principalmente para estimar el Valor Presente Neto (VPN o NPV por sus siglas en inglés) y la Tasa Interna de Retorno (TIR o IRR por sus siglas en inglés) (Rani, 2020, p.1).

Aunque existen varias metodologías para la obtención de todos los datos de entrada que requiere la evaluación financiera y de riesgos, este trabajo de grado buscará aplicar la metodología propuesta en el *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* (Behrens W. H., 1994) de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, que requiere la utilización de métodos “económico y estadístico, métodos de sistemas y análisis comparativo, matemático, modelado y planificación” (citado en Devochkina, 2019, p. 2), por lo cual se define que a pesar de que este estudio de prefactibilidad considere algunas variables y categorías cualitativas, su naturaleza es cuantitativa. El manual indica además que la diferencia entre los estudios de previabilidad (prefactibilidad) con los de viabilidad (factibilidad) radica en que:

La idea del proyecto debe ampliarse y concretarse en un estudio más detallado. Sin embargo, formular un estudio de viabilidad que permita adoptar una decisión

definitiva respecto del proyecto es una tarea costosa y que precisa mucho tiempo. Por lo tanto, antes de asignar más fondos para un estudio de este tipo se podrá realizar otra evaluación de la idea del proyecto en un estudio de previabilidad. (Behrens W. H., 1994, p. 13).

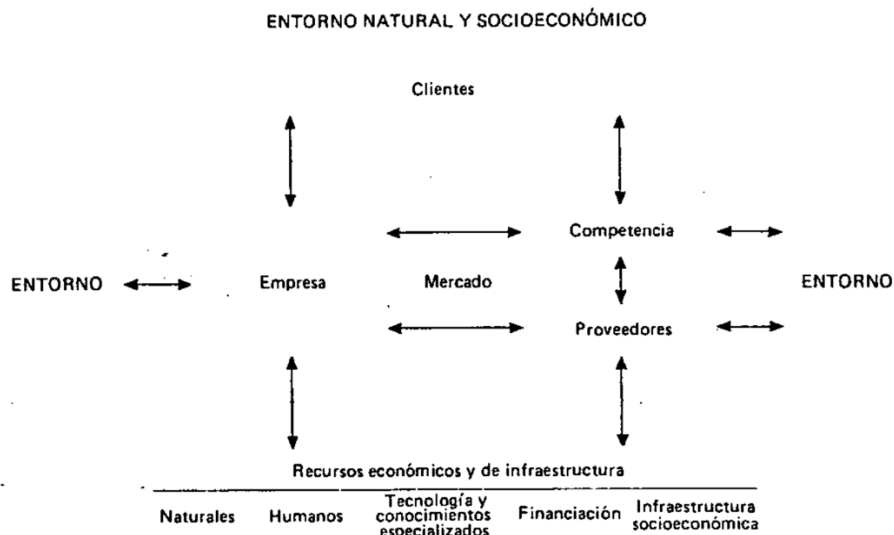
Por último, aunque el *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* describe los principales componentes que deben tenerse en cuenta para la realización de los estudios de prefactibilidad, no limita la metodología que se debe realizar para cada uno de ellos, por lo que se hace necesario abordar conceptualmente cada uno de los objetivos específicos de este trabajo, junto con la metodología que se aplicará en cada caso.

### **3.2 Prefactibilidad del Proyecto en sus diferentes objetivos Específicos**

#### **3.2.1 Estudio sectorial**

Dentro del análisis de prefactibilidad que se realizará para la producción y comercialización de agua potable envasada, se encuentran el análisis o estudio sectorial, el cual buscará identificar los principales competidores, y otras variables relevantes que permitan identificar aspectos que podrían beneficiar o poner en riesgo la ejecución del proyecto (ver ilustración 4), ya que según la ONUDI: “Para sobrevivir en un entorno competitivo una empresa necesita ciertas aptitudes básicas que la distinguen de sus competidores, porque con esas aptitudes puede conseguir ventajas competitivas y, a la larga, lograr mejores resultados que la competencia” (Behrens W. H., 1994, p. 23).

### Ilustración 4. La empresa y su Entorno



Fuente: (Behrens W. H., 1994)

Conscientes de la importancia que tienen los proyectos como parte de un sistema, en el cual se necesita del entorno para prosperar, y este a su vez se ve afectado positiva o negativamente por el proyecto, es necesario realizar un análisis de este entorno para intuir posibles cambios que puedan afectar o beneficiar al proyecto de manera anticipada. Con este análisis se busca identificar variables externas que puedan influir en el proyecto, como son, entre otras: las sociales, tecnológicas, legales, ambientales, políticas y económicas, tal como lo lograron Li, Wang, Lu & Li (2021, p. 1).

#### 3.2.2 Estudio de Mercado

Con el fin de identificar las principales variables que dependen del mercado de comercialización de agua potable envasada en Estados Unidos e incluirlas en el análisis financiero y de riesgos, se hace necesario la elaboración de un estudio de mercado que presente una estimación del valor que

pueden tomar estas variables, de acuerdo con las necesidades y el comportamiento de los posibles clientes o consumidores.

La investigación de mercado convencionalmente ha dependido de las entrevistas y consultas realizadas sobre un grupo específico de la sociedad, para identificar las necesidades de los clientes (Malik, 2021); no obstante, el trabajo de grado propuesto buscará aprovechar un nuevo concepto de la investigación de mercado conocido como Customer-Created Information (CCI por sus siglas en inglés y traducido al español como Información Creada por el Cliente o ICC), el cual agrupa tanto los “datos recopilados de centros de llamadas, reseñas en línea y posteo en redes sociales, que proporcionan una oportunidad de reconocer las necesidades de los clientes de forma más eficiente” (Malik, 2021, p.1).

Un concepto importante para el estudio de mercado planteado y que se hace necesario para aprovechar la extracción de la Información Creada por el Cliente o ICC, es el raspado web o “web scraping”, la cual es una técnica que busca extraer información de sitios web mediante el uso de software, con el fin de “recuperar, analizar y utilizar los datos de forma adecuada de acuerdo con el requerimiento” (Jacob, 2021, p. 1).

La información recolectada en este estudio de mercado asociada principalmente a la demanda, las necesidades de los consumidores y su comportamiento, constituirá un insumo de entrada para el estudio financiero y de riesgos, que se realizará en este trabajo, por lo que es importante procurar que su estimación se asemeje lo más posible a la realidad, ya que como lo afirma la ONUDI: “La calidad de todas las decisiones posteriores depende de la calidad de la evaluación de los datos. Los errores cometidos en la fase de investigación darán lugar a conceptos de comercialización erróneos y pueden poner en peligro todo el proyecto” (Behrens W. H., 1994, p. 68).

### **3.2.3 Estudio Técnico**

Uno de los aspectos importantes para ser tenidos en cuenta dentro de la prefactibilidad para la producción y comercialización de agua potable envasada, es el estudio técnico, con el cual se pretende identificar, entre otras, la localización, tamaño, instalaciones, maquinarias y capacidades, que permitan alcanzar el nivel de producción, de acuerdo con la información que aporta el estudio de mercado.

La localización de un proyecto de este tipo requiere una especial atención, teniendo en cuenta que Colombia es un país que tiene un alto potencial para la explotación del agua como recurso renovable, mas no inagotable. Otros aspectos para tener en cuenta son las cercanías a vías, a centros poblados y tipos de suelos, los cuales son condiciones que obligan a encontrar el emplazamiento óptimo e idóneo para el desarrollo del proyecto, “mediante la combinación de análisis multicriterio y Sistemas de Información Geográfica (SIG)” (Rios & Duarte, 2021, p. 1).

### **3.2.4 Estudio Ambiental**

En Colombia, el recurso hídrico es de gran importancia para las entidades que administran las áreas protegidas y cuerpos de agua que proporcionan vida a los diferentes ecosistemas, debido a que son importantes para la fauna y la flora, por lo que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en Colombia (CAR), al ser la primera autoridad ambiental a nivel regional, establece diferentes normas, entre las que están la obligación de determinar las condiciones de las diferentes fuentes de agua en relación con la captación que utilizan las comunidades (Herrera, 2020).

La legislación colombiana, de acuerdo con los Decretos 2041 de 2014 y 1076 de 2015, determina qué proyectos requieren licencia ambiental. De acuerdo con la revisión preliminar, el proyecto que se evaluará en este estudio de prefactibilidad no se encuentra en ninguno de los causales para ello, pero sí requerirá el trámite de permisos ante la autoridad ambiental competente, debido a que necesita captar agua de una fuente natural, ya sea superficial o subterránea.

Por otra parte, el trabajo no sólo contempla el cumplimiento de la normatividad ambiental que requiere el proyecto para su construcción y operación, sino que buscará también mediante la investigación documental, el entendimiento de la calidad del agua de las principales fuentes, que en el estudio técnico arrojen ser posibles candidatos para la ubicación de la captación, debido a que en la revisión preliminar de la literatura se han encontrado trabajos que realizan investigación científica, como la publicada por Gallo, en donde se concluye que “a través del cálculo de los índices de calidad y contaminación, se pudo identificar que el principal contribuyente a la contaminación del Arroyo Lorenzo proviene de las aguas residuales domiciliarias” (Gallo, 2021, p. 12) y también se identificaron que “las fuentes de contaminación encontradas en los arroyos estudiados y a través de la observación de campo, ocurren como consecuencia de las actividades de extracción de oro artesanal” (Gallo, 2021, p. 21). Factores como estos retroalimentarán el estudio técnico, con el fin de descartar fuentes que la literatura académica confirme que tienen estas alertas de calidad.

### ***3.2.5 Estudio Legal***

#### ***3.2.5.1 Estudio legal para la producción en Colombia***

Los aspectos legales que se abordarán y revisarán en este estudio de prefactibilidad, discuten la validez de su ejecución a la luz de la legislación vigente. Esto debe tenerse en cuenta porque la

comercialización de productos de una empresa involucra a muchos de sus socios con sus propios intereses, por lo que se hace necesario que, desde la ejecución del proyecto y su operación, se evite este conflicto (Purwantono, Gunawan, Tolle, Attamimi & Budiharto, 2021, p. 469).

La importancia del estudio legal radica en la identificación de las disposiciones particulares legislativas vigentes, que se aplican en este caso a la producción y comercialización de agua potable envasada, de acuerdo con el ordenamiento jurídico del país, tanto en la normatividad del producto, la legislación laboral como en la tributaria. De esta forma, se conocerá cómo se verá influenciado económica y administrativamente el proyecto desde el aspecto jurídico.

### *3.2.5.2 Estudio legal para la exportación y comercialización a Estados Unidos de América*

El proyecto evaluará la comercialización de agua potable envasada en territorio estadounidense, por lo que se hace necesario revisar el marco legal de dicho país, con respecto a la importación de este tipo de productos y el marco legal colombiano para la exportación.

Estados Unidos es uno de los países con los cuales Colombia tiene vigentes acuerdos comerciales (Cerquera, 2021, p. 604), los cuales “han traído al país oportunidades de mejora en temas de competitividad, bienestar social y crecimiento económico” (Cerquera, 2021, p. 597). No obstante, requiere revisarse si dentro de las excepciones existentes, se especifica el agua potable envasada o si se debe tener en cuenta aspectos tributarios que afectarán el flujo de caja del proyecto.

Como resultado de esta investigación documental con respecto a este objetivo específico, se espera definir la viabilidad o la no-viabilidad legal de la exportación de agua envasada hacia dicho país.

### **3.2.6 Estudio Financiero**

La importancia del estudio financiero radica en la convergencia de los resultados de los demás estudios relacionados en el proyecto, ya que todos estos se convierten en fuentes de insumo para la identificación de los factores relevantes para la evaluación del proyecto, teniendo en cuenta aquellos que sean cuantificables para realizar el análisis que confirme o niegue la viabilidad de la ejecución del proyecto para los posibles inversionistas.

Como lo afirma Sari, “un proyecto se declara económica y financieramente factible comparando los parámetros de factibilidad como VPN (Valor Presente Neto), RBC (Relación Beneficio Costo), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Período de recuperación” (Sari, 2020, p. 1).

### **3.2.7 Análisis de Riesgos**

El estudio de prefactibilidad se llevará a un nivel que le permita analizar las variables financieras, no sólo desde una perspectiva determinística sino probabilística, lo que implica la elaboración de un estudio de riesgos.

Existen diferentes metodologías para el análisis de riesgo en proyectos, una de ellas es mencionada por Bolat, conocida como Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), la cual se utilizó para analizar los riesgos asociados a las fallas de proyectos de emprendimientos tecnológicos con expertos de campo, mediante la aplicación de parámetros cuantitativos (Bolat, 2022), mientras que Zhichkin describe que los principales métodos cuantitativos para análisis de riesgos en proyectos se pueden clasificar en los siguientes cuatro tipos:

- Análisis de un indicador de tres componentes (análisis de estabilidad financiera);
- análisis de equilibrio (análisis de la sostenibilidad de las actividades productivas);

Análisis de Monte Carlo (análisis probabilístico) y análisis de sensibilidad (análisis de la sostenibilidad general del proyecto). (Zhichkin, 2021, p. 2)

El Método Montecarlo es una herramienta importante para realizar los estudios de riesgo y por eso se definió que será el que se utilizará en esta prefactibilidad del proyecto de potabilizar agua en Colombia y comercializarla en Estados Unidos. El Método Monte Carlo es un enfoque probabilístico que proporciona información sobre los posibles resultados del proyecto. Al ejecutar simulaciones y analizar los resultados, se puede evaluar la efectividad del proyecto y los riesgos potenciales asociados con él. Este método también puede brindar orientación sobre cómo minimizar los riesgos y maximizar el potencial de éxito. El Método Monte Carlo es una herramienta valiosa para ayudar a tomar una decisión informada sobre la viabilidad previa del proyecto.

## **4 Metodología**

### **4.1 Tipo de Estudio**

La presente propuesta de investigación tiene un enfoque cuantitativo, orientado a encontrar la viabilidad del proyecto mediante la estimación de las variables financieras, bajo escenarios determinísticos y probabilísticos.

### **4.2 Sujetos**

Los sujetos de investigación de este trabajo corresponden al grupo de consumidores estadounidenses que han creado “Customer-Created Information” (CCI por sus siglas en inglés y traducido al español como Información Creada por el Cliente o ICC), los cuales serán analizados mediante técnicas estadísticas, orientadas a determinar sus preferencias en torno al consumo de agua potable envasada en Estados Unidos de América.

### **4.3 Técnicas o Instrumentos**

Las investigaciones se realizarán a través del uso de una metodología de revisión documental, que permitirá identificar y extraer la información de documentos elaborados con anterioridad, de una forma ordenada y obteniendo un producto intermedio que permita conectar las búsquedas necesarias para el objeto de estudio, “incluyendo fuentes primarias tales como artículos de revistas científicas, revistas especializadas y páginas web” (Lara & Demmler, 2019, p. 267).

Para el estudio técnico se utilizará la metodología propuesta por Rios & Duarte (2021), que ofrece la posibilidad de localizar el emplazamiento, partiendo desde una macrolocalización en una región específica, hasta llegar a la microlocalización que permita conocer el punto preciso de ésta.

De los indicadores financieros mencionados en el marco conceptual de esta propuesta de investigación, los que se utilizarán en el estudio financiero serán el VPN (Valor Presente Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno), que según Thi (2020) se pueden definir de la siguiente forma:

La tasa interna de retorno TIR es la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VPN) del proyecto sea cero.

$$0 = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1 + TIR)^n}$$

donde N es la vida del proyecto en años y  $C_n$  es el flujo de efectivo para el año n.

El valor presente neto VPN de un proyecto es el valor de todos los flujos de caja futuros, descontado a la tasa de descuento, en la moneda actual.

$$VPN = \sum_{n=0}^N \frac{\check{C}_n}{(1 + r)^n}$$

donde r es la tasa de descuento y  $\check{C}_n$  es el flujo de efectivo después de impuestos en el año n.

Por último, para el estudio financiero, el presente trabajo buscará aplicar el análisis de Monte Carlo, que según Espinoza:

Se basa en la aleatoriedad y la repetición que dan las probabilidades de distribución. En este análisis, se proporciona un rango de resultados probables. Por tanto, puede determinar los riesgos del proyecto. Esta simulación produce números aleatorios que pueden estimar escenarios probabilísticamente diferentes. Por lo tanto, construye la probabilidad de distribución con el potencial de cumplir con un escenario real. (Espinoza, 2021, p. 1727)



- **Recursos Naturales:** El agua como principal recurso natural será evaluada en el **capítulo 7. Estudio Técnico**, incluyendo los otros Recursos Económicos y de Infraestructura necesarios para el proyecto, principalmente los asociados a la Tecnología y Conocimientos Especializados.
- **Financiación e Infraestructura Socioeconómica:** Serán evaluados en el **capítulo 12. Estudio Financiero**.

Por lo anterior, y contemplando que la mayor parte de los componentes del estudio sectorial se estarán desarrollando en los diferentes capítulos de este estudio de prefactibilidad, el resto de este **capítulo 5, Estudio Sectorial** estará enfocado en la competencia, que consiste en aquellas empresas y marcas de agua potable envasada que actualmente se comercializan en los Estados Unidos de América.

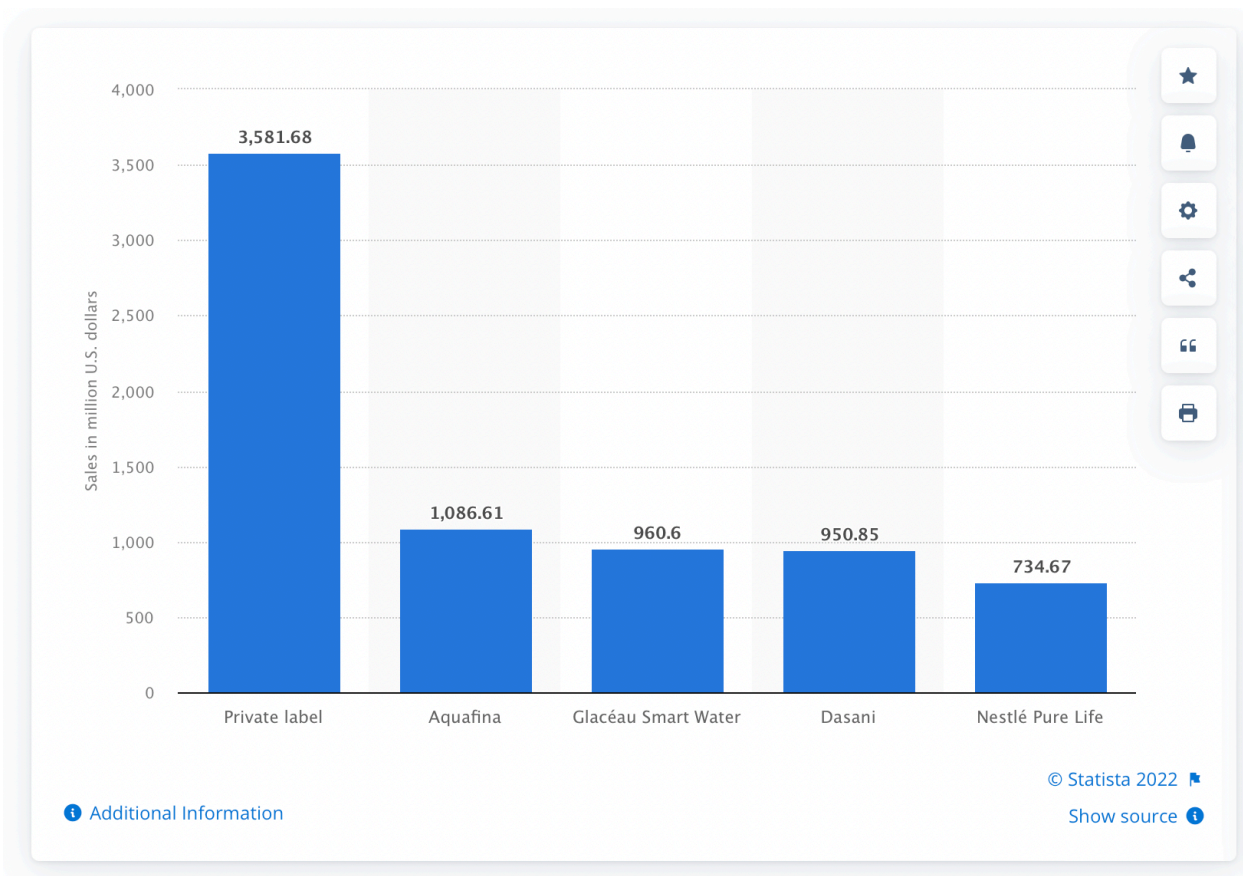
### **5.1 Competencia**

Según el portal Statista (Ridder, 2022), las ventas de agua sin gas embotellada en Estados Unidos en el 2021 se pueden resumir en la Ilustración 6, que se muestra a continuación, donde se puede observar que los productos etiquetados como “Private label”, sumaron más de 3 mil millones de dólares estadounidenses en ventas.

Los aspectos económicos y financieros de la empresa propuesta incluyen el potencial de rentabilidad y el tamaño del mercado. Se encontró que el mercado de agua potable embotellada en los EE. UU., según Data Bridge Market Research, se valoró en USD 283,6 mil millones en 2021 y se espera que alcance el valor de USD 476,45 mil millones para 2029 (Data Bridge, 2022), por lo cual se busca aprovechar ese potencial de crecimiento. Cuando los distribuidores identifican a la marca del agua que distribuyen como si fuese de marca propia, aun cuando el producto sea

fabricado o producido por un tercero, se le conoce como “Private label” o marca blanca, los cuales tienen más de tres veces el número de ventas que la marca que le sigue: “Aquafina”.

**Ilustración 6.** Ventas de las principales marcas de agua sin gas embotellada en Estados Unidos en 2021 (en millones de dólares estadounidenses)



Fuente: (Ridder, 2022).

Desde el punto de vista del estudio sectorial, esta información resulta valiosa, ya que indica que no sólo existe la oportunidad de negocio asociada a la implementación de una marca propia y nueva en el mercado estadounidense, sino que se podría negociar con alguno o varios comercializadores que actualmente venden agua embotellada de tipo “Private label”, para que comercialicen con su propia marca el nuevo producto.

### 5.1.1 PEPSICO, INC - Aquafina

En la página oficial de Aquafina se afirma que esta bebida “nace de fuentes de agua públicas y luego se purifica a través de un riguroso proceso. Éste es un proceso que incluye ósmosis inversa y otros métodos de filtración y purificación” (PEPSICO, INC., 2022, p. 1), que se producen en “más de 40 instalaciones de purificación de Aquafina en todo Estados Unidos y Canadá” (PEPSICO, INC., 2022, p.1), logrando ser actualmente “la marca nacional de agua embotellada de mayor venta en los Estados Unidos, basado en el volumen de ventas actual” (PEPSICO, INC., 2022, p.1).

**Ilustración 7.** Página Web de Aquafina



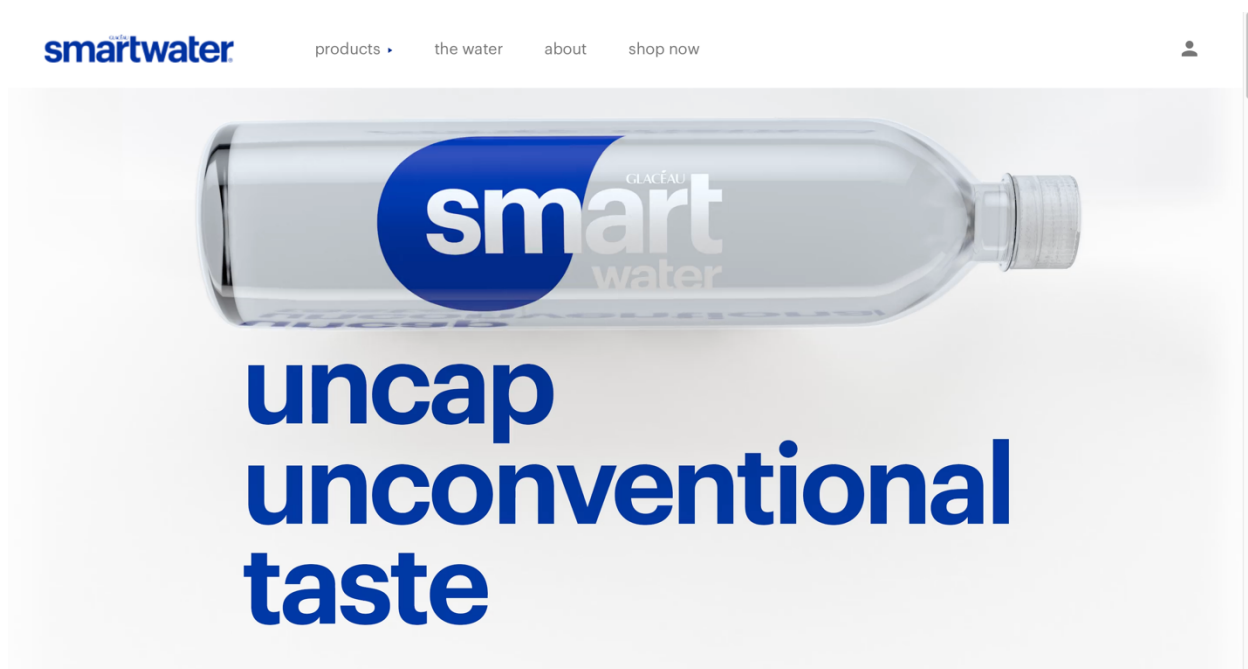
Fuente: Tomado de PEPSICO, INC. (2022)

### 5.1.2 *The Coca-Cola Company - Glacéau Smart Water y Dasani*

En su página Web, y como dueña de la marca smartwater, Glacéau brinda información sobre la fuente y la calidad de producto del agua purificada smartwater:

La mayoría de las instalaciones que purifican y embotellan smartwater obtienen el agua de los sistemas municipales de abastecimiento de agua. Sin embargo, en algunas plantas, el agua es suministrada por fuentes de agua subterráneas protegidas, administradas por la planta embotelladora con las debidas aprobaciones de las autoridades locales. (The Coca-Cola Company., 2022, p.1)

**Ilustración 8.** Página Web que muestra el Producto Glacéau smartwater de la compañía The Coca-Cola Company



Fuente: Tomado de The Coca-Cola Company (2022)

No obstante, algunos investigadores como Simone J. M. Stoots, encontraron que “Aunque se recomienda beber cantidades suficientes de agua, el agua potable puede contener inhibidores y promotores de la formación de cálculos” (Stoots, 2021, p. 3), según un estudio en el que analizaron 316 marcas comerciales de agua diferentes, incluida Glacéau Smartwater, por lo que finalmente recomendaron que “Dado que el contenido mineral del agua embotellada con y sin gas o carbonatada varía enormemente en todo el mundo, los urólogos y nefrólogos deben aconsejar a sus pacientes de forma individual sobre su consumo de agua” (Stoots, 2021, p. 3).

Por otro lado, Dasani, un agua purificada también perteneciente a The Coca-Cola Company, fue el agua más ácida de las estudiadas por Fatima A. Khan con un pH promedio de 6,18 (Khan, 2022), y aunque era el agua más barata con un precio de \$ 1.11 USD por 100 onzas líquidas, logró ser la segunda agua de mayor calidad (4/5), según se observa en el siguiente gráfico tomado del mismo artículo:

**Ilustración 9.** Cuadro que muestra la tarjeta de puntuación para cada tipo de agua

	EPA Guidelines	Smartwater	Ice Mountain	Evian	Dasani	Fiji	DuPage County tap water
<b>pH</b>	6.5-7.5	✓	✓	✗	✗	✗	✗
<b>Heavy metals</b>	<10 ppb	✓	✗	✗	✓	✗	✗
<b>TDS</b>	<50 ppm	✓	✗	✗	✓	✗	✗
<b>Chlorine</b>	<1 ppm	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Nitrates</b>	<1ppm	✓	✓	✗	✓	✓	✓
	<b>Score:</b>	5/5	3/5	1/5	4/5	2/5	2/5

Fuente: Tomado de Khan (2022)

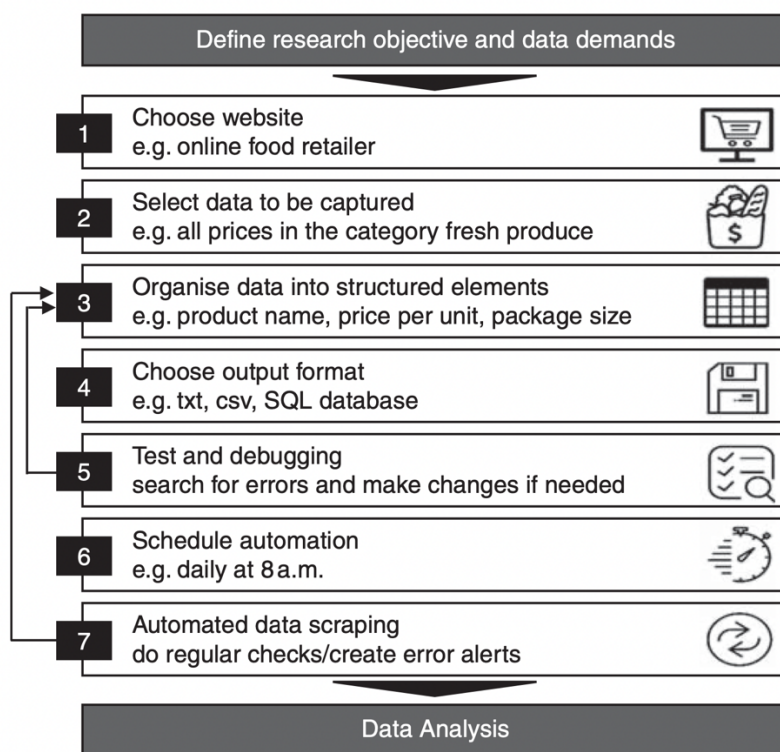
Se puede concluir del análisis sectorial que, si bien la venta de agua potable en Estados Unidos cuenta con empresas competidoras de gran desempeño y trayectoria, como lo es The Coca-Cola Company, o PepsiCo, bien sea por tener como insumo el agua de los sistemas municipales de abastecimiento de agua o por utilizar fuentes de aguas subterráneas que no tienen la mejor calidad, existe una oportunidad importante para ingresar en este mercado, ofreciendo un producto de mejores condiciones físico-químicas y de percepción de calidad por parte de los consumidores finales, por lo cual se procede, en el siguiente capítulo, a desarrollar el estudio de mercado.

## 6 Estudio de Mercado

De acuerdo a lo mencionado en el **Capítulo 3 Marco de referencia conceptual**, un concepto importante para el estudio de mercado que se desarrollará y que se hace necesario para aprovechar la extracción de la Información Creada por el Cliente o ICC, es el raspado web o “web scraping”, la cual es una técnica que busca extraer información de sitios web mediante el uso de software con el fin de “recuperar, analizar y utilizar los datos de forma adecuada de acuerdo con el requerimiento” (Jacob, 2021, p. 1).

Para este fin se utilizará el procedimiento esquemático de web scraping, sugerido por Judith Hillen (Hillen, 2019) de acuerdo con la siguiente imagen:

**Ilustración 10.** Procedimiento esquemático de web scraping



Fuente: Tomado de Hillen (2019)

## 6.1 Elegir Sitio Web: Amazon.com

El sitio web elegido para este estudio de mercado es amazon.com, debido a que en su página web afirman que “más de 1,9 millones de pequeñas y medianas empresas venden en nuestra tienda (Amazon) y representan cerca del 60 % de nuestras ventas minoristas” (Amazon.com, Inc., 2022, p. 1) y que “Nuestros socios de ventas globales, la mayoría de los cuales son pequeñas y medianas empresas, han vendido 7400 productos por minuto en la tienda de Amazon” (Amazon.com, Inc., 2022, p.1), lo que representa una oportunidad de ingreso al sector estadounidense para la venta del agua embotellada, además de que en la página se dispone de mucha información sobre las ventas actuales de estos productos.

## 6.2 Seleccionar los datos a capturar

En la página web de Amazon.com se procedió a identificar los productos asociados a la venta de agua potable envasada, bien sea en plástico, vidrio o metal. Al ingresar a cada uno de ellos, se encuentra el primer dato a capturar que corresponde al título del producto, identificado en el código de HTML de la página con el id="productTitle", y que corresponde al nombre asignado por la página a cada uno de los productos; por ejemplo *Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottles, 20 Fl Oz, 24 Pack*, identificando además el fabricante del producto en la variable “maker”.

El segundo dato que se captura es el precio total en dólares estadounidenses (price\_whole [usd]), identificado en el código HTML con la clase class="a-price-whole" y que corresponde al precio total del producto, por ejemplo \$40.00 USD.

El tercer dato que se captura es el volumen total en litros (`total_volume [L]`), calculado a partir de la cantidad de unidades por el volumen unitario de cada uno, por ejemplo para el producto “FIJI Natural Artesian Water, 16.9 Fl Oz (Pack of 24)” el volumen se calculó de la siguiente manera:

$$\text{total\_volume} = 16.9 [\text{Fl Oz}] * \frac{0.02957 [\text{L}]}{1 [\text{Fl Oz}]} * 24 \text{ unidades}$$

$$V = 12 [\text{L}]$$

Con los dos valores anteriores, precio y volumen totales, se procedió a calcular una nueva variable denominada precio unitario en dólares estadounidenses por cada litro del producto (`unit_price [USD/L]`), que continuando con el ejemplo anterior del producto “FIJI Natural Artesian Water, 16.9 Fl Oz (Pack of 24)”, correspondió a:

$$\text{unit\_price} [\text{USD/L}] = 40.00 [\text{USD}] * \frac{1}{12 [\text{L}]}$$

$$\text{unit\_price} [\text{USD/L}] = 3.33 [\text{USD/L}]$$

Por último, se creó una columna denominada Valoración de los clientes (`customer_review`), donde se tomaron cada una de las valoraciones realizadas a cada producto seleccionado, obteniendo un total de 12.385 observaciones.

### 6.3 Organizar los datos en elementos estructurados

El formato de salida elegido fue un marco de datos “Data Frame” de la librería Pandas, que es una biblioteca de código abierto con licencia BSD, que proporciona estructuras de datos y herramientas de análisis de datos fáciles de usar y de alto rendimiento para el lenguaje de programación Python

(NumFOCUS, 2022), obteniendo los resultados que se observan en la siguiente ilustración, que contiene la estructura de datos para las primeras y últimas 5 observaciones:

**Ilustración 11.** Base creada por Web Scraping utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías BeautifulSoup y Pandas

index	customer_review	url	full_name	name	maker	total_volume [L]	price [usd]	unit_price [usd/L]
0	Its only has 15 waters but it's still smart wa...	https://www.amazon.com/Smartwater-Vapor-Distil...	Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottl...	Glaceau Smartwater	The Coca-Cola Company	14.193600	49.00	3.452260
1	I originally purchased Smart Water because it'...	https://www.amazon.com/Smartwater-Vapor-Distil...	Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottl...	Glaceau Smartwater	The Coca-Cola Company	14.193600	49.00	3.452260
2	Wal Mart was the vendor for this purchase and ...	https://www.amazon.com/Smartwater-Vapor-Distil...	Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottl...	Glaceau Smartwater	The Coca-Cola Company	14.193600	49.00	3.452260
3	I always use the empty bottles for refilling w...	https://www.amazon.com/Smartwater-Vapor-Distil...	Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottl...	Glaceau Smartwater	The Coca-Cola Company	14.193600	49.00	3.452260
4	This product is pricey, but of all the waters ...	https://www.amazon.com/Smartwater-Vapor-Distil...	Smartwater Vapor Distilled Premium Water Bottl...	Glaceau Smartwater	The Coca-Cola Company	14.193600	49.00	3.452260
...	...	...	...	...	...	...	...	...
12380	I love the clean water taste out of a can, aft...	https://www.amazon.com/Liquid-Death-Mountain-T...	Liquid Death Mountain Water, 16.9 oz. Tallboys...	Liquid Death Mountain Water	Liquid Death Mountain Water	5.996796	13.95	2.326242
12381	Death to plastic, and your thirst!!!! 🙌	https://www.amazon.com/Liquid-Death-Mountain-T...	Liquid Death Mountain Water, 16.9 oz. Tallboys...	Liquid Death Mountain Water	Liquid Death Mountain Water	5.996796	13.95	2.326242
12382	This was a low calorie sparkling water, flavor...	https://www.amazon.com/Liquid-Death-Mountain-T...	Liquid Death Mountain Water, 16.9 oz. Tallboys...	Liquid Death Mountain Water	Liquid Death Mountain Water	5.996796	13.95	2.326242
12383	Bought as a gift the person I purchased the wa...	https://www.amazon.com/Liquid-Death-Mountain-T...	Liquid Death Mountain Water, 16.9 oz. Tallboys...	Liquid Death Mountain Water	Liquid Death Mountain Water	5.996796	13.95	2.326242
12384	Great taste 🍷	https://www.amazon.com/Liquid-Death-Mountain-T...	Liquid Death Mountain Water, 16.9 oz. Tallboys...	Liquid Death Mountain Water	Liquid Death Mountain Water	5.996796	13.95	2.326242

12385 rows x 8 columns

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se realizaron pruebas y depuraciones que permitieron lograr una solución automatizada, que posibilitara tomar los datos definidos directamente de la página web de amazon, utilizando el lenguaje de programación Python que está “desarrollado bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI, lo que lo hace de libre uso y distribución, inclusive para uso comercial. La licencia de Python es administrada por Python Software Foundation” (Python Software Foundation, 2022, p. 1).

Para la actividad propiamente del Web Scraping o raspado de datos, se utilizó la librería BeautifulSoup, que “es una biblioteca de Python para extraer datos de archivos HTML y XML. Funciona con su analizador favorito para proporcionar formas idiomáticas de navegar, buscar y modificar el

árbol de análisis. Comúnmente ahorra a los programadores horas o días de trabajo” (Richardson, 2022, p. 1).

Lo anterior permitió obtener los siguientes resultados:

#### **6.4 Resultados y análisis de datos**

La generación de estadísticas descriptivas con la librería Pandas permite resumir los resultados obtenidos en la siguiente tabla, en donde se puede observar que se obtuvo un total de 12.385 observaciones, con un precio total en dólares estadounidenses mínimo de \$ 13.95, promedio de \$ 35.66 y máximo de \$ 59, para las diferentes presentaciones analizadas en la página de Amazon en la fecha de corte; lo que arrojó como resultados de precio unitario en dólares estadounidenses por cada litro del producto (`unit_price [USD/L]`), mínimo de \$ 1.29/L, promedio de \$ 3.24/L y máximo de \$ 6.31/L.

**Ilustración 12.** Estadísticas descriptivas de la tabla de datos que incluyen aquellas que resumen la tendencia central y la dispersión para el volumen total, precio total y precio unitario por litro de agua envasada

	<b>total_volume [L]</b>	<b>price [usd]</b>	<b>unit_price [usd/L]</b>
count	12385.000000	12385.000000	12385.000000
mean	10.715177	35.667151	3.236595
std	3.041884	14.667776	0.894770
min	5.996796	13.950000	1.285829
25%	5.996796	13.950000	2.326242
50%	11.993592	40.000000	3.335114
75%	12.000000	48.910000	3.452260
max	17.490655	59.000000	6.317507

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 6.5 Resultados Cualitativos de la Investigación de Mercados

Analizando los 12.385 comentarios escritos por los compradores verificados de cada uno de los productos, se construyó una nube de palabras, mostrando la frecuencia relativa que tenía cada palabra con respecto a las demás, utilizando la extensión de Python WordCloud creada por Andreas Mueller (Mueller, 2022).

A continuación, se realiza un análisis de estudio de mercado a las principales 8 que tenían mayor frecuencia, con el fin de identificar las principales tendencias del uso de cada uno, el análisis de sentimiento por parte de los consumidores e información importante para este estudio:

### 6.5.1 *Taste (Sabor)*



taste

La principal palabra utilizada por los consumidores de agua envasada en sus comentarios sobre los productos consistió en “Taste”, que se puede traducir en español como gusto o sabor, lo cual es un resultado sorprendente e inesperado de este estudio de mercado, ya que va en contra de la creencia popular de que el agua potable debe ser insípida, y demuestra contra intuitivamente que el sabor del agua potable envasada es la característica más importante de este producto por parte de los consumidores.

Se encontraron comentarios positivos relacionados con el sabor de estos productos, como: “the best water I've ever taste” [la mejor agua que he probado], “Great taste” [Gran sabor], “I love the clean water taste out of a can” [Me encanta el sabor del agua limpia de una lata]; “Love the water. It's clean tasting and fresh” [Me encanta el agua. Es de sabor limpio y fresco]; “This is the most clean tasting water I have ever had” [Esta es el agua con el sabor más limpio que he tenido]; “I love this! very clean, pure and tastes great” [¡Me encanta esto! muy limpio, puro y sabe muy bien]; “really does taste better than the other bottled water brands” [realmente sabe mejor que las otras

marcas de agua embotellada]. Todos estos comentarios y muchos más similares, representan una percepción positiva del sabor del agua, por parte de los consumidores de los productos que actualmente existen en el mercado.

No obstante, y casi con la misma proporción, se encontraron comentarios negativos sobre la percepción del sabor de estos productos, tales como: “Don’t like the taste” (no me gusta el sabor); “I can taste the plastic water bottle while drinking the water” [Puedo saborear la botella de agua de plástico mientras bebo el agua.]; “taste like dirt” [sabe a suciedad]; “had a strange plastic taste with almost water tasting stale” [tenía un extraño sabor a plástico con agua casi con sabor a rancio]; “The water taste is really bad” [El agua sabe muy mal]; “Spring water = inconsistent taste” [Agua de manantial = sabor inconsistente]; “it had a very strong disgusting taste” [tenía un sabor asqueroso muy fuerte]; “It smells and taste like pool water” [Huele y sabe a agua de piscina.]; “I have noticed a HUGE change in the taste - gross like tap water!” [He notado un cambio ENORME en el sabor: ¡asqueroso como el agua del grifo!].

Los anteriores comentarios negativos sobre la percepción de los consumidores sobre el sabor del agua, reflejan que existe una percepción negativa sobre algunos productos y otros muestran cierto tipo de inconsistencia en su sabor, algunas veces bien y algunas veces mal, que tampoco genera la satisfacción de los usuarios finales.

Se puede concluir para este estudio de mercado, que el sabor es la principal variable considerada por los consumidores de agua potable y es importante establecer estrictos controles de calidad sobre esta variable, una vez que se comience la producción, ya que existe un nicho de mercado como producto de una cantidad importante de consumidores insatisfechos con el sabor actual del agua que se comercializa hoy en día.

### 6.5.2 Great (Excelente)



La segunda palabra más frecuente de las reseñas capturadas fue “Great” [Grandioso o Excelente], en frases como: “Great water, great marketing” [Gran agua, gran marketing.]; “Packaging is great” [El empaque es genial]; “Everything is great except the packaging” [Todo muy bien menos el empaque]; “the bottle design is great” [el diseño de la botella es genial]; “Also at a great price too” [Además a muy buen precio], “for the price it was a great deal” [por el precio fue una gran oferta]; “The absolute best water” [Absolutamente la mejor agua].

Estos comentarios reflejan una satisfacción general de estos productos en variables que más adelante se profundizarán en este estudio de mercado, como el precio y el empaque, pero también muestra la satisfacción que hay con conceptos no tan frecuentes como las campañas de mercadeo y el diseño de las botellas, que también terminaron siendo importante para los consumidores. También se reflejó la expectativa tan grande que los consumidores tienen de estos productos en comentarios como: “This water is horrible. I was expecting great tasting water” [Esta agua es horrible. Esperaba un agua de gran sabor.].

Se puede concluir que, si se desea competir con estas marcas, se debe conservar o igualar la percepción de todas las características que hoy son consideradas como excelentes o grandiosas, ya que se convirtieron en la expectativa existente por parte de consumidores actuales, además de que se hace importante escoger una característica que sea más grandiosa sobre las otras, que pueda convertirse en el principal diferenciador.

### 6.5.3 *Price (Precio)*



La tercera palabra reflejada con mayor frecuencia en el estudio de mercado fue “Price” [precio].

Un bloque importante de reseñas se orienta a la percepción positiva que se tiene sobre los precios actuales, tales como: “Excellent bottled water at great Price” [Excelente agua embotellada a muy buen precio]; “the price is reasonable for such a great product” [el precio es razonable para un producto tan bueno], entre otras muy similares, que reflejan satisfacción o conformismo con esta variable por parte de los consumidores.

Otro bloque importante de reseñas se orienta a la percepción negativa que se tiene sobre los precios actuales, tales como: “The price of this Water makes me hesitant” [El precio de esta Agua me hace

dudar]; “No way I'm buying it at that Price” [De ninguna manera lo compraré a ese precio]; “Ridiculous price to pay for” (Precio ridículo a pagar); “The only drawback is the Price” [La única desventaja es el precio]; “but I just wish the price would come down a Little” [pero solo desearía que el precio bajara un poco].

El último bloque importante de reseñas se orienta a la percepción negativa que se tiene sobre la fluctuación de los precios, tales como: “but Amazon needs to guarantee price stability for products offered on their subscription” [pero Amazon necesita garantizar la estabilidad de precios de los productos ofrecidos en su suscripción]; “The price is constantly changing” [El precio cambia constantemente].

Se puede concluir entonces que la segunda variable más importante para los consumidores de agua potable envasada es el precio, con una tendencia muy similar entre los que están satisfechos con los precios actuales y los que están en desacuerdo. La fluctuación de los precios, principalmente los múltiples incrementos que se han percibido durante el último año, demostraron ser la principal disconformidad después del alto precio.

#### 6.5.4 Thirst (Sed)



Se identificó la importancia que tiene la sed como uno de los desencadenantes de la compra de estos productos, la cual es contrastada al final del consumo del producto como un indicador de satisfacción o insatisfacción, en comentarios como: “Taste very refreshing takes care of my thirst” [Sabor muy refrescante, me quita la sed]; “just the right size when you are thirst” [el tamaño adecuado cuando tienes sed]; “It’s clear, refreshing and satisfies thirst” [Es claro, refrescante y quita la sed]; “bottle is just enough to quench your thirst” [botella es suficiente para saciar su sed]; “the best waters out there. Quenches your thirst better than most” [las mejores aguas que hay. Sacia tu sed mejor que la mayoría].

### 6.5.5 Plastic (Plástico)



El uso del plástico resultó ser en una variable muy importante para los consumidores, según se puede concluir de sus reseñas en comentarios positivos, relacionados con el uso de plástico reciclado, alta resistencia en las botellas y plásticos libres de bisfenol-A, como: “bottle is made of up to 30% plant-based plastic, and it's 100% recyclable” [la botella está hecha de hasta un 30 % de plástico de origen vegetal y es 100 % reciclable]; “Love my Water. Sturdy plastic bottle and good tasting water” [Amo mi Agua. Botella de plástico resistente y agua de buen sabor]; “I also appreciate BPA free plastic” [También aprecio el plástico libre de BPA].

También se pudo encontrar en las reseñas, comentarios negativos con respecto al uso de plástico, como: “All six bottles are wrapped in tight plastic so it may be difficult at times” [Las seis botellas están envueltas en plástico hermético, por lo que a veces puede ser difícil]; “are made of a thicker, more sturdy plastic. I hate some of the other brands” [están hechos de un plástico más grueso y resistente. Odio algunas de las otras marcas]; “regret that it is only available in plastic bottles” [lamento que solo esté disponible en botellas de plástico].

Igualmente se encontró una correlación negativa importante entre el plástico y la variable más importante: el sabor, en comentarios como: “Didn't taste old or plastic” [No sabía a viejo ni a plástico]; “a report came out that it had plastic dissolved in the water” [salió un reporte de que tenía plástico disuelto en el agua]; “it tasted like melted plastic” [sabía a plástico derretido]; “every single water bottle had a horrible plastic chemical taste” [cada botella de agua tenía un horrible sabor a plástico químico]; “Smells and tastes like a combination of sulfur and plastic, and isn't drinkable” [Huele y sabe a una combinación de azufre y plástico, y no es potable].

En general, se encontraron comentarios positivos con los productos que no estaban embotellados en plástico, como las latas de agua: “Love the idea of getting rid of plastic water bottles for recyclable aluminum” [Me encanta la idea de deshacerme de las botellas de agua de plástico por aluminio reciclable]; “the idea of using cans instead of plastic. The can looks great The water tastes great” [la idea de usar latas en lugar de plástico. La lata se ve genial, el agua sabe genial]; “Like this the most because it is truly plastic free, including shipment packaging” [Me gusta más porque es verdaderamente libre de plástico, incluido el embalaje de envío].

Por todo lo anterior se recomienda no utilizar plástico para las botellas ni para el material del embalaje, en caso de que sea posible, o en su defecto, utilizar plásticos reciclados y libres de bisfenol-A, ya que existe una percepción general negativa por parte de los consumidores sobre el uso de este material, no sólo por sus connotaciones de perjudicial sobre el medio ambiente, sino también en la afectación que se genera sobre el sabor.

### 6.5.6 Store (Tienda)



Se encontró una cantidad muy importante de reseñas asociadas a la conveniencia de poder comprar el agua por internet, en vez de las tiendas, principalmente por su precio diferenciado, la facilidad para encontrar la marca de agua de preferencia o su característica, como las versiones en botella de vidrio, y la conveniencia de los servicios de suscripción, en comentarios como: “can’t believe their pricing is better than big box store” [No puedo creer que su precio sea mejor que el de una gran tienda]; “I was buying it in the store, but decided to order it from Amazon because the price!” [Lo estaba comprando en la tienda, ¡pero decidí pedirlo en Amazon por el precio!]; “I can’t find it cheaper in the store! It arrived fully intact as well” [¡No lo encuentro más barato en la tienda! Llegó completamente intacto también]; “I don’t have to worry about going to the store to pick it up when it can arrive to home” [No tengo que preocuparme de ir a la tienda a recogerlo cuando puede llegar a casa]. “It was cheap compared to the grocery store and was the exact same...Best water here” [Era barato en comparación con la tienda de comestibles y era exactamente lo mismo... La mejor agua aquí]; “I bought it because the store did not have my Brand” [Lo compré porque la tienda no tenía mi marca]; “it is harder to find the glass bottles at the store so i checked here and

was able to subscribe” [es más difícil encontrar las botellas de vidrio en la tienda, así que revisé aquí y pude suscribirme]. “Lugging 2 or 3 of the 6 pack bottles from the store every week is a pain” [Cargar 2 o 3 de las botellas de 6 paquetes de la tienda cada semana es un dolor]; “I don’t have to lug it from the store. I have a subscription to it, so it’s always Good” [No tengo que cargarlo desde la tienda. Tengo una suscripción a él, por lo que siempre es bueno].

También, aunque con menor frecuencia, se encontraron comentarios de consumidores que prefieren realizar sus compras en las tiendas físicas y no online, en comentarios como: “I will spend the extra money at the grocery store to make sure of what I’m drinking” [Gastaré el dinero extra en el supermercado para asegurarme de lo que estoy bebiendo]; “I’d rather buy Aquafina from a physical store than the product I received” [Prefiero comprar Aquafina en una tienda física que el producto que recibí]; “Can get cheaper at grocery store near me” [Puede ser más barato en la tienda de comestibles cerca de mí]; “These costs about 6 times more than at a grocery store” [Estos cuestan alrededor de 6 veces más que en una tienda de comestibles].

Por lo anterior se recomienda por parte de este estudio de mercado, estudiar la forma de vender el producto bajo el modelo de negocio de un servicio de suscripción mensual y de forma online; aunque todavía se pueden encontrar comentarios negativos sobre las compras por internet, la mayoría de las reseñas sobre este tema se orientaron a la satisfacción que actualmente se tiene sobre las compras por estos medios y su conveniencia.

### 6.5.7 Brand (Marca)



Se encontró que la reseñas mostraban una fuerte tendencia al reconocimiento y lealtad a la marca, en comentarios como: “My favorite brand of bottled water” [Mi marca favorita de agua embotellada]; “it actually does taste better than other bottled water Brand” [en realidad sabe mejor que otras marcas de agua embotellada]; “Thank you in advance. I love this Brand” [Gracias de antemano. Me encanta esta marca]; “Excellent taste. I don't even bother trying other Brand” [Excelente sabor. Ni siquiera me molestó en probar otra marca].

Otros comentarios con menor frecuencia indicaron el desinterés por la marca: “it's just water. Maybe the brand name will encourage you to drink more water” [es solo agua. Tal vez el nombre de la marca lo anime a beber más agua].

Los consumidores reconocen que existe una categoría de marcas premium para las aguas embotelladas: “You're paying for the brand name as it is recognizable as a premium water” [está pagando por el nombre de la marca, ya que es reconocible como agua premium]; “Water can and

does taste different from brand to Brand” (El agua puede y tiene un sabor diferente de una marca a otra).

Con una menor frecuencia, se identificaron comentarios de consumidores decepcionados con algunas marcas, como: “This also happened the last time I bought this brand. I am a fool for trying it again” [Esto también sucedió la última vez que compré esta marca. Soy un tonto por intentarlo de nuevo].

Por último, se reconoció como positivo el esfuerzo que hacen algunas marcas en su compromiso con el medio ambiente, en comentarios como: “I am all about going green and this brand has Environmentally friendly values” [Me gusta ser ecológico y esta marca tiene valores respetuosos con el medio ambiente].

Se puede concluir de esta parte del estudio de mercado, la importancia de que la campaña de marketing que se realice una vez el producto se ingrese en el mercado estadounidense, busque caracterizar esta agua como una marca premium.

#### 6.5.8 Packaging (Embalaje)



Se encontraron comentarios de satisfacción por parte de los usuarios con respecto al empaque de los productos, en comentarios como: “I love the packaging of this water” [Me encanta el envase de esta agua]; “You're also paying for the name and the premium packaging” [También estás pagando por el nombre y el empaque premium]; “Love the branding and packaging of this product” [Me encanta la marca y el empaque de este producto]; “First I'll say the packaging sold me immediately” [Primero diré que el empaque me vendió de inmediato].

Otros comentarios mostraron insatisfacción por parte de los usuarios con respecto al empaque de los productos, que se ve reflejado en expresiones como: “After receiving several shipments, I must say that packaging and quality is an issue” [Después de recibir varios envíos, debo decir que el embalaje y la calidad es un problema]; “Everything is great except the packaging” [Todo muy bien menos el empaque]; “Terrible delivery and packaging 📦” [Terrible entrega y embalaje 📦]; “A few of the waters leaked also. The packaging was horrible” [Algunas de las aguas también se filtraron. El empaque era horrible].

Por lo anterior es importante invertir en el diseño y la calidad de los empaques, ya que son una variable que afecta directamente la satisfacción o insatisfacción por parte de los consumidores.



producción, orientándola a ser una categoría de agua premium “Hecha en Colombia” y amigable con el medio ambiente.

- Es importante invertir en el diseño del empaque y su durabilidad, principalmente con productos amigables con el medio ambiente.
- También se hace importante invertir en un diseño característico de la botella en vidrio.
- La segunda variable más importante para los consumidores es el precio, con una tendencia muy similar entre los que están satisfechos con los precios actuales y los que están en desacuerdo. La fluctuación de los precios, principalmente los múltiples incrementos que se han percibido durante el año, demostraron ser la principal disconformidad después del alto precio.
- Se recomienda evitar el uso del plástico para las botellas y para el material de embalaje, ya que existe una percepción general negativa por parte de los consumidores sobre el uso de este material.
- Se recomienda explorar la alternativa de vender el producto bajo un modelo de negocio de suscripción mensual.
- Se sugiere tener una fuerte presencia online, ya que en el mercado estadounidense se ha normalizado y se tiene mucha satisfacción sobre la compra de este tipo de productos por internet.
- Es importante invertir en el diseño y la calidad de los empaques, ya que son una variable que afecta directamente la satisfacción o insatisfacción por parte de los consumidores.

## **7 Estudio Técnico**

Este estudio se realizó para evaluar la prefactibilidad técnica de comercializar agua potable producida y embotellada en Colombia, para el mercado de los Estados Unidos de América.

El estudio exploró los aspectos técnicos de la empresa potencial, incluida una evaluación de los recursos disponibles, la información del mercado (desarrollada en el estudio de mercado) y la competencia (desarrollada en el estudio sectorial). Los resultados del estudio técnico se utilizarán para incluirlos en el estudio financiero y de riesgos, para tomar decisiones relacionadas con la viabilidad del emprendimiento propuesto.

Los aspectos técnicos incluyen un análisis de los recursos y la infraestructura necesarios para producir y comercializar el producto. Los recursos necesarios para producir agua potable embotellada incluyen el acceso a una fuente de agua limpia y confiable, instalaciones adecuadas de tratamiento y purificación de agua, equipos de embotellado y etiquetado, y una red de distribución interna. La infraestructura necesaria para apoyar la producción y comercialización del producto incluye instalaciones adecuadas de almacenamiento y transporte, así como todo lo necesario para el cumplimiento de los marcos regulatorios y legales necesarios que serán explorados en el estudio legal de esta prefactibilidad.

Entre los aspectos técnicos más importantes para tener en cuenta, se consideran los siguientes:

### **7.1 Abastecimiento de Agua y Localización**

Las múltiples fuentes de agua que serán evaluadas en la fase de factibilidad deberán investigarse en detalle, para garantizar que cumplan con los mejores estándares para consumo humano, y

deberán inspeccionarse para detectar cualquier peligro físico o químico que las descarte totalmente.

La elección de la fuente de agua óptima será la restricción más importante para la escogencia de la macro y micro localización del proyecto, ya que esta, al partir de cero, no está condicionada por algún lote existente o municipio de Colombia, sino que tiene la libertad de encontrar la ubicación óptima y adecuada para el desarrollo del proyecto de captación y potabilización de agua, mediante la combinación de análisis multicriterio y Sistemas de Información Geográfica (SIG), que se desarrollarán conceptualmente en esta fase de prefactibilidad y que deberá ser evaluada en la posterior fase de factibilidad.

El primer paso en el estudio de factibilidad posterior que se propone, es identificar una fuente confiable de agua. Esto requiere un análisis de las fuentes de agua disponibles en la región y una evaluación detallada de su calidad, cantidad y costo. Las posibles fuentes de agua para el proyecto incluyen ríos, lagos, aguas subterráneas y manantiales. Se debe determinar si la fuente de agua es apta para el embotellado y si cumple con los estándares establecidos por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos.

De todas las fuentes que cumplan con los requisitos básicos, el estudio técnico debe incluir los principales elementos que ayudarán a identificar la fuente y ubicación óptima, los cuales se desarrollarán a continuación:

### ***7.1.1 Topografía e Hidrología***

En primer lugar, se debe evaluar y analizar la topografía del área para garantizar que el proyecto pueda acceder a la fuente de agua. Se deben evaluar las características hidrológicas del área, tales

como el tipo y calidad de las fuentes de agua, la disponibilidad de agua superficial y subterránea y su idoneidad para el proyecto.

La topografía del área debe evaluarse y analizarse para garantizar que el proyecto pueda acceder a la fuente de agua. Se debe realizar un mapeo detallado del área para identificar las mejores ubicaciones para aprovechar la fuente de agua y construir la infraestructura necesaria. Los mapas topográficos deben incluir elevación, pendiente, patrones de drenaje y cobertura del suelo. Esto permitirá que el proyecto identifique fuentes potenciales de agua y determine la factibilidad de usarlas. Se le asigna un factor de ponderación mayor a este aspecto del 25%.

Se deben evaluar las características hidrológicas del área, tales como el tipo y calidad de las fuentes de agua, la disponibilidad de agua superficial y subterránea y su idoneidad para el proyecto. Se deben recopilar datos sobre las características físicas, químicas y biológicas de las fuentes de agua. Esto incluye evaluar la calidad del agua e identificar posibles contaminantes. Debido a que la calidad del agua en el proyecto es fundamental para asegurar la competitividad en el mercado estadounidense, se le asigna un factor de ponderación mayor a este aspecto del 50%.

El proyecto también debe considerar el costo y la factibilidad de construir la infraestructura necesaria para recolectar y purificar el agua. Esto incluye evaluar el costo de construir tanques de almacenamiento, bombas, sistemas de filtración y otros equipos necesarios. El proyecto también debe considerar el costo de operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria. Finalmente, también se deben tener en cuenta los tipos de suelo en la ubicación potencial desde el punto de vista geotécnico. Diferentes tipos de suelo pueden presentar diferentes desafíos, como necesidades de ingeniería y construcción especiales, lo que puede aumentar el costo de instalación de la planta.

Elegir una ubicación con suelo adecuado puede ayudar a reducir el costo de instalación de la planta. Se le asigna un factor de ponderación a este aspecto del 25%.

**Tabla 1.** Factores de Ponderación para Topografía e Hidrología

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación</b>
Topografía e Hidrología	Topografía Favorable	0.25
Topografía e Hidrología	Hidrología y Calidad del Agua Favorable	0.50
Topografía e Hidrología	Menores costos de construir infraestructura	0.25

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **7.1.2 Uso del Suelo**

En segundo lugar, se debe estudiar el uso del suelo y la cobertura del suelo del área para identificar posibles conflictos entre el proyecto y otros usos del suelo, como áreas residenciales o agrícolas.

Al estudiar el uso del suelo y la cobertura del mismo, es importante tener en cuenta la zonificación del área y cualquier restricción de uso del suelo existente. Esto se debe a que estas restricciones pueden limitar el tipo de proyecto que se puede emprender y pueden entrar en conflicto con los objetivos deseados del proyecto. Por ejemplo, si un área residencial está zonificada para uso agrícola, es posible que no sea posible construir un proyecto de purificación de agua en esa área y es posible que se deba explorar una solución diferente. Esto puede ayudar a garantizar que el

proyecto se diseñe e implemente de una manera responsable, que tenga el menor impacto en el medio ambiente, la economía y la comunidad locales y, por lo tanto, a este factor no se le asigna una ponderación, sino que simplemente si no cumple con el uso del suelo, de debe descartar totalmente la construcción del proyecto en este lugar.

### ***7.1.3 Condiciones Socioeconómicas***

En tercer lugar, deben tenerse en cuenta las condiciones socioeconómicas de la zona y la población, como la disponibilidad de infraestructura, la densidad de población y su acceso a agua limpia.

Es importante evaluar la disponibilidad de infraestructura, ya que ayuda a determinar la viabilidad del proyecto. La infraestructura, como carreteras, tuberías, bombas y depósitos, puede ayudar a garantizar que el agua se capte y purifique de forma rápida y segura. Uno de los factores más importantes a considerar al determinar la ubicación óptima de una planta de tratamiento de agua potable es la proximidad a las carreteras. Cuanto más cerca esté la planta de las carreteras, más fácil será transportar las materias primas y los productos terminados hacia y desde la planta. Además, los costos de transporte se pueden reducir al ubicar la planta cerca de las carreteras. Se le asigna un factor de ponderación del 50%.

Además, la densidad de población ayuda a determinar el número de personas que se beneficiarán del proyecto. Si una gran cantidad de personas vive en el área, es posible que el proyecto deba ser más amplio para satisfacer las necesidades de la población y se encuentre mayor cantidad de mano de obra para la construcción y operación del proyecto, pero también podría significar una mayor probabilidad de que la fuente esté contaminada por aguas residuales humanas. Aun así, es importante tener algún centro poblado cerca, principalmente por la necesidad de atraer y fidelizar

el talento humano especializado, que podría requerir de estas características para su calidad de vida y la de sus familias. Por lo anterior se le asigna un factor de ponderación del 20%.

Finalmente, al considerar los posibles impactos sociales y económicos del proyecto, se debe considerar el impacto generado en la operación como consecuencia de la distancia con proveedores, ya que para situaciones de emergencia o de la normal operación del negocio es importante minimizar las distancias con proveedores, principalmente con aquellos aliados de mayor importancia estratégica. Se le asigna un factor de ponderación del 30%.

**Tabla 2.** Factores de Ponderación para Condiciones Socioeconómicas

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación</b>
Condiciones Socioeconómicas	Disponibilidad de Infraestructura: Carreteras y Servicios Públicos	0.50
Condiciones Socioeconómicas	Cercanía a centros poblados humanos y densidad de población	0.20
Condiciones Socioeconómicas	Cercanía a Proveedores	0.30

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### ***7.1.4 Condiciones Ambientales***

En cuarto lugar, se deben considerar las condiciones ambientales, como la presencia de ecosistemas sensibles y recursos naturales, para garantizar que el proyecto no los afecte. Esto incluye evaluar el impacto potencial sobre los organismos acuáticos, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y el potencial de contaminación del agua por los vertimientos que se generen. Se deben implementar medidas de mitigación apropiadas para garantizar que el proyecto no tenga un impacto negativo en el medio ambiente, tal cual se menciona en el estudio ambiental.

Además de las restricciones de zonificación, también es importante considerar el impacto potencial del proyecto en el medio ambiente local. Esto incluye evaluar los efectos potenciales que el proyecto pueda tener sobre el suministro de agua y cualquier fuente de agua existente, así como el impacto potencial sobre la vida silvestre local.

El primer paso es evaluar las condiciones ambientales existentes en el sitio del proyecto. Esto incluye un inventario de la flora y fauna, especies de agua y hábitats acuáticos, y tipo de suelo. Se le asigna un factor de ponderación del 30%.

También es importante considerar cómo afectará el proyecto a la hidrología local, incluidos los cambios en el flujo del agua, la temperatura del agua o la química del agua. Esto incluye observar el potencial de contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas y los humedales cercanos, así como el potencial de una mayor erosión y sedimentación. Se le asigna un factor de ponderación del 70%, ya que el proyecto debe ser coherente principalmente con su principio de conservación del agua.

También se debe evaluar el impacto del proyecto en la calidad del aire y los niveles de ruido. Este último se mitiga al aumentar la distancia con centros poblados, que se mencionó en el punto anterior, por lo cual, aunque es importante, no se considerará como factor de ponderación para la selección del sitio óptimo.

**Tabla 3.** Factores de Ponderación para Condiciones Ambientales

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación</b>
Condiciones Ambientales	Mínima afectación a Flora y Fauna	0.30
Condiciones Ambientales	Mínima afectación a cuerpos de agua	0.70

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **7.1.5 Costos del proyecto**

Finalmente, se debe evaluar la viabilidad económica del proyecto, como el costo del tratamiento y distribución del agua, el costo de los equipos y materiales, el costo de la energía y los ingresos potenciales por la venta del agua tratada.

La viabilidad económica de cualquier proyecto relacionado con la captación y purificación de agua depende en gran medida de la ubicación del proyecto. Factores como el costo del tratamiento y distribución del agua, el costo del equipo y los materiales, el costo de la energía, el costo del transporte y los posibles ingresos por la venta del agua tratada deben tenerse en cuenta para evaluar completamente la viabilidad económica del proyecto. En otras palabras, un mismo proyecto con

exactamente las mismas condiciones puede ser viable o inviable de acuerdo con su ubicación, por eso se buscará implementar desde la matriz de selección multicriterio, las principales variables que reducirían costos innecesarios.

El costo de la distribución del agua se refiere al costo de tratar el agua en una planta de purificación y luego entregarla a su destino final. Este costo estará determinado por el tipo de tratamiento requerido y la distancia que debe recorrer el agua. Como el destino final es Estados Unidos de América, de deberá minimizar la distancia entre la planta y los puertos más cercanos para su transporte marítimo. Se le asigna un factor de ponderación del 60%.

También se debe tener en cuenta el costo de la energía utilizada en el proyecto. Esto incluye el costo de la electricidad y el combustible utilizado para alimentar todos los equipos de purificación, así como el costo de hacer funcionar las bombas y otros equipos necesarios para el proyecto. Como los costos de energía en Colombia son relativamente estables, el factor decisivo de ponderación para cubrir este aspecto es la calidad y confiabilidad de la infraestructura eléctrica con que se disponga, ya que la intermitencia en el servicio o fallos por infraestructura ineficiente aumentarían de forma innecesaria los costos del proyecto, al no garantizar una producción constante. Por lo anterior, se le asigna un factor de ponderación del 40%.

**Tabla 4.** Factores de Ponderación para Costos del Proyecto

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación</b>
Costos del Proyecto	Mínima Distancia a Puertos Internacionales	0.60
Costos del Proyecto	Máxima calidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica.	0.40

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **7.1.6 Combinación del Análisis Multicriterio**

Para identificar la ubicación óptima de la planta de tratamiento de agua potable y embotellamiento, es importante utilizar una combinación de análisis multicriterio y Sistemas de Información Geográfica (SIG), para evaluar todos los criterios mencionados anteriormente. El análisis multicriterio se puede usar para sopesar los diferentes criterios y asignarles diferentes niveles de importancia mediante los factores de ponderación, mientras que el SIG se puede usar para mapear ubicaciones potenciales, calcular distancias, realizar álgebra de mapas y evaluar su idoneidad. Mediante el uso de estas herramientas, es posible identificar la ubicación ideal para la planta de tratamiento de agua potable, que mejor cumpla con los criterios mencionados anteriormente.

Finalmente, y con el fin de combinar todos los factores vistos previamente, se le asigna un porcentaje de ponderación a las condiciones de Topografía e Hidrología del 50%, a las Condiciones Socioeconómicas se le asigna un factor de ponderación del 20%, a las condiciones ambientales del

10% y a los costos del proyecto del 20%, lo cual permite multiplicar por la ponderación 2 previamente asignada en cada componente, con el fin de hallar el porcentaje de ponderación final que será utilizado en el futuro análisis de factibilidad como herramienta para la selección de la alternativa más óptima.

**Tabla 5.** Factores de Ponderación para Selección Multicriterio

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación 1</b>	<b>Ponderación 2</b>	<b>Ponderación Final</b>
Topografía e Hidrología	Topografía Favorable	0,5	0,25	0,125
Topografía e Hidrología	Hidrología y Calidad del Agua Favorable	0,5	0,5	0,25
Topografía e Hidrología	Menores costos de construir infraestructura	0,5	0,25	0,125
Condiciones Socioeconómicas	Disponibilidad de Infraestructura: Carreteras y Servicios Públicos	0,2	0,5	0,1
Condiciones Socioeconómicas	Cercanía a centros poblados humanos y densidad de población	0,2	0,2	0,04

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Ponderación 1</b>	<b>Ponderación 2</b>	<b>Ponderación Final</b>
Condiciones Socioeconómicas	Cercanía a Proveedores	0,2	0,3	0,06
Condiciones Ambientales	Mínima afectación a Flora y Fauna	0,1	0,3	0,03
Condiciones Ambientales	Mínima afectación a cuerpos de agua	0,1	0,7	0,07
Costos del Proyecto	Mínima Distancia a Puertos Internacionales	0,2	0,6	0,12
Costos del Proyecto	Máxima calidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica.	0,2	0,4	0,08

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 7.2 Tratamiento del agua

### 7.2.1 Aspectos Técnicos del Tratamiento y Potabilización de Agua

El agua debe ser tratada para cumplir con los estándares establecidos por la FDA de los EE. UU. Esto podría incluir filtración, ósmosis inversa, esterilización UV y/u ozonización. El tipo de tratamiento dependerá de la fuente del agua y de la calidad del agua cruda.

El estudio técnico de prefactibilidad para la producción de agua potable embotellada en Colombia y su comercialización en los Estados Unidos de América, deberá incluir un análisis del proceso de tratamiento del agua. El tratamiento del agua es esencial para producir agua potable segura y de alta calidad. Aunque también existe la posibilidad de embotellar el agua directamente desde su fuente, como afirman algunas empresas que se encontraron en el estudio sectorial, se considera que lo más responsable es monitorear la calidad de la fuente hídrica y disponer de sistemas de tratamiento para asegurar la calidad del producto terminado, ya que depender únicamente de la condiciones naturales de la fuente de agua generaría la inconsistencia en el sabor del producto, que se evidenció en el estudio de mercado, no es visto favorablemente por los consumidores.

El primer paso del proceso de tratamiento de agua tradicional es la eliminación de sólidos suspendidos y disueltos del agua sin tratar. Este paso se puede lograr mediante sedimentación, filtración o floculación. En el proceso de sedimentación, los sólidos en suspensión se depositan en el fondo del tanque debido a la gravedad. En el proceso de filtración, los sólidos suspendidos y disueltos se eliminan pasando el agua a través de un medio filtrante. En el proceso de coagulación y floculación, se agregan productos químicos al agua para formar partículas grandes de flóculos, que luego se pueden eliminar mediante sedimentación.

El siguiente paso del proceso de tratamiento del agua es la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos. Este paso se puede lograr mediante procesos de coagulación y floculación, adsorción y oxidación. La adsorción es el proceso por el cual los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos se eliminan del agua, pasándola a través de un material adsorbente como el carbón activado. En el proceso de oxidación, se utilizan productos químicos como el cloro y el ozono para oxidar y eliminar los compuestos orgánicos disueltos.

El paso final del proceso de tratamiento del agua es la desinfección del agua. Este paso se puede lograr mediante el uso de cloro o luz ultravioleta. La cloración es el método más común de desinfección y, a menudo, se usa en combinación con otros procesos, como la filtración y la coagulación. La luz ultravioleta también se utiliza para desinfectar el agua y es más eficaz que el cloro.

Se debe realizar una revisión de la instalación de producción propuesta para garantizar que cumpla con todas las reglamentaciones aplicables. La instalación debe estar equipada con el equipo necesario, para garantizar una producción eficiente y cumplir con todos los estándares de calidad.

### **7.3 Instalación de la Infraestructura de producción y embotelladora**

La instalación de producción debe poder acomodar la producción de agua embotellada en los volúmenes requeridos. La instalación debe incluir al menos dos líneas de producción para el embotellado de agua. Cada línea de producción debe incluir máquinas embotelladoras, etiquetadoras, taponadoras y llenadoras (si es necesario). La instalación debe diseñarse de tal manera que se puedan agregar múltiples líneas de producción, según sea necesario para futuras etapas del proyecto.

La instalación debe estar diseñada con la tecnología más actualizada, para garantizar que se cumplan todos los estándares requeridos. La instalación debe estar diseñada para asegurar que el agua no se contamine durante el proceso de embotellado y que las botellas estén debidamente selladas y etiquetadas.

Los materiales de empaque deberán ser apropiados para el producto y los requisitos de etiquetado deberán cumplirse según el mercado al que se venda el producto. Se debe realizar una revisión detallada del empaque propuesto para asegurar que cumpla con todas las regulaciones aplicables. Esto incluye examinar los materiales utilizados, la impresión de cualquier etiqueta y el etiquetado de cualquier alérgeno.

Además, la instalación debe incluir un área de almacenamiento para los productos terminados. El área de almacenamiento debe estar diseñada para garantizar el almacenamiento seguro y protegido del agua embotellada. También debe diseñarse de tal manera que el producto pueda recuperarse fácilmente para su envío.

La instalación también debe incluir un laboratorio para probar el producto terminado. El laboratorio debe estar equipado con el equipo necesario para probar la calidad del producto, como medidores de pH, medidores de turbidez y microscopios.

La instalación también debe incluir un área de envío. Esta área debe estar diseñada para garantizar el envío seguro y protegido del producto terminado.

Finalmente, la instalación debe incluir un área de mantenimiento. Esta área debe diseñarse para garantizar que todo el equipo utilizado en el proceso de producción reciba el mantenimiento y el

servicio adecuados. Esta área también debe incluir cualquier repuesto necesario para los equipos, en especial para aquellos que se definan como críticos.

**Ilustración 13.** Imagen esquemática de la Planta de Potabilización esperada



Fuente: Elaboración propia utilizando algoritmos de Inteligencia Artificial de DALL-E 2 (OpenAI, 2022)

#### **7.4 Transporte y Distribución**

Se debe realizar una revisión de los métodos de transporte propuestos, para garantizar que cumplan con todas las reglamentaciones aplicables. Esto incluye examinar el control de temperatura de los contenedores durante el transporte, así como cualquier otro requisito normativo y de seguridad. El transporte del agua embotellada debe cumplir con los requisitos de ambos países. Adicionalmente, el transporte debe estar diseñado de tal manera que el agua no se contamine durante el proceso.

El estudio técnico para la prefactibilidad de la producción y comercialización de agua potable embotellada en Colombia para la exportación a Estados Unidos, requiere un análisis profundo de los elementos relacionados. Esto incluye los aspectos técnicos de la producción, transporte y distribución del producto.

El transporte del agua potable embotellada desde Colombia a los Estados Unidos requiere una evaluación de las diferentes opciones disponibles. Esto incluye una evaluación de los diferentes modos de transporte, como aire, mar o tierra, así como los costos asociados con cada modo. Adicionalmente, es necesario evaluar la logística requerida para el transporte del producto, como el empaque y etiquetado, los permisos y certificaciones, y el seguro requerido para el producto.

Finalmente, la distribución del agua potable embotellada en el mercado estadounidense requiere una evaluación de las diferentes opciones disponibles. Esto incluye una evaluación de los diferentes canales de distribución, como las ventas directas a minoristas, mayoristas y distribuidores, así como los costos asociados con cada uno. Adicionalmente, es necesario evaluar la logística requerida para la distribución del producto, como el almacenamiento, manejo de inventarios y estrategias de mercadeo.

La logística del agua potable embotellada incluye la planificación, coordinación y gestión de la producción, distribución y entrega del producto. Esto incluye la evaluación de la cadena de suministro, el seguimiento del producto y la coordinación de la entrega. Es importante evaluar el costo de la logística para asegurar que el proceso sea económicamente factible.

Se debe realizar una revisión de los métodos de distribución propuestos para garantizar que cumplan con todas las reglamentaciones aplicables. Esto incluye examinar los requisitos para el almacenamiento y manejo del producto, una vez que ha sido recibido por el cliente. Esto incluye la producción, distribución, logística, envío y otras consideraciones que se deberán hacer en el país de destino.

El envío del agua potable embotellada desde Colombia a los Estados Unidos de América requiere una evaluación de los aspectos técnicos. Esto incluye el tipo de contenedor de envío, el método de transporte, el proceso de despacho de aduana y el costo del transporte. Es importante evaluar el costo del envío para asegurar que el proceso sea económicamente factible.

Todos estos elementos deben ser tomados en cuenta para asegurar que futuros estudios de factibilidad sean exitosos, para evaluar la viabilidad del proyecto de producción en Colombia para la exportación a los Estados Unidos de agua potable embotellada.

## **7.5 Comercialización y Mercadeo**

Se debe realizar una revisión de los métodos de comercialización propuestos para garantizar que cumplan con todas las reglamentaciones aplicables. Esto incluye examinar los requisitos para publicidad y promoción del producto en ambos países.

Los aspectos de marketing del estudio de prefactibilidad de la producción de agua potable embotellada en Colombia para el mercado de los Estados Unidos de América, deben enfocarse en el público objetivo, el mensaje y la marca. El público objetivo debe evaluarse para garantizar que el producto se comercialice al grupo demográfico adecuado. Esto debe incluir datos demográficos, como edad, sexo, ubicación y nivel de ingresos. Además, el mensaje debe evaluarse para asegurarse de que resuene con el público objetivo y comunique de manera efectiva los beneficios del producto. Esto debe incluir la evaluación del logotipo, la combinación de colores, el empaque y otros elementos visuales que se proponen y recomiendan, que sean muy similares o basados en las imágenes de portada que fueron generadas por los autores, utilizando los algoritmos de Inteligencia Artificial de DALL·E 2 (OpenAI, 2022).

## 8 Estudio Social

El estudio social que hace parte de este estudio de prefactibilidad, se desarrolló completamente como una revisión documental de las principales tendencias sociales relacionadas con el desarrollo y comercialización de productos.

### 8.1 Consumir productos locales

Una de las tendencias sociales que se comenzaron a notar en la post-pandemia fue la de comprar y consumir en su mayoría, productos desarrollados de forma local en relación con la ubicación del consumidor, no obstante, esta tendencia se puede considerarse temporal en lugar de permanente, ya que varios investigadores, entre ellos Istvan & Constantin (2021), encontraron que aunque la nueva situación cambió los comportamientos de compra y también los comportamientos de venta, las relaciones entre los países también se han reevaluado, por lo que la cooperación transfronteriza ha cambiado, y los valores locales, que están vinculados con la coherencia de consumir con los productos locales y los alimentos locales, se puede observar desde la perspectiva de cómo la pandemia cambió la situación de la producción local y su distribución, especialmente en el campo de las cooperaciones transfronterizas, por lo que se podría concluir que la exportación de agua potable desde Colombia hacia países como Estados Unidos de América, podría tener una connotación positiva y socialmente aceptada si se comunica como una cooperación entre países, donde Colombia quiere compartir sus recursos y riqueza hídrica con países y ciudades que no cuentan con esta fortaleza y lo pueden necesitar en el presente, y principalmente en un futuro incierto, amenazado por los retos del cambio climático.

## **8.2 Consumidores altamente educados**

Una segunda tendencia social encontrada en la literatura sobre el consumo actual de productos es que cada vez más, y principalmente en países desarrollados, los consumidores son altamente educados e informados sobre los productos que consumen. Es por esta razón que se hace necesario por parte de las empresas que desarrollarán e introducirán nuevos productos, como el agua envasada analizada en este estudio de prefactibilidad, que se tenga en cuenta desde la etapa de diseño, la necesidad de abordar una elección adecuada de los métodos disponibles, así como utilizar de manera óptima los datos sensibles al valor, relacionados con el consumidor. Esto con el fin de hacer un mejor uso de los resultados, ideas y opiniones de la sociedad, especialmente de estos consumidores tan bien informados, y principalmente en muchos países con una base de consumidores altamente educada, establecer un vínculo más firme entre el uso de datos de consumidores sensibles al valor y varias prácticas de diseño, para utilizar entradas de datos tanto cualitativos como cuantitativos (Kymäläinen, 2022).

## **8.3 Comportamiento del Consumidor en Línea**

Desde la era post-pandemia, el comportamiento del consumidor en línea ha cambiado sustancialmente. Sin embargo, como lo plantea Zhang (2021), ha habido algún ajuste en el comportamiento del consumidor e inclusive del consumo, debido a los cambios en el entorno social. En este proceso, el foco debe estar en el dominio y la intervención de la lógica del gobierno. Las nuevas formas de consumo online hacen necesario que los gobiernos deban mejorar los canales de consumo y facilitar la transición a un mundo más digital, para hacer frente al impacto de los cambios sociales en el consumo en línea, con el fin de orientar los cambios en el comportamiento del consumidor en una dirección positiva, tanto para ellos como para las empresas.

Lo anterior fue muy visible en Latinoamérica, ya que, aunque socialmente se tuvo mucha más aceptación y normalización del consumo en línea por parte de las personas que ya contaban con acceso a internet, la principal limitante fue la infraestructura tecnológica, principalmente en las regiones, donde la intermitencia o la ausencia total de conectividad no permitieron la transición de las compras físicas a online.

No obstante, como el principal mercado objetivo de este estudio de prefactibilidad es el mercado de consumo estadounidense, partiendo de los datos de la oficina del censo de Estados Unidos, se encontró que “entre todos los hogares en 2018, el 92% tenía al menos un tipo de computadora y el 85% tenía una suscripción a Internet de banda ancha” (U.S. Department of Commerce, 2021, p.1).

#### **8.4 Cambios Demográficos**

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que la infraestructura no es un factor delimitante para el mercado estadounidense, se espera una gran aceptación de compra del producto mediante los canales en línea, por la amplia literatura que se encuentra en el tema y principalmente por los resultados del estudio de mercado de esta prefactibilidad, que evidencia no sólo que los consumidores compran agua esporádicamente en línea, sino que muchos de ellos han decidido, con el objetivo de simplificar sus compras y sus vidas, tener unas modalidades de suscripción a una cantidad establecida de agua potable envasada que llega periódicamente a sus hogares, lo cual significa una amplia oportunidad de mercado.

Algo importante para resaltar de la sociedad estadounidense que se encontró en este estudio social, es que se han presentado cambios demográficos significativos durante los últimos años en el mercado estadounidense, los cuales se pueden evidenciar en la siguiente respuesta a Preguntas Frecuentes por parte de Aquafina:

¿Por qué Aquafina cambió su presentación para ser bilingüe?

Como lo demuestran los datos obtenidos del último censo estadounidense, ha habido un enorme crecimiento en cuanto a diversidad étnica y racial a nivel nacional. Los hispanos son una de las poblaciones de más rápido crecimiento y representan casi 16% de la población total de Estados Unidos. Hemos cambiado nuestra presentación para reflejar e incluir a la cambiante demografía del país.

(PEPSICO, INC., 2022, p. 1)

Esta tendencia social de cambios demográficos significa una oportunidad adicional para este estudio de prefactibilidad, ya que al comercializar agua potable envasada en el mercado estadounidense, no sólo se estaría teniendo como público objetivo una sociedad norteamericana que busca probar o consumir nuevas marcas de agua potable con sabores o propiedades físico-químicas diferentes a las marcas que hoy en día se consumen, sino que también estará orientada al público hispano, principalmente de Latinoamérica, que por diferentes razones terminaron relocalizados en el territorio estadounidense, muchos de los cuales podrían extrañar o valorar más productos realizados en su lugar de origen.

## **8.5 Iniciativa Filantrópica de Donación de Agua Potable Envasada**

Conscientes de que el suministro de agua potable limpia es un desafío importante para muchos países del mundo, en particular para los países en vía de desarrollo con recursos limitados, se propone una iniciativa filantrópica para donar agua potable embotellada a varios países y zonas que necesitan recursos hídricos, tanto dentro de Colombia como para la población internacional, principalmente para aquellos que sufren sequías, hambrunas o guerras.

A través de esta iniciativa se propone donar un porcentaje de la producción anual de agua potable embotellada. Además, se espera recaudar fondos de gobiernos, empresas privadas e individuos, para cubrir los costos de logística y transporte del agua donada hacia esos territorios.

Los países receptores se beneficiarán de esta donación de diversas formas. No sólo recibirán una fuente confiable de agua potable, sino que también se les proporcionará la hidratación que tanto necesita la población más vulnerable en tiempos difíciles. Además, esta donación puede actuar como símbolo de solidaridad y apoyo a los países que atraviesan momentos difíciles.

Se espera que a través de esta iniciativa filantrópica se pueda mejorar la salud y el bienestar de las personas que necesitan agua potable, ya que tendría el potencial de beneficiar a millones de personas en todo el mundo, al reducir las enfermedades relacionadas con el agua y crear mejores condiciones de vida para los afectados por la crisis del agua.

## 9 Estudio Ambiental

### 9.1 No requerimiento de Licencia Ambiental para este Proyecto

Los proyectos que requieren licencia ambiental son aquellos que se encuentran definidos en el Decreto 2041 de 2014 y el Decreto 1076 de 2015 (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2022). Después de revisar el proyecto para la Producción en Colombia y Comercialización en Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, se puede concluir que no requiere licencia Ambiental.

### 9.2 Permisos Ambientales

El proyecto de la Planta de tratamiento de agua potable y embotelladora requiere los siguientes permisos ambientales:

- Concesiones de Aguas Superficiales.
- Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua.
- Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos; y
- Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados.

Estos deberán ser gestionados durante la fase de factibilidad y diseños de detalle del proyecto, de acuerdo con los requisitos de la autoridad ambiental competente.

#### 9.2.1 *Concesión de Aguas Superficiales o concesión de Aguas Subterráneas*

"La concesión de aguas superficiales es el modo de adquirir el derecho a usar o aprovechar las aguas de uso público para, entre otros, el uso industrial" (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE "CORNARE", 2022, p. 1)

“Con la obtención de la concesión de aguas superficiales se garantiza la conservación y manejo adecuado de las aguas y sus cauces; se asegura el uso racional del agua, de manera tal que esta se pueda aprovechar y distribuir equitativamente a los habitantes de una región, pues se tiene en cuenta cuál es la oferta de agua existente y cuál es la demanda, además de prevenir posibles conflictos entre los usuarios” (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”, 2022, p. 1).

De acuerdo con esta definición, el proyecto requiere obtener este permiso debido a que, para potabilizar el agua, ésta primero se debe captar de una fuente, bien sea superficial o subterránea, según lo que se defina en el estudio de factibilidad y diseños de detalle que se realizará posterior a este estudio de prefactibilidad. El cuidado del agua es fundamental para garantizar su abastecimiento y disponibilidad a la población y no sólo por el requerimiento de las autoridades ambientales para la otorgación de éste y los demás permisos. El agua es un recurso finito y, como tal, debe gestionarse de forma responsable. La adecuada gestión de los recursos hídricos incluye cumplir con los requisitos y cuidados asociados a la concesión del uso de aguas superficiales, que es la forma de adquirir el derecho de uso o aprovechamiento del agua para uso público o privado, como lo es en este caso para el uso industrial para la producción y embotellamiento de agua potable, lo que hace que sea la materia prima más valiosa para el proyecto. Además, es importante asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos mediante la promoción de la conservación y el uso eficiente del agua, así como garantizar que el agua sea segura y libre de contaminantes, por lo que el proyecto deberá incluir en el mediano y corto plazo, actividades mitigantes preventivas y de conservación sobre sus fuentes hídricas asignadas para la captación.

### **9.2.2 Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua**

“Un vertimiento es la descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido” (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”, 2022, p. 1).

Contar con el permiso de vertimientos garantiza al usuario que está entregando sus aguas residuales en unas condiciones que sean aceptadas por el recurso hídrico, protegiendo la vida de los seres humanos, los animales y las plantas. (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”, 2022, p. 1)

Como consecuencia de los procesos de potabilización del agua, se generan aguas residuales que deberán entregarse a las fuentes hídricas aprobadas por la autoridad ambiental, por lo cual se hace necesario que en la etapa de factibilidad y diseños de detalle de este proyecto se gestione este permiso.

### **9.2.3 Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos**

“La construcción de obras hidráulicas, que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere tramitar una solicitud de Permiso de Ocupación de Cauces. El cauce es la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes” (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”, 2022, p. 1).

Tal como se mencionó en el Capítulo Situación en Estudio – Problema - descripción de los conceptos técnicos, el proyecto requiere captar agua, para lo cual se hace necesario construir la

infraestructura necesaria para tal fin, la cual, al ubicarse en el cauce, requiere la tramitación de este permiso en la etapa de factibilidad y diseños de detalle de este proyecto.

#### **9.2.4 *Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados***

Es el permiso o autorización que otorga la Autoridad Ambiental, para aprovechar o talar árboles aislados de bosques natural, o talar, podar, trasplantar o reubicar árboles plantados, que se encuentren ubicados en terrenos de dominio público o privado, respectivamente, que se encuentren caídos o muertos por causas naturales, o que por razones de orden sanitario, ubicación, estado sanitario o daños mecánicos estén causando perjuicio a la estabilidad de los suelos, a canales de agua, andenes, calles, obras de infraestructura o edificaciones. (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”, 2022, p. 1)

Aunque desde la etapa de factibilidad y diseños de detalle de este proyecto se buscará minimizar el impacto ambiental del proyecto sobre los árboles existentes, la experiencia de ejecución de proyectos similares en el territorio colombiano demuestra que hay una alta probabilidad de que por razones técnicas y económicas se deba talar, podar, trasplantar o reubicar uno o varios árboles que se encuentren en la zona de influencia del proyecto, por lo que en el trámite de este proyecto se hace importante considerarlo desde esta etapa de prefactibilidad.

### **9.3 Tasa por el uso del Agua**

La tasa por utilización de aguas es el cobro que se realiza a un usuario por la utilización del agua de una fuente natural, en virtud de una concesión de aguas. El objetivo principal de la Tasa es cubrir el costo del manejo del recurso hídrico,

reducir el consumo y motivar su conservación. Es así como esta Tasa tiene un doble carácter: por un lado, es un instrumento de gestión para el logro de objetivos ambientales relacionados con la conservación y uso eficiente del agua; por otro lado, es una fuente de recursos financieros para inversiones ambientales que garanticen la renovabilidad del recurso. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022, p. 1)

Por estas razones, el proyecto deberá contemplar en sus costos operativos la tasa por el uso del agua, lo que a su vez proporciona tranquilidad al proyecto, ya que según lo que menciona el Ministerio, con lo recaudado por esta tasa se realizarán inversiones que aseguren el cuidado del agua, fundamental para garantizar su suministro y disponibilidad a la población, y con ello lograr un futuro sostenible para el país y las futuras generaciones.

#### **9.4 Costos Ambientales**

El consultorio contable de la Universidad EAFIT define los costos ambientales como aquellos que “están asociados con la creación, la detección, el remedio y la prevención de la degradación ambiental, los cuales clasifican en cuatro categorías: costos de prevención ambiental, costos de detección ambiental, costos de fallas ambientales internas y costos de fallas ambientales externas” (Universidad EAFIT, 2022, p. 1).

El proyecto deberá incluir en el análisis de su flujo de caja los costos ambientales que se requieran en la fase de inversión y de operación, que de acuerdo con la definición de la Universidad EAFIT y el análisis del proyecto bajo el escenario de prefactibilidad, se estima que son los siguientes:

#### ***9.4.1 Costos de prevención ambiental***

A nivel de prefactibilidad no se encontró en la literatura estimados de costos de prevención ambiental para proyectos similares, no obstante, se considera importante considerar un porcentaje de los costos anuales totales, mientras se comienza a tener un histórico de valores que se puedan proyectar a futuro para incluir actividades como:

- Instrumentación y monitoreo de actividades que generan impactos ambientales como la calidad de los vertimientos.
- Consultoría, investigación y desarrollo para la optimización de procesos existentes de forma que disminuya su impacto ambiental.
- Consultoría, investigación y desarrollo de alternativas para el uso de subproductos del proceso, como el tratamiento de lodos y su aprovechamiento para el desarrollo de ingresos secundarios.
- Análisis de ciclos de vida del producto desde la captación del agua hasta la entrega al consumidor final y su posterior disposición.
- Costos de divulgación mediante redes sociales y de forma presencial a las comunidades locales, nacionales y estadounidenses de la protección al medio ambiente, en particular del cuidado y conservación del agua.

#### ***9.4.2 Costos de detección ambiental***

A nivel de prefactibilidad no se encontró en la literatura estimados de costos de detección ambiental para proyectos similares, no obstante, se considera importante considerar un porcentaje de los costos anuales totales, mientras se comienza a tener un histórico de valores que se puedan proyectar a futuro para incluir actividades como:

- Instrumentación y monitoreo de actividades obligatorias por parte de las autoridades ambientales.
- Consultoría, investigación y desarrollo para la actualización de normas y requisitos ambientales por parte de autoridades ambientales, gobiernos, y organizaciones privadas nacionales o internacionales.
- Contratación de auditorías externas e independientes que validen y detecten posibles aspectos de mejora en los procesos.

### ***9.4.3 Costos de fallas ambientales internas***

A nivel de prefactibilidad no se encontró en la literatura estimados de costos de fallas ambientales internas para proyectos similares, no obstante, se considera importante considerar un porcentaje de los costos anuales totales, mientras se comienza a tener un histórico de valores que se puedan proyectar a futuro para incluir actividades como:

- Documentación de lecciones aprendidas ambientales de fallas internas como disposición inadecuada de residuos sólidos.
- Análisis de causa raíz de las diferentes fallas ambientales internas presentadas en el periodo de análisis.
- Análisis de causas de vertimientos por fuera de los estándares permitidos.
- Análisis de fallas en el sistema de tratamiento de lodos y monitoreo de su correcto aprovechamiento.

#### ***9.4.4 Costos de fallas ambientales externas***

A nivel de prefactibilidad no se encontró en la literatura estimados de costos de fallas ambientales externas para proyectos similares, no obstante, se considera importante considerar un porcentaje de los costos anuales totales, mientras se comienza a tener un histórico de valores que se puedan proyectar a futuro para incluir actividades como:

- Documentación de lecciones aprendidas ambientales de fallas externas como calidad inadecuada de la fuente hídrica en el sitio de captación por causas naturales o humanas.
- Análisis de causa raíz de las diferentes fallas ambientales externas presentadas en el periodo de análisis, como cambios fisicoquímicos por encima de la tolerancia del agua en el sitio de captación y diseño de alternativas de redundancia para la captación de otros sitios cuando se presenten estos casos.

## **10 Estudio Legal**

Los requisitos legales en el proyecto de producción en Colombia y exportación de agua potable a los Estados Unidos de América son de suma importancia a considerar. Como este proyecto involucra el comercio de bienes entre dos países, es necesario asegurarse de que se cumplan todas las regulaciones y leyes de ambas geografías. Esto incluye obtener todos los permisos necesarios, cumplir con las leyes de importación y exportación aplicables, así como garantizar que se cumplan los estándares de salud, seguridad y medio ambiente. De lo contrario, podría generar multas costosas u otras sanciones, así como demoras en el proyecto. El cumplimiento de la legalidad es fundamental para el éxito de cualquier proyecto y, en especial, de una de estas características.

### **10.1 Estudio legal para la producción de agua potable en Colombia**

#### ***10.1.1 Marco Legal Ambiental***

Como se mencionó en el estudio ambiental, los proyectos que requieren licencia ambiental son aquellos que se encuentran definidas en el Decreto 2041 de 2014 y el Decreto 1076 de 2015 (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2022). Después de revisar el proyecto para la Producción en Colombia y Comercialización en Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, se concluye que no requiere licencia Ambiental.

El proyecto de la Planta de tratamiento de agua potable y embotelladora requiere los siguientes permisos ambientales:

- Concesiones de Aguas Superficiales.
- Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua.
- Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos y

- Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados.

Estos deberán ser gestionados durante la fase de factibilidad y diseños de detalle del proyecto, de acuerdo con los requisitos de la autoridad ambiental competente y su fundamento legal es el siguiente, respectivamente:

#### *10.1.1.1 Concesión de Aguas Superficiales o concesión de Aguas Subterráneas*

- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA; Títulos I, VI, VII y VIII.
- Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible número 1076 del 26 de mayo de 2015, Secciones 7, 8, 9, 10 y 11.
- Decreto número 1575 de 2007, por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.
- Decreto 1541 de 1978, por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Capítulo II, Sección I.

#### *10.1.1.2 Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua*

- Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible número 1076 del 26 de mayo de 2015, Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulos 2 y 3.

- Resolución 1514 de 2012, por medio de la cual se adoptaron los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos. Artículos 1-6.
- Resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 050 de 2018, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos.

#### *10.1.1.3 Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos*

- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el SINA. Artículo 31.
- Ley 2811 de 1974, por la cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección del Medio Ambiente. Parte III Título III.
- Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible número 1076 del 26 de mayo de 2015, Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulos 2, Sección 12.
- Resolución CORNARE número 112-4150-2017 del 10 de agosto de 2017, criterios para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos administrativos, control y manejo ambiental.

#### *10.1.1.4 Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados*

- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el SINA. Artículo 31.
- Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible número 1076 del 26 de mayo de 2015, Libro 2, Parte 2, Título 1, Capítulos 1, Sección 9.
- Resolución CORNARE número 112-4150-2017 del 10 de agosto de 2017, criterios para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos administrativos, control y manejo ambiental.

#### *10.1.1.5 Tasa de uso de Agua*

La tasa por uso de agua fue creada por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974, artículo 159. La Ley 99 de 1993 en su artículo 43 estableció:

Tasas por Utilización de Aguas. La utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos. Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que utilicen el recurso hídrico, en virtud de una concesión de aguas, sin importar si la actividad para la que se usan es o no lucrativa, deben pagar la tasa. Están exentas de pagarlas, aquellas personas que utilizan el agua para satisfacer sus necesidades

básicas, siempre y cuando no haya derivación de las aguas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022, p. 1)

El Decreto 155 de 2004, reglamentó el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, y posteriormente fue modificado por el Decreto 4742 de 2005.

La Ley 1450 de 2011, en el artículo 216, parágrafo 3, establece que la tasa por utilización de aguas se cobrará a todos los usuarios del recurso hídrico, excluyendo a los que utilizan el agua por ministerio de ley, pero incluyendo aquellos que no cuentan con la concesión de aguas, sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, y sin que implique bajo ninguna circunstancia su legalización.

El Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015, «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible», en el Título 9 de los Instrumentos Financieros, Económicos y Tributarios, en su Capítulo 6, compila todas las normas anteriores con respecto al cobro de las Tasas por Utilización del Agua.

### ***10.1.2 Requisitos de la Agencia Reguladora Nacional – ARN (INVIMA)***

El artículo 245 de la Ley 100 de 1993, creó el Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos- INVIMA, y señaló como objeto de éste la ejecución de las políticas en materia de vigilancia sanitaria y de control de calidad de medicamentos, productos biológicos, alimentos, bebidas, cosméticos, dispositivos y elementos médico-quirúrgicos, odontológicos, productos naturales homeopáticos y los generados por biotecnología, reactivos de diagnóstico, y otros que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva (Consejo de Estado, 2022, p.1).

Por lo anterior, es importante que en la etapa de factibilidad de este proyecto se valide si es necesario obtener un registro sanitario, debido a que: “Todos los alimentos y bebidas que sean vendidos directamente a los consumidores deberán contar con una autorización sanitaria por parte del INVIMA, la cual podrá ser tramitada dependiendo del riesgo del alimento o bebida en la salud pública” (AGT Abogados, 2022, p. 1); se tiene actualmente que “el registro sanitario (RSA) es necesario cuando se trate de alimentos/bebidas de alto riesgo; el permiso sanitario (PSA) es necesario cuando se trate de alimentos/bebidas con un riesgo medio y, la notificación sanitaria (NSA) cuando se trate de alimentos/bebidas con bajo riesgo” (AGT Abogados, 2022, p. 1), por lo que se hace necesario una evaluación legal individual, aunque el escenario más factible, teniendo en cuenta los competidores actuales, es que sí se requiera un registro sanitario.

### ***10.1.3 Construcción sismo resistente de la Infraestructura Física***

La planta de producción, potabilización y embotellado de agua deberá contar con una infraestructura física que cumpla con los requisitos legales de la normatividad colombiana, asociados a la construcción sismo resistente. Esto incluye elementos estructurales como paredes, columnas, vigas y cimientos que están diseñados y contruidos para resistir las fuerzas de los terremotos. Todos estos componentes deben ser probados y certificados por una empresa de ingeniería acreditada, para garantizar el cumplimiento de la normativa.

El edificio también debe diseñarse para minimizar el riesgo de daño causado por la actividad sísmica. Esto puede incluir el uso de sistemas de aislamiento sísmico y otras tecnologías de amortiguación de vibraciones en etapas más avanzadas del Proyecto, cuando su escalabilidad lo haga necesario. Además, el edificio debe estar diseñado para resistir daños potenciales por vientos fuertes, inundaciones y otros desastres naturales.

La planta también debe estar equipada con sistemas apropiados de seguridad contra incendios y evacuación de emergencia, así como sistemas para el tratamiento de residuos peligrosos. Además, la instalación debe contar con medidas de seguridad adecuadas para proteger al personal y al equipo, de acuerdo con toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo

La planta debe diseñarse de modo que pueda adaptarse a las necesidades y tecnologías cambiantes a lo largo del tiempo. Esto incluye el uso de diseños flexibles que se pueden modificar y actualizar fácilmente según sea necesario.

En general, la construcción y diseño de la planta de producción, potabilización y embotellado de agua debe cumplir con los requisitos legales de la normatividad colombiana, asociados a la construcción sismo resistente. Esto garantizará la seguridad del personal, el equipo y los productos desarrollados en la instalación.

El Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 viene principalmente de una adaptación de los requisitos de “2006 del NEHRP (FEMA (Federal Emergency Management Agency o Agencia Federal de Gestión de Emergencias, por sus siglas en inglés) 450–2006 (36), el cual corresponde en línea directa al documento base que se ha empleado para diseño sismo resistente en Colombia desde 1984 y de los requisitos del International Building Code (IBC-2009) (40)” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. 1), además de “una amplia bibliografía nacional sobre este sistema estructural y numerosos ensayos experimentales realizados en varias universidades del país” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. 1).

"Las normas sísmicas se expidieron por primera vez en 1984, en ese momento se estableció por medio del decreto 1400 del 07 de junio, que todos los proyectos en construcción cumplieran a

cabalidad con la normatividad técnica en ingeniería y arquitectura para mitigar los daños causados por sismos” (OIKOS, 2021, p. 1). La actual versión del Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 ha tenido modificaciones por medio de los siguientes decretos:

- Decreto 2525 del 13 de julio de 2010.
- Decreto 0092 del 17 de enero de 2011.
- Decreto 0340 del 13 de febrero de 2012.
- Decreto 0945 del 05 de junio de 2017.
- Decreto 2113 del 25 de noviembre de 2019.

## **10.2 Estudio legal para la exportación y comercialización en Estados Unidos de América**

Para exportar y vender agua potable embotellada en los Estados Unidos de América, las empresas deben cumplir con una variedad de leyes y reglamentos. Las principales leyes federales que rigen la producción, distribución y venta de agua potable embotellada son la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, la Ley de Agua Potable Segura y la Ley de la Comisión Federal de Comercio.

### ***10.2.1 Requisitos de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA)***

La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) ha establecido un marco legal para la venta de agua potable embotellada en los Estados Unidos de América.

Este marco legal se basa en la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, que se promulgó en 1938. La FDA garantiza que toda el agua potable embotellada que se vende en los EE.UU. cumpla con sus estándares de calidad y seguridad.

La FDA también requiere que las empresas de agua embotellada se adhieran a las Buenas Prácticas de Manufactura (GMPs por sus siglas en inglés “Good Manufacturing Practices”). Esto significa que el agua debe procesarse, envasarse y almacenarse de acuerdo con los estándares de la FDA. Además, la FDA exige que todas las empresas de agua embotellada se registren en la agencia y que envíen regularmente muestras de su agua a la FDA para su análisis. La FDA también requiere que el agua embotellada esté etiquetada de acuerdo con la Ley Federal de Etiquetado y Educación Nutricional, que incluye información sobre el origen, el contenido y la fecha de vencimiento del agua.

La FDA también requiere que las compañías de agua embotellada brinden a los consumidores información sobre la seguridad y calidad del agua. Esto incluye proporcionar a los consumidores información sobre la fuente del agua, cualquier contaminante que pueda estar presente y cualquier afirmación de salud que se pueda hacer sobre los beneficios del agua. Además, la FDA requiere que todas las empresas de agua embotellada proporcionen a los consumidores información de contacto, en caso de que tengan alguna pregunta o queja.

La FDA exige que todas las empresas de agua embotellada presenten informes anuales a la agencia, que incluyan información sobre la fuente, la calidad y la seguridad del agua. Estos informes también deben incluir información sobre cualquier cambio realizado en el procesamiento, envasado y etiquetado del agua. La FDA también requiere que todas las compañías de agua embotellada se adhieran al programa Federal de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés: Federal Hazard Analysis and Critical Control Points). Este programa requiere que las empresas de agua embotellada cuenten con sistemas para prevenir, detectar y corregir cualquier posible contaminación del agua.

Según la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, el agua potable embotellada debe cumplir con los estándares de calidad y seguridad de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA). Estos estándares incluyen, pero no se limitan a requisitos para el etiquetado adecuado, análisis del agua para detectar contaminantes y tratamiento del agua para controlar los microbios.

La Ley de Agua Potable Segura exige que los sistemas públicos de agua cumplan con ciertos estándares mínimos para agua potable segura. Esto incluye establecer límites para los contaminantes en el agua potable, así como monitorear e informar sobre la calidad del agua. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) hace cumplir requisitos bajo la Ley de Agua Limpia (CWA, por sus siglas en inglés) y la Ley de Agua Potable Segura (SDWA, por sus siglas en inglés).

Finalmente, la Ley de la Comisión Federal de Comercio prohíbe la publicidad engañosa y las prácticas comerciales engañosas. Esto significa que las empresas deben ser transparentes sobre el origen y la calidad de su agua potable embotellada y no deben hacer afirmaciones sin fundamento sobre su producto.

Además de las leyes federales, las empresas también deben cumplir con las leyes de los estados en los que operan. Estas leyes pueden incluir requisitos adicionales relacionados con la producción, distribución y venta de agua potable embotellada. Además, las empresas también deben consultar las normas locales, estatales y federales de las agencias, para asegurarse de que cumplen con todas las leyes y reglamentos aplicables, por lo que en futuros estudios que pasen del análisis de prefactibilidad a la factibilidad, sería importante profundizar en estas normas locales y estatales, dependiendo de los estados objetivos que se definan para la venta de este producto.

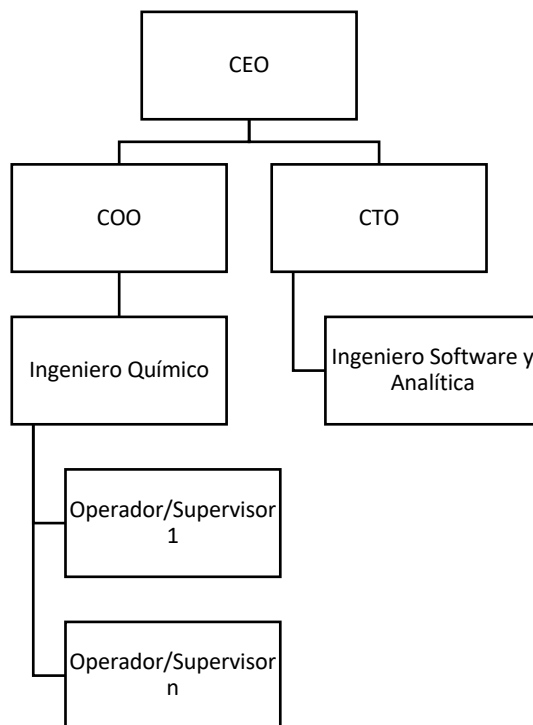
## **11 Estudio Organizacional**

El estudio de prefactibilidad para la Producción en Colombia y Comercialización en los Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, buscará en este capítulo incluir información importante en cuanto a la definición inicial de la estructura organizacional y requerimientos de recursos humanos. Se debe realizar una evaluación detallada de la estructura organizacional y las necesidades de recursos humanos, para garantizar que el estudio sea preciso y esté actualizado para incorporar sus resultados en el estudio financiero y de riesgos, y así poder obtener una evaluación de la viabilidad del proyecto a nivel de prefactibilidad.

### **11.1 Estructura Organizacional**

La estructura organizacional es el marco de la empresa, que determina las funciones y responsabilidades de cada división, departamento e individuo. Debe incluir una evaluación de la estructura organizacional inicial e identificar los posibles cambios que sean necesarios realizar para acomodar el proyecto propuesto en sus futuras etapas. La estructura organizacional también debe especificar el número de empleados y las funciones y responsabilidades de cada departamento.

La estructura organizacional inicial propuesta de acuerdo con lo visto en los diferentes estudios previos corresponde a la siguiente:

**Ilustración 14.** Estructura Organizacional Inicial Propuesta

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 11.2 Presidente de la Empresa (CEO)

Cargo: Gerente General o Presidente.

Resumen del cargo: El Gerente General o Presidente será responsable de supervisar las operaciones de una empresa que potabiliza y embotella agua en Colombia y la exporta a los mercados de los Estados Unidos de América. El CEO se enfocará en utilizar tecnología e inteligencia artificial para mejorar la eficiencia y competitividad de la empresa, a la vez que incorpora los mejores principios de administración, gestión humana, visión estratégica y gerenciamiento de proyectos, para liderar la evolución de la empresa en el tiempo, con el fin de garantizar su supervivencia y sostenibilidad.

Experiencia propuesta:

- Al menos 10 años de experiencia gerencial en la industria de bebidas con una experiencia específica con enfoque en agua potable embotellada de mínimo 5 años.
- Capacidad demostrada para liderar equipos y desarrollar e implementar estrategias comerciales eficientes.
- Historial probado de éxito en el desarrollo, la gestión y la ejecución de proyectos complejos.
- Experiencia en el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas para mejorar la eficiencia y la productividad.
- Experiencia en la gestión de operaciones internacionales.

Educación propuesta requerida:

- Ingeniería.
- Maestría en Administración de Empresas (MBA), Maestría en Gerencia de Proyectos o campo relacionado, o Maestría en Ingeniería.
- Conocimientos avanzados de tecnología e inteligencia artificial.
- No se requiere ningún título académico o profesional en caso de demostrar con evidencias objetivas pruebas de desempeño extraordinario o habilidades excepcionales ejecutadas en proyectos similares y con la aprobación de la prueba de conocimiento diseñada específicamente para ese cargo.

Salario anual propuesto: Negociable, acorde a la experiencia. El puesto está disponible para un contrato indefinido a tiempo completo con la empresa. Para efectos de los Estudios Financiero y de Riesgos, se asumirá un salario anual de \$120.000.000 COP.

### **11.3 Personal Directivo**

#### ***11.3.1 Chief Technology Officer (CTO) o Vicepresidente de Tecnología***

Responsable de liderar y gestionar las iniciativas de tecnología, ciberseguridad e inteligencia artificial de la empresa. También será el responsable de la automatización completa de todo el proceso productivo y deberá liderar las contingencias necesarias cuando se tenga en riesgo la operación.

Se requiere ser profesional en informática, ingeniería o un campo relacionado; preferiblemente con Maestría. No se requiere ningún título académico o profesional en caso de demostrar con evidencias objetivas pruebas de desempeño extraordinario o habilidades excepcionales ejecutadas en proyectos similares y con la aprobación de la prueba de conocimiento diseñada específicamente para ese cargo. El puesto está disponible para un contrato indefinido a tiempo completo con la empresa.

Salario anual propuesto: \$84.000.000 COP.

#### ***11.3.2 Chief Operating Officer (COO) o Vicepresidente de Negocios***

Responsable de liderar y gestionar la operación de la empresa

Se requiere ser profesional en ingeniería, preferiblemente civil o mecánica, preferiblemente con Maestría en Ingeniería, Administración o Proyectos. No se requiere ningún título académico o

profesional en caso de demostrar con evidencias objetivas pruebas de desempeño extraordinario o habilidades excepcionales ejecutadas en proyectos similares y con la aprobación de la prueba de conocimiento diseñada específicamente para ese cargo.

Es responsable de supervisar la exportación de agua potable de Colombia a los Estados Unidos. Idealmente debería tener al menos tres años de experiencia en comercio internacional, conocimientos en Negocios Internacionales y un conocimiento práctico de las regulaciones de exportación y aduanas de EE.UU. También debe tener una sólida comprensión de las estrategias para la entrada y expansión del mercado internacional.

Sería además responsable de desarrollar y ejecutar la estrategia de mercadeo para los productos de agua potable de la compañía. Por lo que también se hace valioso tener experiencia en marketing e investigación y conocimiento práctico de los mercados objetivo de la empresa. El puesto está disponible para un contrato indefinido a tiempo completo con la empresa.

Salario anual propuesto: \$84.000.000 COP.

## **11.4 Personal Profesional**

### ***11.4.1 Ingeniero Químico***

Será el responsable de velar por la calidad del agua potable que la empresa produce y exporta a los Estados Unidos de América. Esto incluye gestionar el proceso de tratamiento del agua, garantizar el cumplimiento de las normas locales e internacionales y proporcionar experiencia técnica en la producción de agua potable embotellada. Este puesto requiere que el ingeniero tenga un conocimiento profundo de los principios y prácticas de la ingeniería química, así como una sólida comprensión de los sistemas de tratamiento de agua. Será responsable del control de Calidad.

El ingeniero también debe conocer las leyes y reglamentos aplicables en relación con la producción y el tratamiento del agua potable. Se espera que el ingeniero diseñe, implemente y supervise el proceso de tratamiento de agua, analice muestras de agua y desarrolle nuevas tecnologías y procesos para el tratamiento de agua. El ingeniero también será responsable de brindar orientación técnica al equipo de producción y garantizar el cumplimiento de los estándares locales e internacionales. Se espera que tenga excelentes habilidades de comunicación y organización. También debe poder trabajar de forma independiente y ser capaz de pensar fuera de la caja para resolver problemas complejos.

Se necesita que tenga una experiencia de más de 5 años en tratamiento y producción de agua. Con pregrado en Ingeniería Química o carrera afín.

Salario anual propuesto: \$72.000.000 COP.

#### ***11.4.2 Ingeniero de Software y Analítica***

El ingeniero de Software y Analítica es responsable de diseñar, desarrollar e implementar sistemas de datos para la empresa. Además, será responsable de desarrollar, probar y mantener las aplicaciones de software de la empresa. Debe tener al menos cinco años de experiencia en desarrollo de software, un conocimiento práctico de los marcos de desarrollo de software, y un conocimiento práctico de las normas de privacidad y seguridad de datos relevantes. Al ser responsable de diseñar e implementar soluciones en la nube para la empresa, sería preferible que contara con experiencia con computación en la nube.

Debería tener un pregrado en Ciencias de la Computación, Ingeniería de Software o un campo relacionado. No se requiere ningún título académico o profesional en caso de demostrar con

evidencias objetivas pruebas de desempeño extraordinario o habilidades excepcionales ejecutadas en proyectos similares y con la aprobación de la prueba de conocimiento diseñada específicamente para ese cargo. Se espera que tenga excelentes habilidades de comunicación y organización. También debe poder trabajar de forma independiente y ser capaz de pensar fuera de la caja para resolver problemas complejos. El puesto está disponible para un contrato indefinido a tiempo completo con la empresa.

Salario anual propuesto: \$60.000.000 COP.

### **11.5 Operadores y Supervisores de Planta**

La instalación necesitará trabajadores para potabilizar el agua, así como para empacar, etiquetar y almacenar el producto, pese a que todas estas actividades estarán automatizadas, será importante contar con personal de planta que supervise su correcto funcionamiento y así generar redundancia en el sistema. Es por esto por lo que la instalación necesitará personal para supervisar los procesos de captación, potabilización, producción, embotellado y empaque final, con habilidades para intervenirlo en caso de ser necesario, asegurando el control de calidad para garantizar que el producto cumpla con los estándares de calidad.

Requisitos de experiencia: Bachiller o equivalente; 2-3 años de experiencia en operaciones de plantas de tratamiento de agua; en mantenimiento de plantas de tratamiento de agua; conocimiento de las normas de seguridad; familiaridad con la operación y el mantenimiento de equipos de tratamiento de agua, familiaridad con la instalación, reparación y solución de problemas de equipos de tratamiento de agua y equipos de laboratorio; experiencia en operaciones de laboratorio de plantas de tratamiento de agua, conocimientos básicos de automatización y computación.

Salario anual propuesto: \$24.000.000 COP.

### 11.6 Conclusiones del Estudio Organizacional

Con la estructura organizacional propuesta se espera tener costos anuales por recurso humano de \$ 546.000.000 COP, incluyendo el factor prestacional de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Resumen de Costos Laborales Anuales

<b>Cargo</b>	<b>Salario Anual</b>	<b>Salario con Factor Prestacional</b>
CEO	\$ 120.000.000	\$ 156.000.000
CTO	\$ 84.000.000	\$ 109.200.000
COO	\$ 84.000.000	\$ 109.200.000
Ingeniero de Software y Analítica	\$ 60.000.000	\$ 78.000.000
Ingeniero Químico	\$ 60.000.000	\$ 78.000.000
		\$ 546.000.000

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los costos del personal operativo, por su naturaleza, serán asociados a la producción como costos de mano de obra, asumiendo que cada operador/supervisor podrá producir 24.000 botellas diarias con la ayuda de la planta y un alto nivel de automatización.

## 12 Estudio Financiero

El estudio financiero del proyecto se realizará utilizando la metodología del libro *Evaluación Financiera de Proyectos* de Elkin A. Gómez Salazar y Jhon M. Diez Benjumea (2015).

El software utilizado para los cálculos es Python (Python Software Foundation., 2022) y sus librerías: Pandas (NumFOCUS, 2022), NumPy (NumFOCUS, 2022), NumPy Financial (numpy-financial developers, 2022).

Como se vio en el estudio sectorial y de mercado, la competencia en este mercado es alta, con muchas marcas establecidas ya presentes. Para tener éxito, la empresa propuesta necesitaría diferenciarse en términos de marca, precio, calidad y otros factores, por lo cual es importante la elaboración del estudio financiero que muestre las condiciones necesarias para que la empresa sea rentable.

### 12.1 Flujo de Caja del Proyecto

El análisis financiero del proyecto de producción de agua potable embotellada a nivel de prefactibilidad es un paso, con el fin de evaluar la viabilidad de un proyecto. Un horizonte de diez años es un período de tiempo apropiado para evaluar un proyecto de este tipo, ya que permite la evaluación del desempeño financiero, tanto a corto como a largo plazo. El análisis financiero ayudará a identificar el costo de producción, los ingresos potenciales, las ganancias esperadas, así como cualquier otro costo asociado, como publicidad y marketing. Esta información se puede usar para proyectar con precisión los rendimientos esperados del proyecto y ayudar a determinar si es un esfuerzo viable. Además, el análisis financiero puede ayudar a identificar posibles debilidades en el proyecto y brindar orientación sobre cómo abordarlas. Al hacer esto, el análisis financiero

puede ayudar a garantizar que el proyecto sea un éxito, tanto a corto como a largo plazo, dando luces sobre las principales variables que se pueden intervenir, para lograr una mayor rentabilidad o disminuir costos innecesarios.

### ***12.1.1 Producción de Agua Potable Embotellada***

De acuerdo con lo visto en el estudio de mercado y técnico, se puede asumir un caudal de diseño para la planta de potabilización de 5 L/s, lo cual permitiría producir 3.5 L/s de agua potable, asumiendo un índice de agua no contabilizada – IANC - del 30%, para tener en cuenta los volúmenes de agua que se pierden:

```
Datos de Entrada

# calcula caudal efectivo:
caudal_diseno = 5
IANC = 0.30
caudal_efectivo = caudal_diseno * (1 - IANC)
print("El caudal efectivo es de: ", caudal_efectivo, "L/s")
✓ 0.3s Python
El caudal efectivo es de: 3.5 L/s
```

Para calcular la producción anual, se parte de suponer una jornada laboral de 8 horas por 5 días a la semana, lo que da como resultado 260 días laborales en un año, lo que produciría un volumen anual de: 26,208,000 Litros, equivalente a 52,416,000 botellas anuales y 2,184,000 paquetes anuales de 24 botellas de 0,5 L.

```

# calcula produccion anual
# suponiendo una jornada laboral de 8 horas 5 días a la semana
# 260 días laborales en un año: una semana laboral de 5 días.
volumen_anual_producido = caudal_efectivo * 60 * 60 * 8 * 260
print("El volumen anual producido es igual a: ", format(volumen_anual_producido, ","), "Litros")
# un paquete tiene 24 botellas de 500 mL (0,5 L)
botellas_anuales = volumen_anual_producido / (0.5)
paquetes_anuales = botellas_anuales / 24
print("Se estima producir: ", format(botellas_anuales, ","), "Botellas Anuales")
print("Se estima producir: ", format(paquetes_anuales, ","), "Paquetes Anuales")

# Se chequea la razonabilidad de producción por minuto y diaria
botellas_minuto = caudal_efectivo * 60 / 0.5
botellas_diarias = botellas_minuto * 60 * 8
print("botellas_minuto: ", format(botellas_minuto, ".0f"))
print("botellas_diarias: ", format(botellas_diarias, ".0f"))

```

✓ 0.8s Python

```

El volumen anual producido es igual a: 26,208,000.0 Litros
Se estima producir: 52,416,000.0 Botellas Anuales
Se estima producir: 2,184,000.0 Paquetes Anuales
botellas_minuto: 420
botellas_diarias: 201,600

```

Según datos de la Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA) (International Bottled Water Association, IBWA, 2022), la tasa de producción promedio de las líneas de llenado de botellas de agua en los Estados Unidos es alrededor de 300 botellas por minuto. Esto equivale a alrededor de 18,000 botellas por hora, o alrededor de 144,000 botellas por día, por lo cual se estima una producción de 201,600 botellas al día, lo cual es razonable, es decir, un poco inferior al promedio estadounidense para la primera fase del proyecto, que es lo que se está evaluando en esta prefactibilidad.

### 12.1.2 Ventas Anuales

En conclusión, se producirán 2,184,000 Paquetes Anuales de 24 botellas de 0,5 L; de estas se esperan vender la mitad los primeros cinco años y el 80% los últimos cinco:

```
# producción
produccion = []
for year in df0:
    produccion_year = paquetes_anuales * 0.5 if 0 < year <=5 else paquetes_anuales * 0.8
    if year == 0:
        produccion_year = 0
    produccion.append(produccion_year)

df1 = pd.Series(produccion, name="Producción")
df1
```

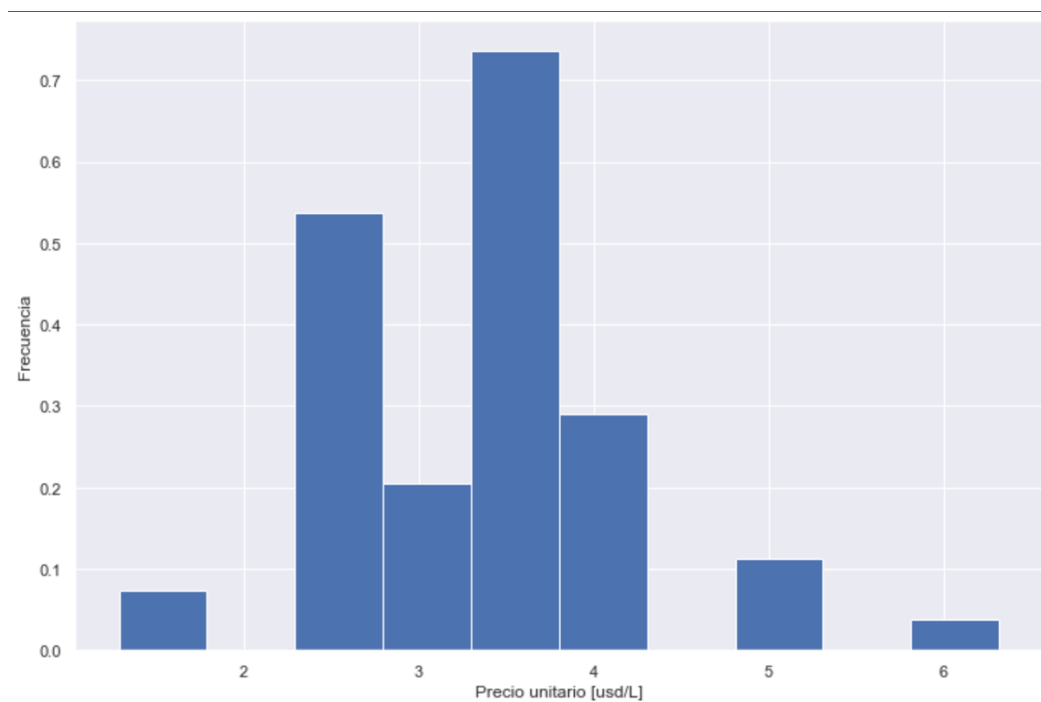
✓ 0.7s Python

0	0.0
1	1092000.0
2	1092000.0
3	1092000.0
4	1092000.0
5	1092000.0
6	1747200.0
7	1747200.0
8	1747200.0
9	1747200.0
10	1747200.0

Name: Producción, dtype: float64

### 12.1.3 Precio

De los datos obtenidos del estudio de mercado, se procede a crear la visualización de la función de distribución de probabilidad (PDF), para generar un histograma de los datos de precio unitario en dólares por Litro, que se venden actualmente en Amazon, con el eje “y” mostrando la densidad de probabilidad de los datos:

**Ilustración 15.** Distribución de Frecuencias encontradas de Precio Unitario [USD/L]

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según se puede observar, la mayor frecuencia de precio de venta está entre 3 y 4 dólares por Litro, por lo que se define para el estudio financiero utilizar el límite inferior, es decir, un precio de 3 dólares por litro, que convertidos a pesos colombianos en la fecha de elaboración de este estudio financiero (TRM de 4764.72 COP/usd), equivale a \$ 14 294.16 COP por litro, por lo que cada paquete se podría vender a \$ 171 530 COP:

```

# calcula precio paquete

# calcula precio unitario en pesos colombianos (COP/L)
precio_unitario = 3
TRM = 4764.72
precio_unitario_cop = precio_unitario * TRM
precio_unitario_cop
print("El precio unitario en pesos colombianos es: $", precio_unitario_cop, "COP")

# precio de paquete = precio unitario en pesos colombianos * 12 L que tiene un paquete
precio_paquete = round(precio_unitario_cop * 12, 0)
print("El precio de cada paquete es: $", format(precio_paquete, ",.0f"), "COP")

```

✓ 0.3s Python

El precio unitario en pesos colombianos es: \$ 14294.16 COP  
El precio de cada paquete es: \$ 171,530.0 COP

### 12.1.4 Ventas

Partiendo del principio de lo difícil que es introducir un nuevo producto en el mercado estadounidense, se procede a asumir que se venderá los tres primeros años con un descuento del 20%, es decir, al 80% del precio final que se comenzará a vender a partir del año 4:

```

# precio
precio = []
for year in df0:
    precio_year = precio_paquete * 0.8 if year <=3 else precio_paquete
    if year == 0:
        precio_year = 0
    precio.append(precio_year)

df2 = pd.Series(precio, name="Precio")
df2

```

✓ 0.4s Python

```

0      0.0
1    137224.0
2    137224.0
3    137224.0
4    171530.0
5    171530.0
6    171530.0
7    171530.0
8    171530.0
9    171530.0
10   171530.0
Name: Precio, dtype: float64

```

### 12.1.5 Ingresos Operativos

De esta forma, el ingreso operativo en cada periodo sería igual a la multiplicación del precio de venta por la cantidad vendida, de la siguiente forma:

```
# ingreso operativo
df3 = df1*df2
df3.name = "Ingreso Operativo"
df3
✓ 0.4s Python
```

0	0.000000e+00
1	1.498486e+11
2	1.498486e+11
3	1.498486e+11
4	1.873108e+11
5	1.873108e+11
6	2.996972e+11
7	2.996972e+11
8	2.996972e+11
9	2.996972e+11
10	2.996972e+11

Name: Ingreso Operativo, dtype: float64

### 12.1.6 Ingresos no operativos

Al cabo de 10 años se espera que la infraestructura con el lote tendrá un valor de mercado de \$ 3,884,865,200 y la maquinaria tendrá un valor de mercado de \$ 72,318,500 COP:

```

# ingresos no operativos
lote_infra_year10 = 3884865200
maquinaria_year10 = 72318500
ingreso_no_op_10 = lote_infra_year10 + maquinaria_year10
ingreso_no_op = []
for year in df0:
    ingreso_no_op_year = ingreso_no_op_10 if (year == len(df0) - 1) else 0
    ingreso_no_op.append(ingreso_no_op_year)
df4 = pd.Series(ingreso_no_op, name="Ingreso No Operativo")
df4

```

✓ 0.6s Python

0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	3957183700

Name: Ingreso No Operativo, dtype: int64

### 12.1.7 Total Ingresos

De esta forma, el total ingresos sería igual a la suma de ingresos operativos más ingresos no operativos, dando como resultado para cada periodo:

```

df5 = df3 + df4
df5.name = "Total Ingresos"
df5

```

✓ 0.8s Python

0	0.000000e+00
1	1.498486e+11
2	1.498486e+11
3	1.498486e+11
4	1.873108e+11
5	1.873108e+11
6	2.996972e+11
7	2.996972e+11
8	2.996972e+11
9	2.996972e+11
10	3.036544e+11

Name: Total Ingresos, dtype: float64

```

ingresos = pd.concat([df0, df1, df2, df3, df4, df5], axis=1)
ingresos

```

✓ 0.5s Python

	Año	Producción	Precio	Ingreso Operativo	Ingreso No Operativo	Total Ingresos
0	0	0.0	0.0	0.000000e+00	0	0.000000e+00
1	1	1092000.0	137224.0	1.498486e+11	0	1.498486e+11
2	2	1092000.0	137224.0	1.498486e+11	0	1.498486e+11
3	3	1092000.0	137224.0	1.498486e+11	0	1.498486e+11
4	4	1092000.0	171530.0	1.873108e+11	0	1.873108e+11
5	5	1092000.0	171530.0	1.873108e+11	0	1.873108e+11
6	6	1747200.0	171530.0	2.996972e+11	0	2.996972e+11
7	7	1747200.0	171530.0	2.996972e+11	0	2.996972e+11
8	8	1747200.0	171530.0	2.996972e+11	0	2.996972e+11
9	9	1747200.0	171530.0	2.996972e+11	0	2.996972e+11
10	10	1747200.0	171530.0	2.996972e+11	3957183700	3.036544e+11

## 12.1.8 Inversiones

### 12.1.8.1 Diseños de Detalle

Para la Optimización de la planta de tratamiento de agua potable de la Esmeralda, en la ciudad de Villavicencio, con el fin de aumentar la capacidad de tratamiento de 1600L/s a 2000L/s y mejorar la calidad del agua potable bajo la normatividad vigente (Cortes, 2021, p. 124), los autores calcularon unos costos de diseños hidráulicos, estructurales y arquitectónicos con un valor de \$ 39,264,520, \$ 32,867,420 y \$ 11,845,500 respectivamente, para un total de \$ 83,977,440 (Precios de 2019), que traídos a Valor Presente utilizando la metodología y Calculadora de inflación del Ministerio de Trabajo, se podría aproximar a \$ 93,333,816 (2022) (Ministerio de Trabajo, 2022), es decir, aproximadamente \$ 233,334 por cada L/s.

Por lo anterior, se podría estimar a nivel de prefactibilidad, un aproximado de \$ 1,166,670 COP para los diseños iniciales para el caudal de diseño definido.

#### *12.1.8.2 Lote*

Por su parte para el lote, y debido a que el alcance de esta prefactibilidad sólo tenía la formulación de la metodología de selección multicriterio para la elección del sitio óptimo para ubicar la planta, se asumirá un valor del lote de 2.000.000.000 COP, valor que deberá ser reevaluado en los estudios de factibilidad posteriores. El principal supuesto considerado es la adquisición de un lote lo suficientemente grande, no sólo para la etapa inicial de proyecto, sino para las posibles expansiones que se definan en los posteriores estudios de factibilidad.

#### *12.1.8.3 Infraestructura*

En el estudio para la construcción de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto de playa, espalda sector bajo del Municipio de Caldas – Boyacá, para un caudal de diseño = 1.76 L/s (Caudal en planta de tratamiento ( $Q$ ) = 0.00176 m<sup>3</sup>/s), (Páez, 2019), se reporta un presupuesto de \$212.363.249,93 COP (Precios de 2019), que traídos a Valor Presente utilizando la metodología y Calculadora de inflación del Ministerio de Trabajo, se podría aproximar a \$ 240.821.561,08 (2022) (Ministerio de Trabajo, 2022), es decir, aproximadamente \$ 136,830,432 por cada .L/s

Por lo anterior, se podría estimar a nivel de prefactibilidad, un aproximado de 684,152,160 COP para la inversión necesaria para construir la infraestructura requerida.

#### *12.1.8.4 Maquinaria y Equipos*

En su trabajo de investigación “Proyecto de Inversión: Creación de Empresa dedicada a la Comercialización de Agua Embotellada en la ciudad de Tacna”, Redondo (2019) relaciona el costo en soles peruanos de la maquinaria y equipos necesarios para producir 5,062,500 de paquetes, por lo que haciéndolo proporcional al linealmente en relación con la producción estimada del proyecto,

se podría tener unos valores de inversión de maquinaria y equipos estimados a nivel de prefactibilidad de \$ 136,476,671 COP.

```
# inversiones iniciales

lote = 2_000_000_000
diseños = 233334 * caudal_diseno
infraestructura = 136830432 * caudal_diseno
maquinaria_equipos = (52410782 + 84065889) * relacion_planta_peru

print("Diseños de Detalle: $", format(diseños, ","))
print("Lote: $", format(lote, ","))
print("Infraestructura: $", format(infraestructura, ","))
print("Maquinaria y Equipos: $", format(maquinaria_equipos, ","))
```

✓ 0.3s Python

Diseños de Detalle: \$ 1,166,670  
Lote: \$ 2,000,000,000  
Infraestructura: \$ 684,152,160  
Maquinaria y Equipos: \$ 136,476,671.0

```
# Inversiones

inversion_inicial = lote + diseños + infraestructura + maquinaria_equipos
inversion_inicial

inversiones = pd.Series([inversion_inicial, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], name="Inversiones")
df11 = inversiones
df11
```

✓ 0.5s Python

0	2.821796e+09
1	0.000000e+00
2	0.000000e+00
3	0.000000e+00
4	0.000000e+00
5	0.000000e+00
6	0.000000e+00
7	0.000000e+00
8	0.000000e+00
9	0.000000e+00
10	0.000000e+00

Name: Inversiones, dtype: float64

### 12.1.9 Costos Fijos

El principal rubro de los costos fijos está asociado a los costos de salarios y prestaciones del personal administrativo, que se relacionó en el estudio organizacional y que es equivalente a \$ 546.000.000 COP anuales:

```
# costos fijos
salarios = 546000000
costos_fijos = []
for year in df0:
    costo_fijo_year = salarios if year <=2 else salarios
    if year == 0:
        costo_fijo_year = 0
    costos_fijos.append(costo_fijo_year)

df6 = pd.Series(costos_fijos, name="Costos Fijos")
df6
```

✓ 0.5s Python

0	0
1	546000000
2	546000000
3	546000000
4	546000000
5	546000000
6	546000000
7	546000000
8	546000000
9	546000000
10	546000000

Name: Costos Fijos, dtype: int64

### 12.1.10 Costos Variables

Los costos operacionales o variables asociados con la producción de agua potable embotellada pueden variar ampliamente, según una serie de factores, como el tamaño de la planta, el tipo de equipo que se utiliza, la eficiencia del proceso de producción y el costo de las materias primas y el trabajo asociado.

Los principales costos operacionales asociados con la producción de agua potable embotellada incluyen:

Materias primas: El costo de las materias primas utilizadas para producir agua potable embotellada, como botellas de vidrio, tapas y etiquetas. Se obtiene un aproximado del costo al por mayor en la página de UNICOR S.A. (2022) de \$ 15.137, IVA incluido de una caja por 12 unidades, es decir, aproximadamente a \$ 1261 COP la unidad, más \$ 77 COP que cuesta la botella, daría un total de \$1 338 de materia prima por botella y de \$ 32 112 COP por paquete producido de 24 botellas de 0.5 L.

Energía y servicios públicos: El costo de la energía utilizada para alimentar los equipos e instalaciones de producción puede ser una parte importante de los costos operacionales, y aunque es difícil calcular a nivel de prefactibilidad un valor apropiado, se hace necesario incluirlos en el estudio financiero, por lo que se asume un costo de \$ 72 COP por paquete producido de 24 botellas de 0.5 L.

Mano de obra: El costo de la mano de obra, incluidos los salarios, prestaciones y los beneficios, es una parte importante de los costos operativos; de acuerdo con el estudio organizacional desarrollado en este estudio de prefactibilidad, se tendrá en este rubro los costos asociados al personal operativo, que serán iguales \$ 0.12 COP por cada paquete producido de 24 botellas de 0.5 L, asumiendo que cada operador/supervisor podrá producir 24,000 botellas diarias con la ayuda de la planta con un alto nivel de automatización.

Mantenimiento: El costo de mantenimiento de los equipos e instalaciones de producción puede ser una parte importante de los costos operativos. Como es difícil calcular a nivel de prefactibilidad un valor apropiado, se hace necesario incluirlos en el estudio financiero, y se asume un costo de mantenimiento de \$ 10 COP por paquete producido de 24 botellas de 0.5 L.

Empaque y envío: El costo de empaquetar y enviar el producto terminado es difícil de calcular a nivel de prefactibilidad, pero se hace necesario incluirlo en el estudio financiero, se asume entonces un costo de mantenimiento de \$ 7800 COP por paquete producido de 24 botellas de 0.5 L.

Los costos ambientales, que incluyen la Tasa de uso de Agua y los otros costos ambientales que se describieron en el Estudio Ambiental, son difíciles de calcular con un valor apropiado a nivel de prefactibilidad, pero se hace necesario incluirlos en el estudio financiero, se asume un costo ambiental de \$ 500 COP por paquete producido de 24 botellas de 0.5 L.

```
# costos operacionales o variables
costo_botella_vidrio = 15137/12
costo_botella_vidrio_tapa = round(costo_botella_vidrio + 77, 0)
costo_materia_prima = costo_botella_vidrio_tapa * 24

costo_servicios = 72
costo_mano_obra = round((2000000/30/24000/24), 2)
costo_mantenimiento = 10
costo_empaque_envio = 7800
costos_ambientales = 500

costos_variables = costo_materia_prima + costo_servicios + costo_mano_obra + costo_mantenimiento + costo_empaque_envio + costos_ambientales
```

```
# costos variables
costos_variables_total = costos_variables * df1
df7 = costos_variables_total
df7.name = "Costos Variables"
df7
```

✓ 0.7s Python

0	0.000000e+00
1	4.421958e+10
2	4.421958e+10
3	4.421958e+10
4	4.421958e+10
5	4.421958e+10
6	7.075133e+10
7	7.075133e+10
8	7.075133e+10
9	7.075133e+10
10	7.075133e+10

Name: Costos Variables, dtype: float64

### 12.1.11 Depreciación de Activos

Asumiendo una depreciación de activos del 20% anual para la infraestructura física y del 10% anual para la maquinaria, se tiene que el total de depreciaciones sería:

```
# depreciación de activos
deprec_obras_fisicas = 0.20 # anual
deprec_maquinaria = 0.10 # anual

deprec_maq_1 = maquinaria_equipos * deprec_maquinaria
depreciacion_maquinaria_1 = pd.Series([0,deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1, deprec_maq_1])
depreciacion_maquinaria_1.name = "Depreciación Maquinaria & Equipos"
depreciacion_maquinaria_1

deprec_ob_1 = infraestructura * deprec_obras_fisicas
depreciacion_obras_1 = pd.Series([0, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1, deprec_ob_1])
depreciacion_obras_1.name = "Depreciación Infraestructura"
depreciacion_obras_1

total_depreciaciones = depreciacion_maquinaria_1 + depreciacion_obras_1
df9 = total_depreciaciones
df9.name = "Total Depreciaciones"
df9
```

✓ 0.4s Python

0	0.0
1	150478099.1
2	150478099.1
3	150478099.1
4	150478099.1
5	150478099.1
6	150478099.1
7	150478099.1
8	150478099.1
9	150478099.1
10	150478099.1

Name: Total Depreciaciones, dtype: float64

### 12.1.12 Valor en libros

Con lo anterior, podemos calcular el valor en libros para el año 10:

```

# calcular el valor en libros
valor_maquinaria_1 = maquinaria_equipos - sum(depreciacion_maquinaria_1)
valor_obras_fisicas_1 = infraestructura - sum(depreciacion_obras_1)

lote

valor_en_libros = valor_maquinaria_1 + valor_obras_fisicas_1 + lote
valor_en_libros

valor_en_libros_total = pd.Series([0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, valor_en_libros], name="Valor en Libros")
df10 = valor_en_libros_total
df10

```

✓ 0.3s Python

0	0.000000e+00
1	0.000000e+00
2	0.000000e+00
3	0.000000e+00
4	0.000000e+00
5	0.000000e+00
6	0.000000e+00
7	0.000000e+00
8	0.000000e+00
9	0.000000e+00
10	1.315848e+09

Name: Valor en Libros, dtype: float64

### 12.1.13 Utilidad antes de Impuestos e Intereses (UAI)

Con toda la información que se tiene en el momento, se procede a calcular la Utilidad antes de Impuestos de Intereses (UAI) como el total de ingresos, menos el total de egresos, las depreciaciones y el valor en libros total, obteniendo los siguientes resultados:

```

# Utilidad Antes de Impuestos e Intereses
# UAII
df5 # total ingresos
total_ingresos = df5
total_egresos # total egresos
total_depreciaciones

UAII = total_ingresos - total_egresos - total_depreciaciones - valor_en_libros_total
df12 = UAII
df12.name = "UAII"
df12

```

✓ 0.4s Python

0	0.000000e+00
1	1.049326e+11
2	1.049326e+11
3	1.049326e+11
4	1.423947e+11
5	1.423947e+11
6	2.282494e+11
7	2.282494e+11
8	2.282494e+11
9	2.282494e+11
10	2.308907e+11

Name: UAII, dtype: float64

### 12.1.14 Utilidad antes de Impuestos (UAI)

Como se está analizando el flujo de caja del Proyecto, se asumen intereses 0, por lo que el UAII sería igual al UAI:

```

# UAI
intereses = pd.Series([0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], name="Intereses")
UAI = UAI - intereses
UAI.name = "UAI"
df13 = UAI
df13

```

✓ 0.7s Python

0	0.000000e+00
1	1.049326e+11
2	1.049326e+11
3	1.049326e+11
4	1.423947e+11
5	1.423947e+11
6	2.282494e+11
7	2.282494e+11
8	2.282494e+11
9	2.282494e+11
10	2.308907e+11

Name: UAI, dtype: float64

### 12.1.15 Impuestos y Utilidad Neta

Partiendo de una tasa de tributación del 33% (Banco de la República de Colombia, 2022), se tiene que los impuestos estimados que estaría pagando la empresa en cada periodo, serían:

```

# Asumiendo una tasa de impuesto a las utilidades es del 33%
impuesto_utilidades = 0.33
impuestos = impuesto_utilidades * UAI

impuestos[impuestos<0] = 0
df14 = impuestos
df14

```

✓ 0.1s Python

0	0.000000e+00
1	3.462774e+10
2	3.462774e+10
3	3.462774e+10
4	4.699025e+10
5	4.699025e+10
6	7.532231e+10
7	7.532231e+10
8	7.532231e+10
9	7.532231e+10
10	7.619395e+10

Name: UAI, dtype: float64

Lo que al restárselo a la Utilidad antes de Impuestos, daría como resultado la siguiente utilidad neta para cada periodo:

```

utilidad_neta = UAI - impuestos
df15 = utilidad_neta
df15.name = "Utilidad Neta"
df15

```

✓ 0.3s Python

0	0.000000e+00
1	7.030481e+10
2	7.030481e+10
3	7.030481e+10
4	9.540445e+10
5	9.540445e+10
6	1.529271e+11
7	1.529271e+11
8	1.529271e+11
9	1.529271e+11
10	1.546968e+11

Name: Utilidad Neta, dtype: float64

### 12.1.16 Flujo de Caja Neto

Esto daría como resultado el siguiente flujo de caja neto del Proyecto:

```

# Flujo de Caja Neto

flujo_caja_neto = utilidad_neta + total_depreciaciones + valor_en_libros_total - inversiones # + prestamo - abono_capita
df16 = flujo_caja_neto
df16.name = "Flujo de Caja Neto"
df16

```

✓ 0.7s Python

0	-2.821796e+09
1	7.045529e+10
2	7.045529e+10
3	7.045529e+10
4	9.555493e+10
5	9.555493e+10
6	1.530776e+11
7	1.530776e+11
8	1.530776e+11
9	1.530776e+11
10	1.561631e+11

Name: Flujo de Caja Neto, dtype: float64

```

flujo_caja = pd.concat([df0, df1, df2, df3, df4, df5, df6, df7, df8, df9, df10, df11, df12, df13, df14, df15, df16], axis=1)
flujo_caja.T

```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Año	0.000000e+00	1.000000e+00	2.000000e+00	3.000000e+00	4.000000e+00	5.000000e+00	6.000000e+00	7.000000e+00	8.000000e+00	9.000000e+00	1.000000e+01
Producción	0.000000e+00	1.092000e+06	1.092000e+06	1.092000e+06	1.092000e+06	1.092000e+06	1.747200e+06	1.747200e+06	1.747200e+06	1.747200e+06	1.747200e+06
Precio	0.000000e+00	1.372240e+05	1.372240e+05	1.372240e+05	1.715300e+05	1.715300e+05	1.715300e+05	1.715300e+05	1.715300e+05	1.715300e+05	1.715300e+05
Ingreso Operativo	0.000000e+00	1.498486e+11	1.498486e+11	1.498486e+11	1.873108e+11	1.873108e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	2.996972e+11
Ingreso No Operativo	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	3.957184e+09
Total Ingresos	0.000000e+00	1.498486e+11	1.498486e+11	1.498486e+11	1.873108e+11	1.873108e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	2.996972e+11	3.036544e+11
Costos Fijos	0.000000e+00	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08	5.460000e+08
Costos Variables	0.000000e+00	4.421958e+10	4.421958e+10	4.421958e+10	4.421958e+10	4.421958e+10	7.075133e+10	7.075133e+10	7.075133e+10	7.075133e+10	7.075133e+10
Total Egresos	0.000000e+00	4.476558e+10	4.476558e+10	4.476558e+10	4.476558e+10	4.476558e+10	7.129733e+10	7.129733e+10	7.129733e+10	7.129733e+10	7.129733e+10
Total Depreciaciones	0.000000e+00	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08	1.504781e+08
Valor en Libros	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	1.315848e+09
Inversiones	2.821796e+09	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
UaI	0.000000e+00	1.049326e+11	1.049326e+11	1.049326e+11	1.423947e+11	1.423947e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.308907e+11
UAI	0.000000e+00	1.049326e+11	1.049326e+11	1.049326e+11	1.423947e+11	1.423947e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.282494e+11	2.308907e+11
UAI	0.000000e+00	3.462774e+10	3.462774e+10	3.462774e+10	4.699025e+10	4.699025e+10	7.532231e+10	7.532231e+10	7.532231e+10	7.532231e+10	7.619395e+10
Utilidad Neta	0.000000e+00	7.030481e+10	7.030481e+10	7.030481e+10	9.540445e+10	9.540445e+10	1.529271e+11	1.529271e+11	1.529271e+11	1.529271e+11	1.546968e+11
Flujo de Caja Neto	-2.821796e+09	7.045529e+10	7.045529e+10	7.045529e+10	9.555493e+10	9.555493e+10	1.530776e+11	1.530776e+11	1.530776e+11	1.530776e+11	1.561631e+11

### 12.1.17 Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno de la inversión en el Proyecto que suele definirse como aquella tasa de interés que hace que el valor presente neto o VPN sea igual a cero, es igual a 2497%, según se observa a continuación:

```

# Tasa Interna de Retorno
TIR = npf.irr(flujo_caja_neto)
TIR

```

✓ 0.3s Python

24.96875668186354

Este indica que el proyecto bajo el escenario asumido es rentable, pero se retará en el siguiente estudio de riesgos.

### 12.1.18 Valor Presente Neto (VPN)

“El método del Valor Presente Neto incorpora el valor del dinero en el tiempo en la determinación de los flujos de efectivo netos del negocio o proyecto, con el fin de poder hacer comparaciones correctas entre flujos de efectivo en diferentes periodos a lo largo del tiempo” (Nafin, 2022, p. 1), generalmente el criterio consiste en que si el Valor Presente de las entradas del flujo de dinero es

mayor que el valor presente de las salidas o egresos de dinero del proyecto, dicho proyecto es rentable.

Para la evaluación de prefactibilidad del proyecto de comercialización de agua potable, y partiendo de asumir una Tasa de Interés de Oportunidad o TIO del 15%: se tiene el siguiente VPN de \$ 516,068,885,174 COP.

```
nter) # VPN
      TIO = 0.15
      VPN = npf.npv(TIO, flujo_caja_netto)
      print("El VPN es igual a : $", format(VPN, ".0f"), "COP")
✓ 0.3s Python
El VPN es igual a : $ 516,068,885,174 COP
```

Este indica que el proyecto es rentable bajo el escenario asumido, pero esto se retará en el siguiente estudio de riesgos.

### 13 Estudio de Riesgos

El estudio de riesgos del proyecto se realizará utilizando la metodología del libro *Identificación y Cuantificación de Riesgos en Proyectos* de Elkin A. Gómez Salazar y Jhon M. Diez Benjumea (2020).

El software utilizado para los cálculos es Python (Python Software Foundation., 2022) y sus librerías: Pandas (NumFOCUS, 2022), NumPy (NumFOCUS, 2022), NumPy Financial (numpy-financial developers, 2022), Matplotlib (The Matplotlib development team, 2022) y SciPy (SciPy, 2022).

El análisis financiero a nivel de prefactibilidad del proyecto de producción de agua potable embotellada es fundamental para asegurar que el proyecto sea viable. No obstante, un análisis financiero integral debe incluir un análisis de riesgos, apoyado con simulaciones de Monte Carlo, para identificar los riesgos potenciales, incluirlos en el flujo de caja y, de esta forma, poder estimar con mayor precisión el rendimiento esperado de la inversión. Dicho análisis abarcará también un horizonte de diez años, para proporcionar una indicación de la rentabilidad a largo plazo del proyecto. Además, el análisis de riesgos debe tener en cuenta los cambios potenciales en la demanda de agua embotellada durante el período de diez años y los cambios potenciales en los costos de producción. Con un análisis financiero preciso, el proyecto puede evaluarse adecuadamente, lo que permite que el inversionista o la empresa tomen una decisión informada sobre la viabilidad del proyecto.

## 13.1 Flujo de Caja del Proyecto

### *13.1.1 Riesgo de Producción de Agua Potable Embotellada*

Como se vio en el estudio Financiero, y de acuerdo con lo visto en el estudio de Mercado y Técnico, se puede asumir un caudal de diseño para la planta de potabilización de 5 L/s, lo cual permitiría producir 3.5 L/s de agua potable, asumiendo un índice de agua no contabilizada – IANC - del 30%, para tener en cuenta los volúmenes de agua que se pierden.

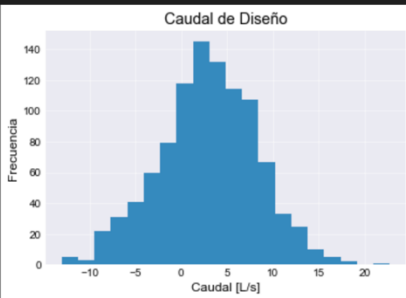
No obstante, se incorporará en el flujo de caja el riesgo, que por razones técnicas se deba definir un caudal de diseño de agua potable diferente, los cuales se simularán basados en el principio que generen valores de caudales efectivos con la media de 3 L/s y la desviación estándar es 5,5.

Se ingresa en el programa la función `random.normal()` de la librería NumPy, para generar los valores aleatorios y la función `hist()` de matplotlib, para trazar la distribución de los valores en un histograma. La función `random.normal()` toma tres argumentos: la media de la distribución, la desviación estándar de la distribución y la cantidad de valores a generar. En este caso, la media es 3 L/s y la desviación estándar es 5,5, por lo que los valores generados tendrán un valor esperado de 3 L/s y se distribuirán alrededor de 3 L/s, con una desviación estándar de 5,5. La función `hist()` toma los valores como argumento y traza la distribución en un histograma.

## Datos de Entrada

```
# Producción Normal de Agua Potable Embotellada

caudal_diseno = np.random.normal(3, 5.5, 1000)
plt.hist(caudal_diseno, bins=20)
plt.tick_params(axis="both", colors="Black")
plt.xlabel("Caudal [L/s]", fontdict={"color": "Black"})
plt.ylabel("Frecuencia", fontdict={"color": "Black"})
plt.title("Caudal de Diseño", fontdict={"color": "Black"})
plt.savefig("images/produccion.png", dpi=300)
plt.show()
```



Como la producción no puede ser negativa, se utiliza una máscara en Python, de manera que sólo se tomen los valores positivos ( $\text{caudal\_diseno\_vector} > 0$ ) y se crea la variable N para el número de simulaciones. Todas las funciones que comienzan con plt se utilizan para la presentación del gráfico utilizando la librería matplotlib:

```
# Producción Normal de Agua Potable Embotellada

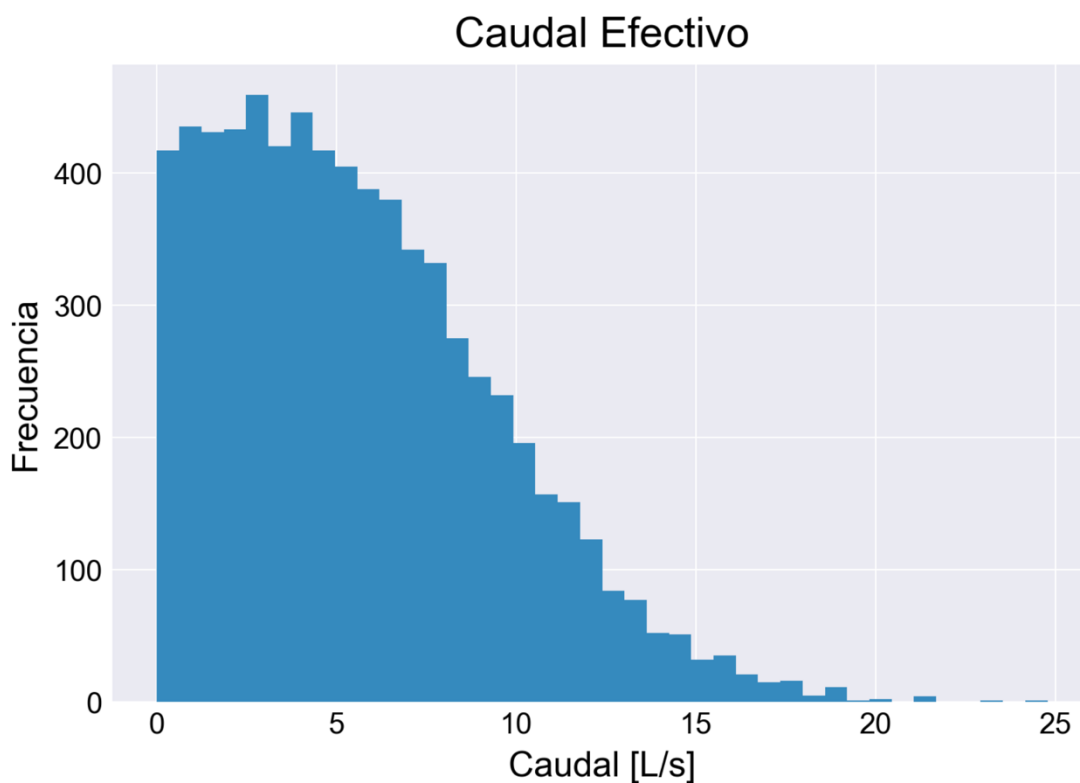
# Numero de Simulaciones
N = 10_000

caudal_diseno_vector = np.random.normal(3, 5.5, N)

# Mantener solo los valores positivos
mask = caudal_diseno_vector > 0
caudal_diseno_vector = caudal_diseno_vector[mask]

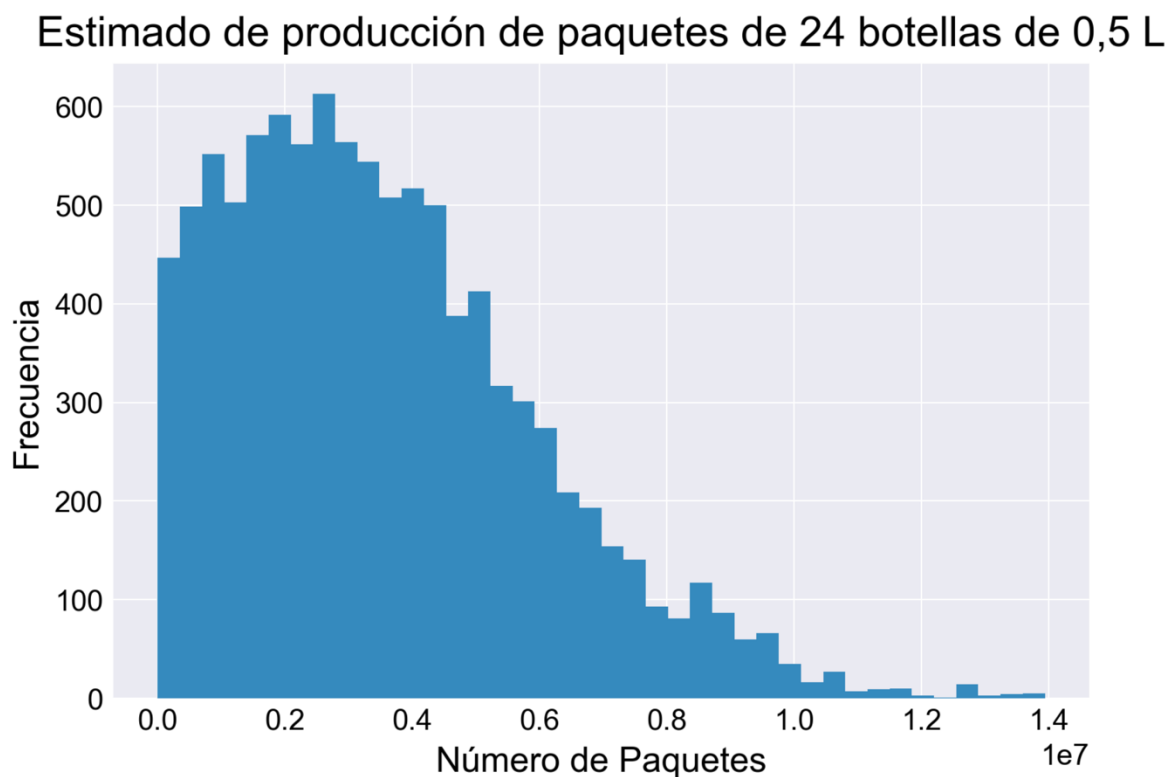
plt.hist(caudal_diseno_vector, bins=40)
plt.tick_params(axis="both", colors="Black")
plt.xlabel("Caudal [L/s]", fontdict={"color": "Black"})
plt.ylabel("Frecuencia", fontdict={"color": "Black"})
plt.title("Caudal Efectivo", fontdict={"color": "Black"})
plt.savefig("images/produccion.png", dpi=300)
plt.show()

caudal_diseno = caudal_diseno_vector[1]
caudal_efectivo = caudal_diseno_vector[0]
```

**Ilustración 16. Caudal Efectivo**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para calcular la producción anual se parte de suponer una jornada laboral de 8 horas por 5 días a la semana, lo que da como resultado 260 días laborales en un año, lo que produciría los siguientes paquetes anuales de 24 botellas de 0,5 L.

**Ilustración 17.** Estimado de producción de paquetes de 24 botellas de 0,5 L

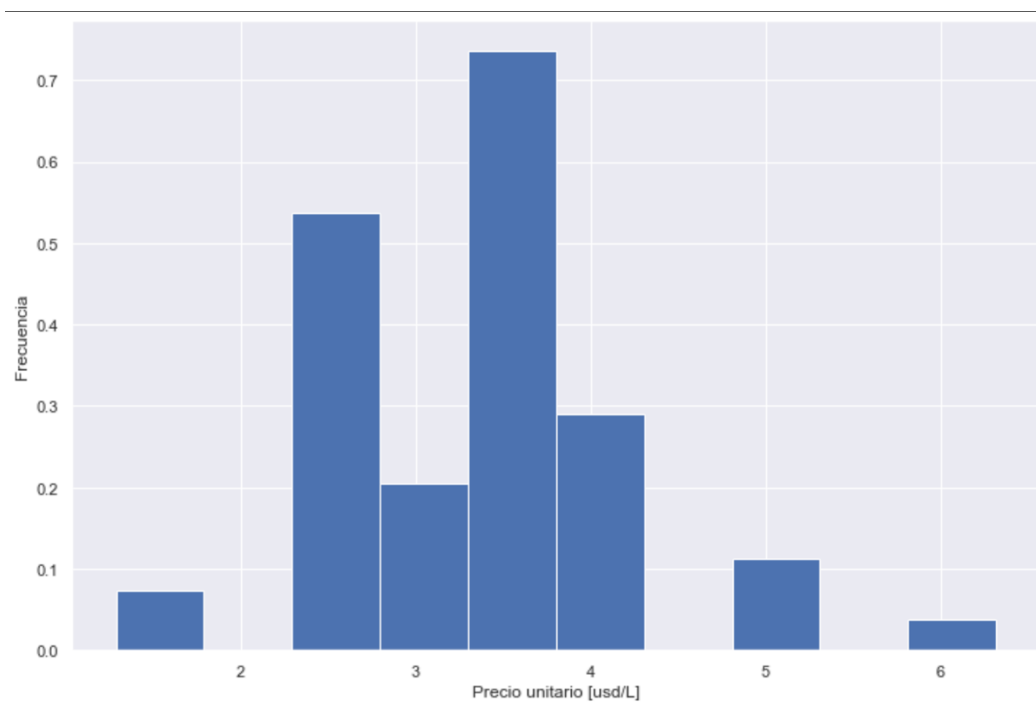
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### ***13.1.2 Riesgo de Ventas Anuales***

### ***13.1.3 Riesgo de Precio***

En el estudio Financiero se mencionó que, de los datos obtenidos del estudio de Mercado, se procede a crear la visualización de la función de distribución de probabilidad (PDF), para generar un histograma de los datos de precio unitario en dólares por Litro, que se venden actualmente en Amazon, con el eje “y” mostrando la densidad de probabilidad de los datos:

**Ilustración 18.** Distribución de Frecuencias encontradas de Precio Unitario [USD/L]



Fuente: Elaboración propia, 2022

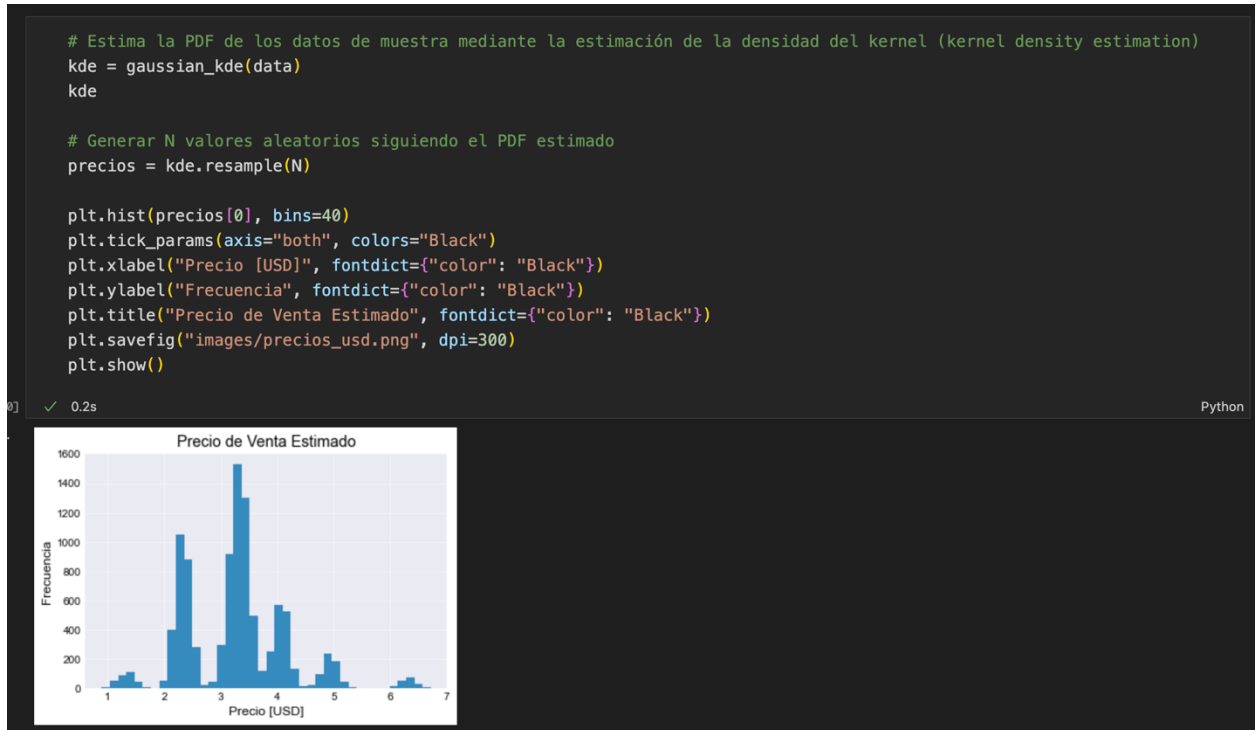
Según se puede observar, la mayor frecuencia de precio de venta está entre 3 y 4 dólares por Litro, por lo que se definió para el estudio financiero utilizar el límite inferior, es decir, un precio de 3 dólares por litro.

No obstante, para el análisis de riesgos se utiliza la estimación de densidad kernel, con el fin de estimar la función de densidad de probabilidad (PDF), a partir de la muestra de datos obtenida en el estudio de mercado de precio de venta de agua embotellada en dólares por cada litro, y generar números aleatorios que siguen esa distribución.

La estimación de la densidad del kernel es un método no paramétrico para estimar la PDF de una variable aleatoria. Funciona colocando una función kernel, como una función gaussiana, en cada punto de datos y sumando los kernels para crear una estimación del PDF.

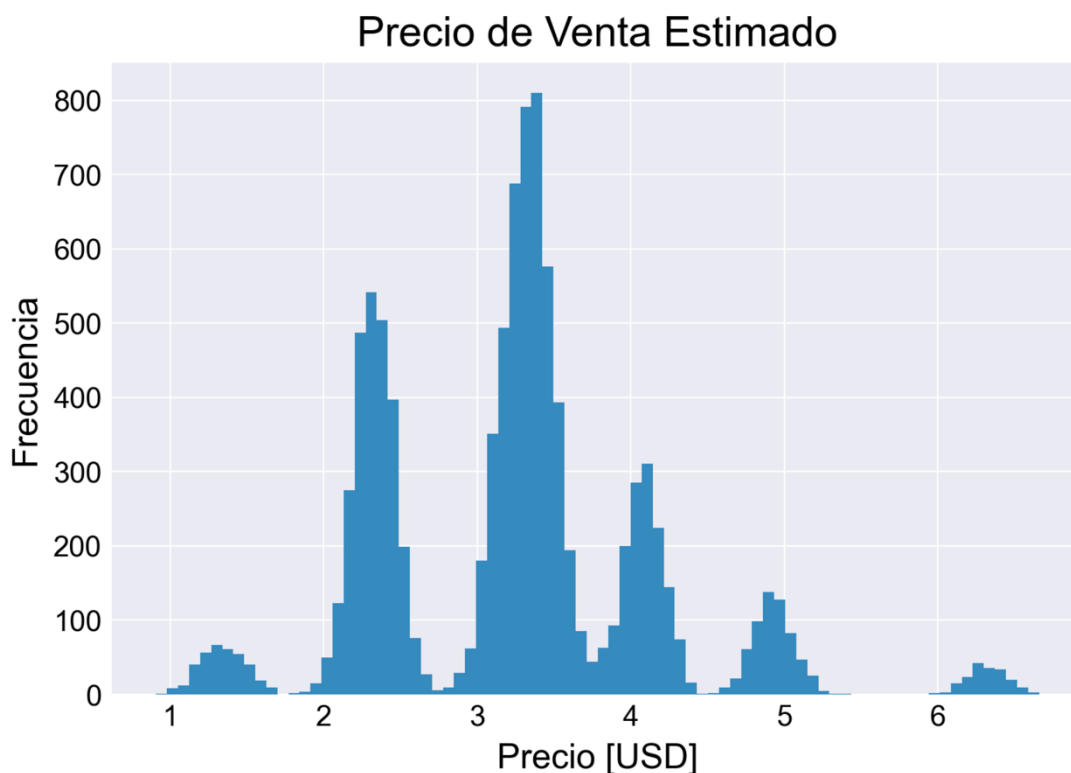
La clase `scipy.stats.gaussian_kde` de la librería `scipy` implementa la estimación de la densidad del kernel en Python. Toma una muestra de datos como entrada, en este caso los 12,385 datos de precio obtenidos en el estudio de mercado, y estima el PDF en función de los datos.

En el código, se utiliza la clase `gaussian_kde` para estimar el PDF de los datos de muestra:



Esto crea una instancia de la clase `gaussian_kde`, que representa el PDF estimado de los datos de muestra.

Para generar números aleatorios que sigan el PDF estimado, se usa el método `resample()` de la instancia `gaussian_kde`; esto generará `N` valores aleatorios siguiendo el PDF que se estimó, utilizando la estimación de densidad del núcleo (kernel). Visualmente se puede observar la similitud entre los datos obtenidos con los datos estimado utilizado esta PDF:

**Ilustración 19.** Precio de Venta Estimado

Fuente: Elaboración propia, 202.

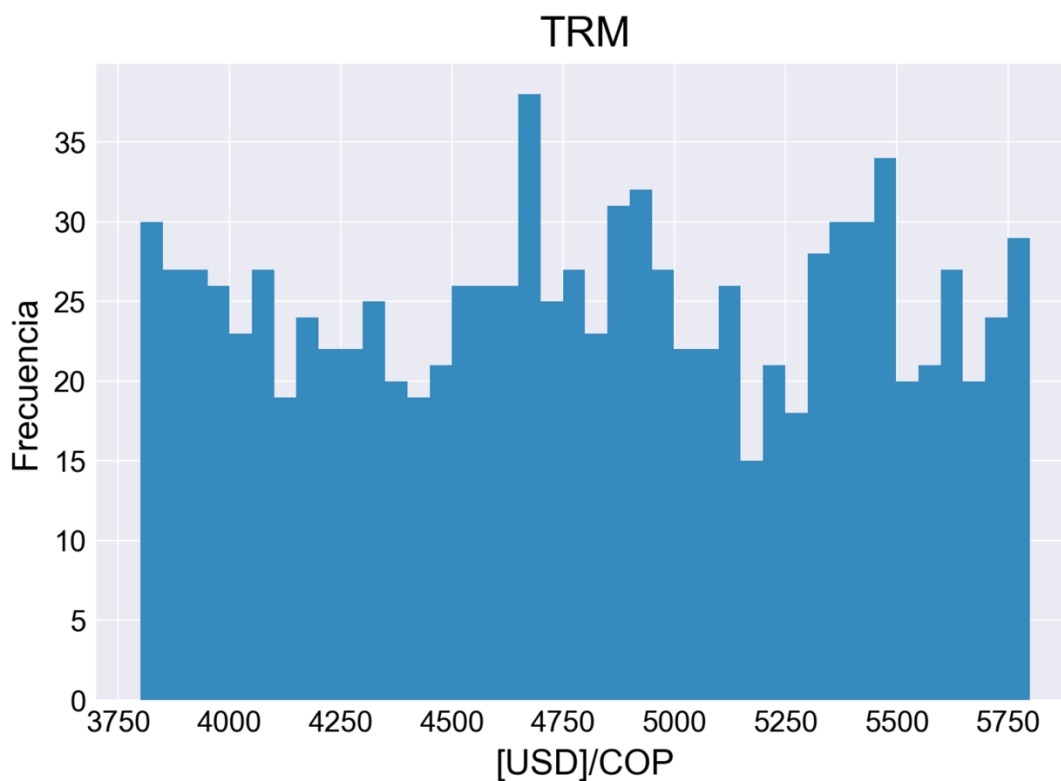
Esta será la función de distribución de probabilidad que se utilizará en el estudio de riesgos para utilizar el método Monte Carlo.

#### ***13.1.4 Riesgo de la TRM***

Se vio en el estudio financiero que, para convertir el precio de venta a pesos colombianos, en la fecha de elaboración de este estudio financiero, se tuvo que para una TRM de 4764.72 COP/USD equivale a \$ 14 294.16 COP por litro, por lo que se definió en el estudio financiero que cada paquete se podría vender a \$ 171 530 COP.

No obstante, se hace importante, debido a la volatilidad del peso colombiano con respecto al dólar estadounidense, incluir en el estudio de riesgos una variabilidad de dicha TRM, la cual se podría asumir uniforme entre 3800 COP/USD y 5800 COP/USD:



**Ilustración 20. TRM**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### ***13.1.5 Riesgo del Precio Estimado de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L***

De esta forma, y combinando los resultados de la simulación del precio unitario en dólares estimados a partir de la densidad del kernel, obtenida de los datos del estudio de mercado con los valores volátiles de la tasa de cambio, se generan los diferentes resultados simulados para la estimación del Precio de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L en pesos colombianos:

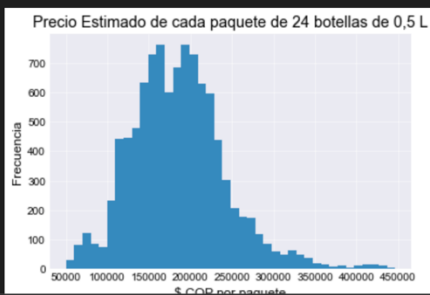
```
# Precio

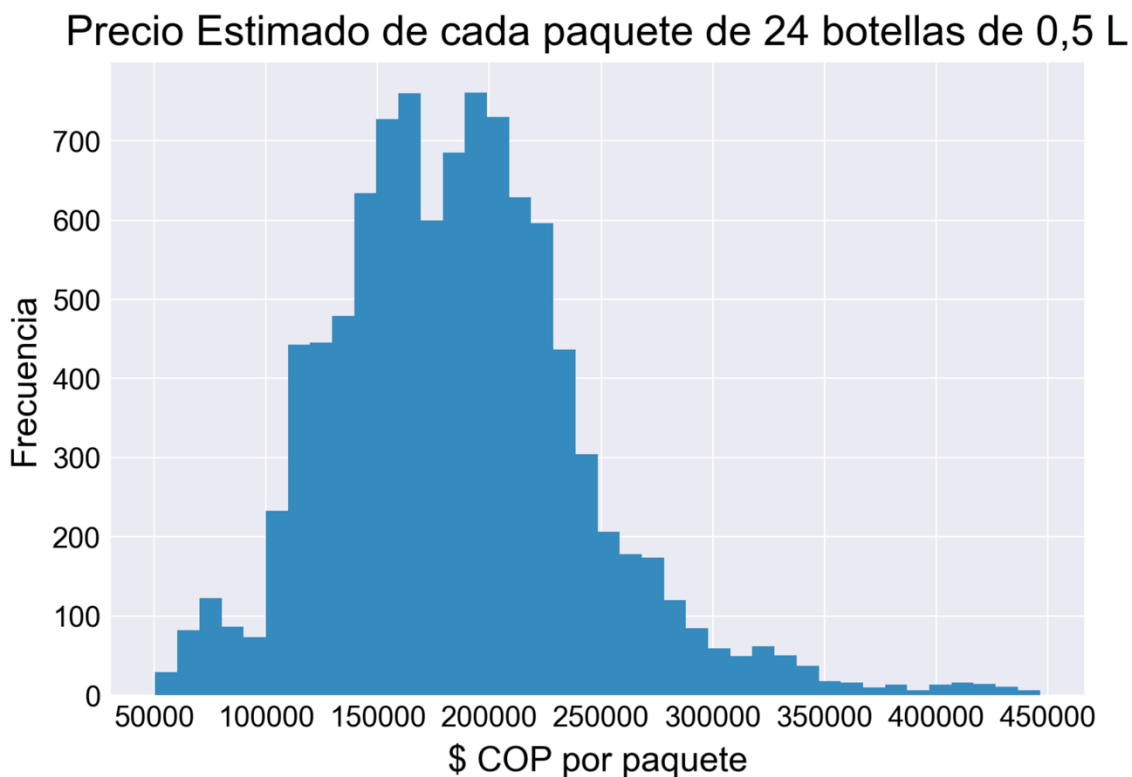
precios_paquetes = []
for i in range(10_000):
    precio_usd = precios[0][np.random.randint(len(precios[0]))]
    TRM = TRMs[np.random.randint(len(TRMs))]
    precio_paquete = precio_usd * TRM * 12
    precios_paquetes.append(precio_paquete)

# plot
plt.hist(precios_paquetes, bins=40)
plt.tick_params(axis="both", colors="Black")
plt.xlabel("$ COP por paquete", fontdict={"color": "Black"})
plt.ylabel("Frecuencia", fontdict={"color": "Black"})
plt.title("Precio Estimado de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L", fontdict={"color": "Black"})
plt.savefig("images/precio_paquete.png", dpi=300)
plt.show()
```

✓ 0.4s

Python



**Ilustración 21.** Precio Estimado de cada paquete de 24 botellas de 0,5 L

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 13.1.6 Riesgo en las Ventas Anuales

De la totalidad de Paquetes Anuales de 24 botellas de 0,5 L producidos, se espera vender entre el 10% y el 50% de la producción los primeros cinco años y entre el 50% y el 90% de la producción los últimos cinco, los cuales se modelan como distribución triangular. Esto se hace independientemente para cada año, con el fin de capturar el riesgo de volatilidad en las ventas que se puede dar entre un periodo y otro:

```

# producción
produccion = []
vector_primeros_cinco = np.random.triangular(left=0.10 , mode= 0.3 , right=0.5 , size=N)
primeros_cinco =vector_primeros_cinco[np.random.randint(len(vector_primeros_cinco))]
vector_ultimos_cinco = np.random.triangular(left=0.5 , mode= 0.7 , right=0.9 , size=N)
ultimos_cinco = vector_ultimos_cinco[np.random.randint(len(vector_ultimos_cinco))]

for year in df0:
    produccion_year = paquetes_anuales * vector_primeros_cinco[np.random.randint(len(vector_primeros_cinco))] if 0 < yea
    if year == 0:
        produccion_year = 0
    produccion.append(produccion_year)

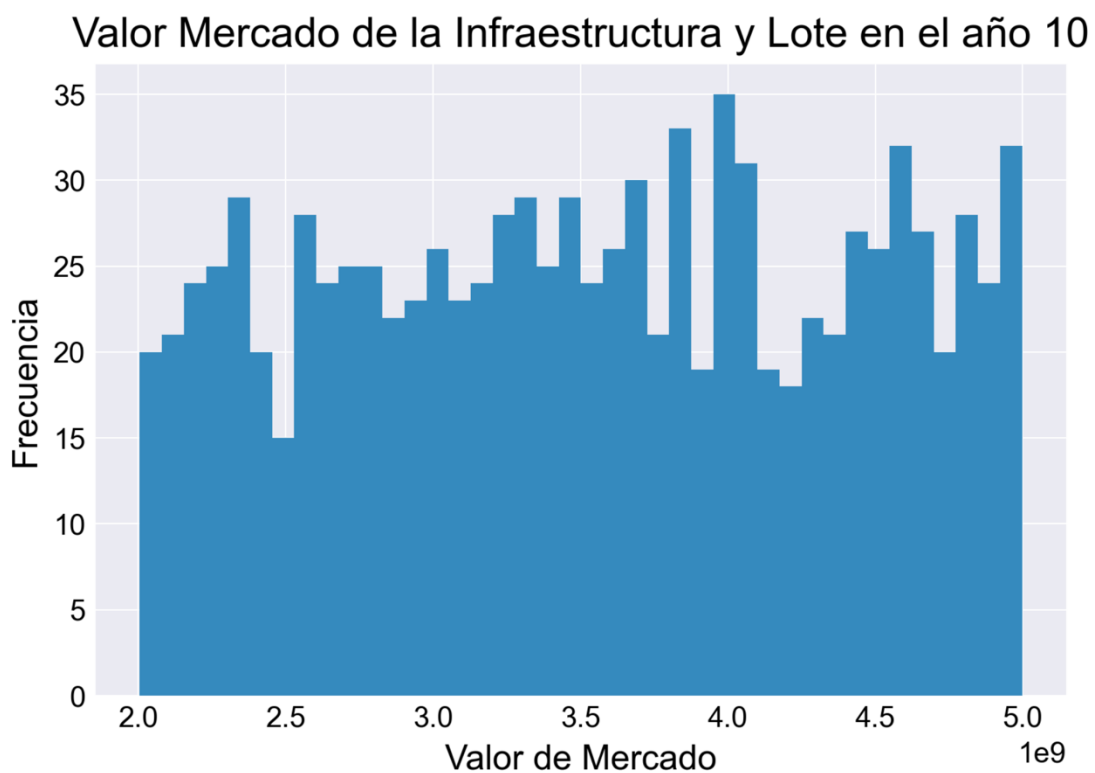
df1 = pd.Series(produccion, name="Producción")
df1

```

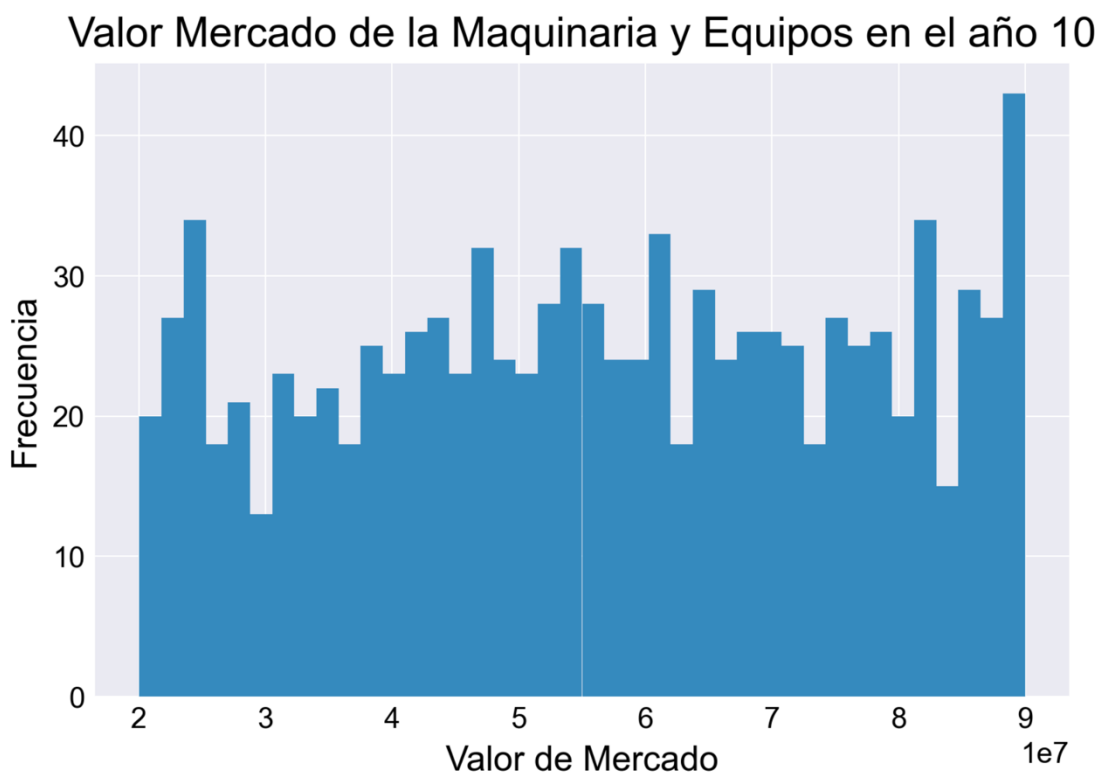
✓ 0.5s Python

### 13.1.7 Riesgo en los Ingresos no operativos

En el estudio financiero se mencionó que, al cabo de 10 años, se espera que la infraestructura con el lote tendrá un valor de mercado de \$ 3,884,865,200 y la maquinaria tendrá un valor de mercado de \$ 72,318,500 COP. Para el estudio de riesgos se asume una distribución uniforme entre \$ 2,000,000,000 COP y \$ 5,000,000,000 COP para la infraestructura con el lote y de \$ 20,000,000 y \$ 90,000,000 para la maquinaria:

**Ilustración 22.** Valor Mercado de la Infraestructura y Lote en el año 10

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Ilustración 23.** Valor Mercado de la Maquinaria y Equipos en el año 10

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **13.1.8 Inversiones**

#### *13.1.8.1 Diseños de Detalle*

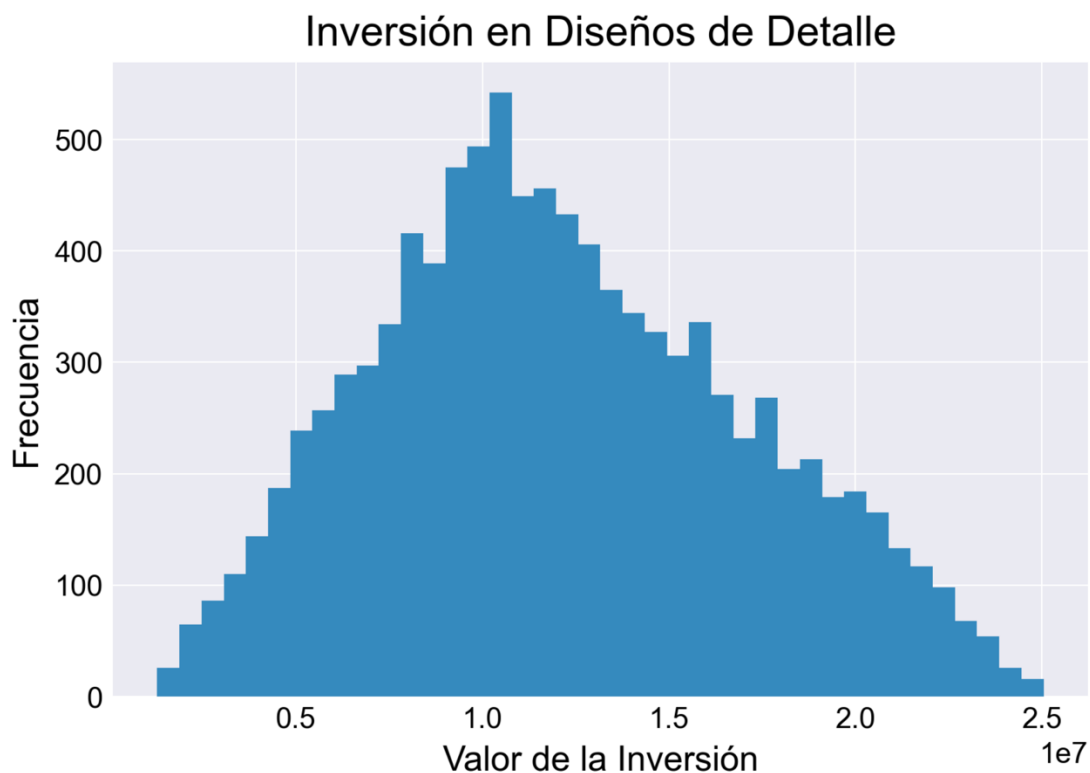
En el estudio financiero se estimó a nivel de prefactibilidad, un aproximado de \$ 1,166,670 COP para los diseños iniciales.

La función `numpy.random.triangular()` genera números aleatorios a partir de una distribución triangular. Una distribución triangular es una distribución de probabilidad continua, que tiene un valor mínimo y máximo, y es más probable que ocurra alrededor de un valor central.

La función `triangular()` toma tres argumentos: bajo, alto y moda. Los argumentos bajo y alto especifican los valores mínimo y máximo de la distribución respectivamente, y el argumento de la moda especifica el valor central alrededor del cual es más probable que ocurra la distribución.

Por lo anterior, se puede usar la función `triangular()` para generar números aleatorios a partir de una distribución triangular del valor del costo de los diseños, asumiendo que el diseño puede tener valores modales mucho más altos y que el valor utilizado en el estudio financiero corresponde ahora al valor más bajo que puede tomar, de forma que los valores que puede tomar son bajo = \$ 1,166,670 COP, alto = \$ 25,166,670 COP y moda = \$ 10,166,670 COP:



**Ilustración 24.** Inversión en Diseños de Detalle

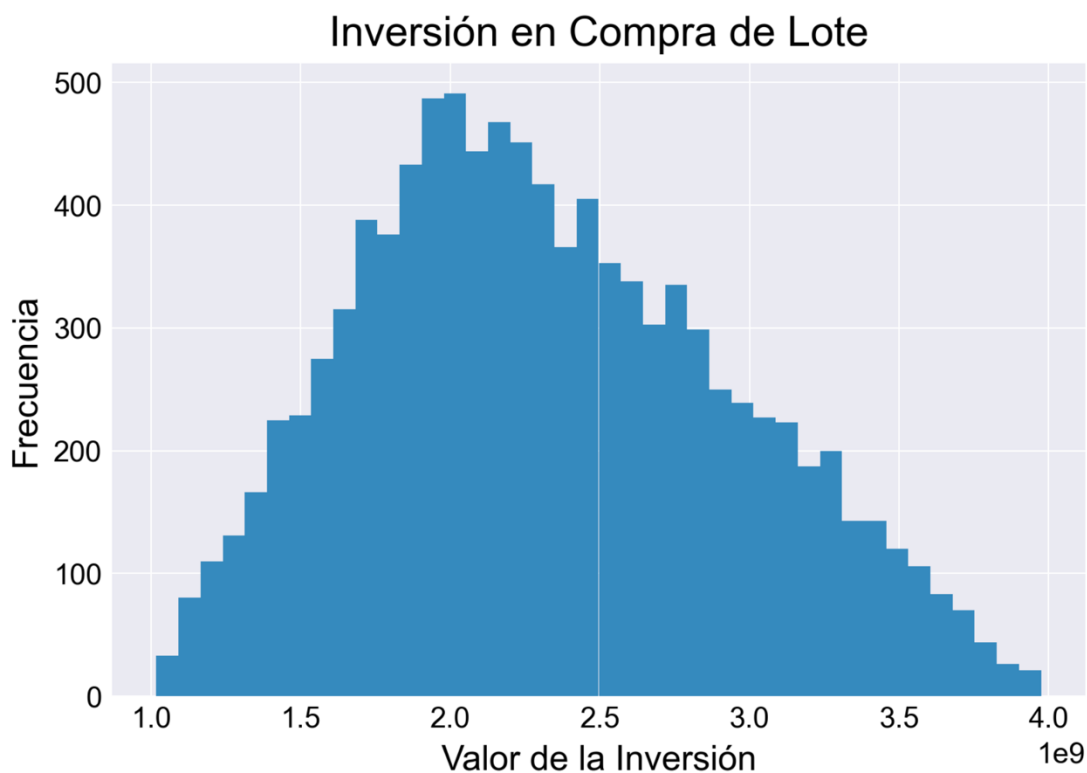
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 13.1.8.2 Lote

En el estudio financiero se estimó a nivel de prefactibilidad, un aproximado de \$ 2,000,000,000 COP para la compra del lote.

Se puede usar la función triangular() para generar números aleatorios a partir de una distribución triangular del valor que el lote puede tener, de forma que los valores que puede tomar son bajo = \$ 1,000,000,000 COP, alto = \$ 4,000,000,000 COP y moda = \$ 2,000,000,000 COP:



**Ilustración 25.** Inversión en Compra de Lote

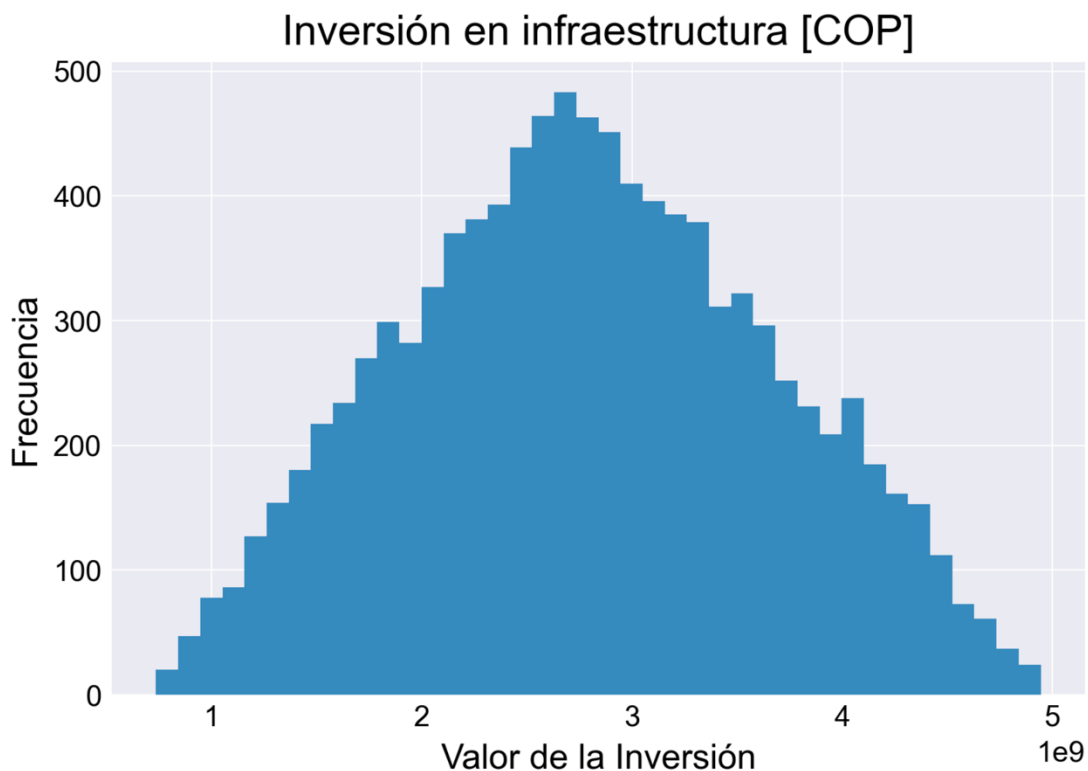
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 13.1.8.3 Infraestructura

En el estudio financiero se estimó a nivel de prefactibilidad, un aproximado de \$ 684,152,160 COP para la construcción de la infraestructura física.

Se puede usar la función triangular() para generar números aleatorios, a partir de una distribución triangular del valor del costo de construcción de la infraestructura, de forma que los valores que puede tomar son bajo = \$ 684,152,160 COP, alto = \$ 5,000,000,000 COP y moda = \$ 2, 684,152,160 COP:



**Ilustración 26.** Inversión en Infraestructura [COP]

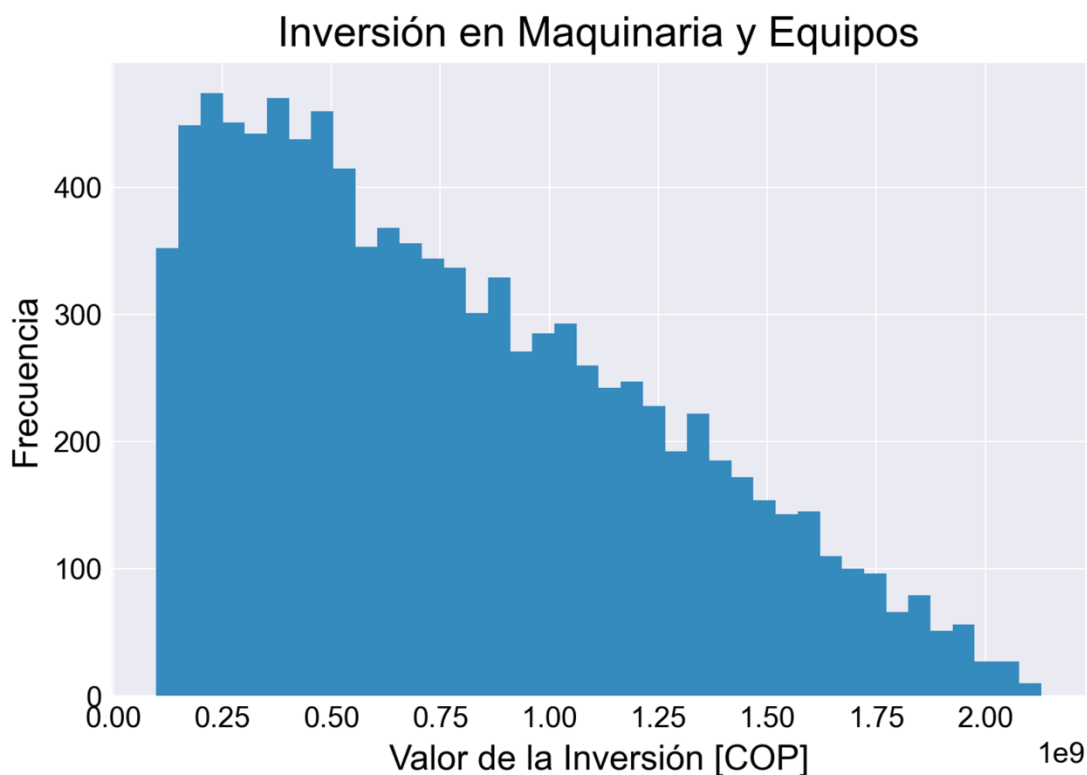
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 13.1.8.4 Maquinaria y Equipos

En el estudio financiero se estimó a nivel de prefactibilidad, un aproximado de \$ 136,476,671 COP para la inversión en maquinaria y equipos.

Se puede usar la función triangular() para generar números aleatorios, a partir de una distribución triangular del valor del costo de la maquinaria y los equipos necesarios, de forma que los valores que puede tomar son bajo = \$ 96,476,671 COP, alto = \$ 2,136,476,671 COP y moda = \$ 136,476,671 COP:



**Ilustración 27.** Inversión en Maquinaria y Equipos

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### ***13.1.9 Riesgo en los costos fijos***

En el estudio financiero se estimaron unos costos fijos asociados principalmente al pago de nómina del personal administrativo, desarrollado en el estudio organizacional de \$ 546,000,000 COP.

Para el estudio de riesgos se asume una distribución normal con media de \$ 546,000,000 COP y una desviación estándar de \$ 123,000,000 COP de los salarios entre el año 1 y 2, con una espera de incremento salarial entre el 40% y 90%, distribuida uniformemente del año 2 en adelante:

```

# costos fijos
vector_salarios = np.random.normal(loc=546_000_000, scale=123_000_000, size=N)
salarios = vector_salarios[np.random.randint(len(vector_salarios))]

vector_incremento_salarios = np.random.uniform(0.4, 0.9, size=N)
incremento_salarios = vector_incremento_salarios[np.random.randint(len(vector_incremento_salarios))]

costos_fijos = []
for year in df0:
    costo_fijo_year = salarios if year <=2 else salarios * (1 + incremento_salarios)
    if year == 0:
        costo_fijo_year = 0
    costos_fijos.append(costo_fijo_year)

df6 = pd.Series(costos_fijos, name="Costos Fijos")
df6
✓ 0.8s Python

```

### 13.1.10 Riesgo en los costos variables

Los costos de las materias primas, los servicios públicos, mantenimiento, empaque y envío, ambientales y de mano de obra tienen una alta incertidumbre en el momento de la prefactibilidad, por lo cual se aprovecha el estudio de riesgos para incluir las posibles variaciones probabilísticas que se pueden presentar en cada caso, de la siguiente forma:

```

# costos operacionales o variables
vector_costos_variables = []
for i in range(10_000):

    vector_costo_botella_vidrio = np.random.triangular(left= 777 , mode= 1261 , right=2342 , size=N)
    costo_botella_vidrio = vector_costo_botella_vidrio[np.random.randint(len(vector_costo_botella_vidrio))]
    costo_botella_vidrio_tapa = costo_botella_vidrio + 77
    costo_materia_prima = costo_botella_vidrio_tapa * 24

    vector_costo_servicios = np.random.triangular(left= 72 , mode= 101 , right=742 , size=N)
    costo_servicios = vector_costo_servicios[np.random.randint(len(vector_costo_servicios))]

    vector_costo_mano_obra = np.random.triangular(left= 0.12 , mode= 100_001 , right=397_920 , size=N)
    costo_mano_obra = vector_costo_mano_obra[np.random.randint(len(vector_costo_mano_obra))]

    vector_costo_mantenimiento = np.random.triangular(left= 10 , mode= 210 , right= 599 , size=N)
    costo_mantenimiento = vector_costo_mantenimiento[np.random.randint(len(vector_costo_mantenimiento))]

    vector_costo_empaque_envio = np.random.triangular(left= 5700 , mode= 7800 , right= 29532 , size=N)
    costo_empaque_envio = vector_costo_empaque_envio[np.random.randint(len(vector_costo_empaque_envio))]

    vector_costos_ambientales = np.random.triangular(left= 98 , mode= 500 , right= 9898 , size=N)
    costos_ambientales = vector_costos_ambientales[np.random.randint(len(vector_costos_ambientales))]

    costos_variables = costo_materia_prima + costo_servicios + costo_mano_obra + costo_mantenimiento + costo_empaque_envi
    costos_variables
    vector_costos_variables.append(costos_variables)

```

Lo más importante fue la inclusión de los riesgos del incremento de los costos de mano de obra, ya que, dependiendo de la efectividad de la automatización o la falta de ella, se podría requerir mucho más personal y, en consecuencia, se aumenten los costos de mano de obra para mantener la producción de agua potable envasada.

## **13.2 Simulación de Monte Carlo e Interpretación de resultados**

### ***13.2.1 Simulación de Monte Carlo***

La simulación Monte Carlo es un método estadístico utilizado para modelar y analizar el comportamiento de sistemas complejos. Implica generar muestras aleatorias a partir de una distribución estadística y ejecutar simulaciones para evaluar los resultados.

Las simulaciones de Monte Carlo son importantes porque permiten a los investigadores explorar el rango de posibles resultados de un sistema y cuantificar la incertidumbre asociada con estos resultados. Esto puede ser útil en una variedad de campos, incluidas las finanzas, la ingeniería y la ciencia, donde a menudo es difícil hacer predicciones precisas sobre el comportamiento de sistemas complejos.

En particular, para la realización de estudios de prefactibilidad de proyectos, se hace muy importante realizar este tipo de análisis de riesgos, ya que el estudio financiero sólo permite realizar uno o pocos escenarios utilizando variables determinísticas, cuando la realidad del proyecto es su naturaleza volátil, impredecible y compleja, que como se vio en el desarrollo de este estudio de prefactibilidad para la producción de agua potable en Colombia y su comercialización en el mercado estadounidense, por mucho que se busque en la literatura y en bases de datos información

sobre proyectos similares, cada uno es tan único que sería un error tomar decisiones de viabilidad sólo con el estudio financiero.

Para realizar una simulación de Monte Carlo, normalmente se necesita definir la distribución de probabilidad que representa la incertidumbre en el sistema, así como el modelo matemático que describe el comportamiento del sistema. Luego se puede usar una computadora para generar una gran cantidad de muestras aleatorias a partir de la distribución y ejecutar simulaciones para evaluar los resultados. Esto fue lo que se hizo en esta Simulación, la cual incluyó la distribución de probabilidad para cada una de las principales variables de entrada y se utilizó el modelo matemático del cálculo del flujo de caja del proyecto, que se usó en el estudio financiero para realizar la simulación en Python.

Incluyendo todas las variables estocásticas que se mencionaron previamente en este estudio de riesgos, en el flujo de caja del proyecto que se desarrolló a detalle en el capítulo del estudio financiero, se pudo obtener 10,000 simulaciones independientes, en las que cada una arrojaba un valor diferente e independiente de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) que tendría el proyecto bajo los diferentes escenarios simulados.

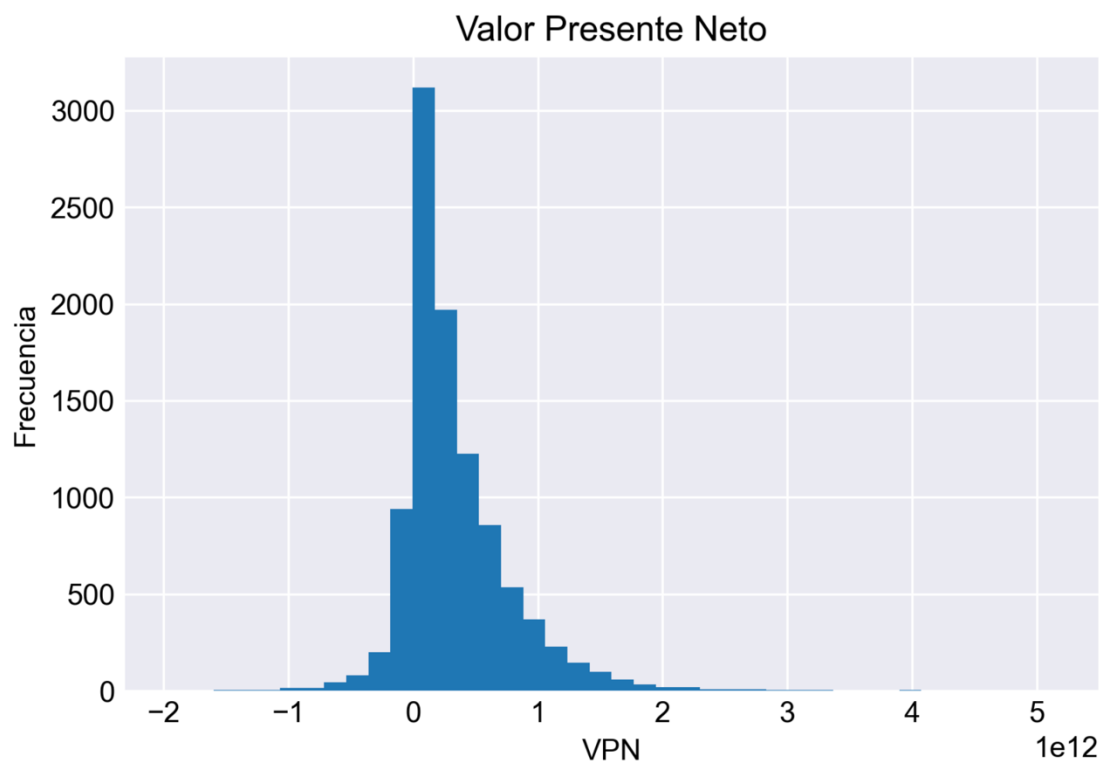
Todo lo anterior, con el objetivo de responder la pregunta que tienen los posibles inversionistas en si es rentable o no la ejecución del proyecto y, en consecuencia, si el proyecto tiene viabilidad.

### ***13.2.2 Resultados e Interpretación***

Para responder finalmente si el proyecto es viable o no a nivel de la prefactibilidad, realizada en este estudio, se procede a analizar las funciones de distribución de probabilidad (PDF) obtenidas de la Simulación de Monte Carlo para la TIR y el VPN.

### 13.2.2.1 Valor Presente Neto (VPN)

**Ilustración 28.** Valor Presente Neto



Fuente: Elaboración propia, 2022.

```
dataframe_vpn = pd.DataFrame(vector_VPN)
dataframe_vpn.describe()
```

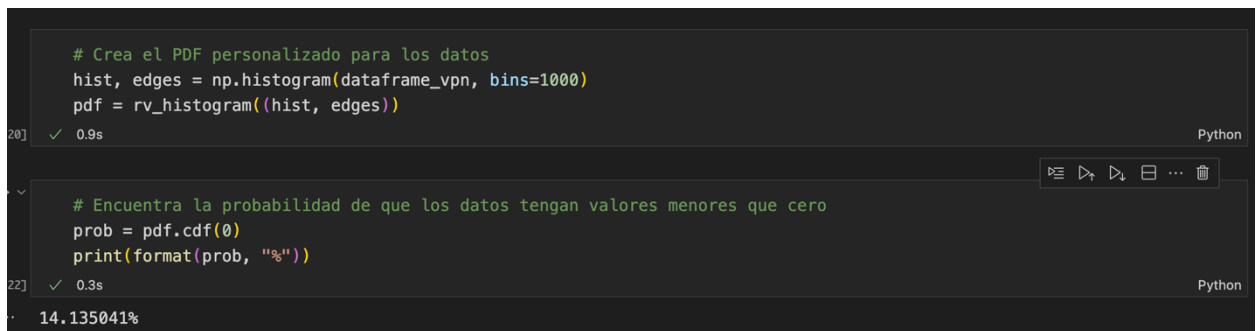
✓ 0.4s Python

	0
count	1.000000e+04
mean	3.299341e+11
std	4.397484e+11
min	-1.954805e+12
25%	5.121801e+10
50%	2.164058e+11
75%	5.082809e+11
max	5.139050e+12

Los resultados de la simulación del VPN arrojaron que el mínimo valor que puede tomar la VPN es de \$-1.954.805.161.725 COP, un máximo de \$ 5.139.050.263.301 COP y un valor medio de \$ 329.934.105.136 COP.

Como los datos obtenidos no tienen una distribución normal, uniforme, exponencial o alguna otra estandarizada, se puede usar la función `scipy.stats.rv_histogram()` para crear una función de distribución de probabilidad personalizada (PDF), basada en los datos de VPN obtenidos de la simulación. Esta función toma dos argumentos: los datos y la cantidad de contenedores que se usarán al crear el PDF.

A continuación se puede ver cómo se usó la función `rv_histogram()` para crear un PDF personalizado, para el conjunto de datos obtenidos y encontrar la probabilidad de que los datos tengan valores menores que cero, es decir, que signifique pérdidas para los inversionistas:



```
# Crea el PDF personalizado para los datos
hist, edges = np.histogram(dataframe_vpn, bins=1000)
pdf = rv_histogram((hist, edges))

# Encuentra la probabilidad de que los datos tengan valores menores que cero
prob = pdf.cdf(0)
print(format(prob, "%"))
```

14.135041%

Como se puede observar y pese a las virtudes que tiene el proyecto, la competencia en el mercado estadounidense de agua potable embotellada, que podría afectar tanto las ventas como el precio y los probables altos costos de producción que se dan en algunos escenarios, significa que hay una probabilidad del 14.14% de que al invertir en este proyecto se genere una pérdida para los inversionistas.

```

# Encuentra la probabilidad de que los datos tengan valores mayores que cero
prob = pdf.cdf(max(vector_VPN)) - pdf.cdf(0)
print(format(prob, "%"))

```

✓ 0.3s Python

85.864959%

Pese al párrafo anterior, pero ahora viéndolo con una perspectiva más optimista, esto significa que hay una probabilidad del 85.86% de que el proyecto genere ganancias para los inversionistas.

```

# Determinar el intervalo de confianza del 90 % para la media de los datos
confidence = 0.90
n = len(vector_VPN)
interval = pdf.interval(confidence, n - 1)

print(interval)

```

✓ 0.3s Python

(-121550228315.45952, 1140298538331.622)

```

# Determinar el intervalo de confianza del 71 % para la media de los datos
confidence = 0.71
n = len(vector_VPN)
interval = pdf.interval(confidence, n - 1)

print(interval)

```

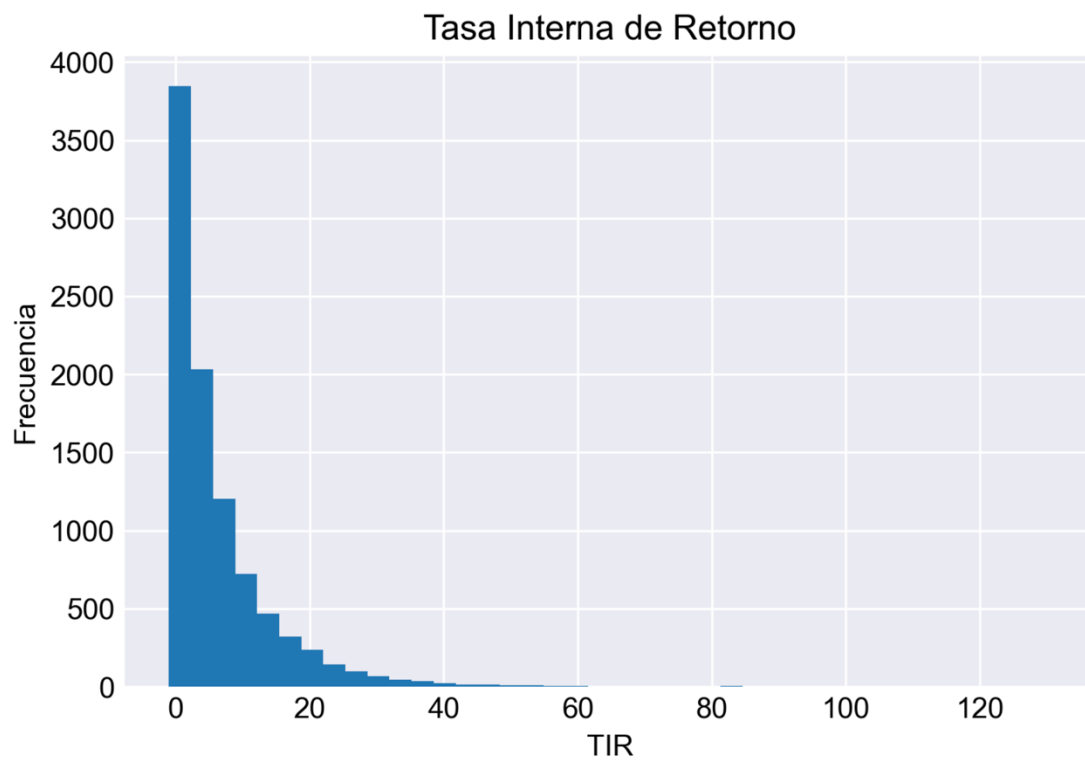
✓ 0.3s Python

(1307567948.8315592, 728629124568.4849)

Resumiendo lo anterior con la ayuda de la determinación del intervalo de confianza para la media de los datos, se puede afirmar que se tiene una probabilidad del 90% de que el valor esperado del VPN se encuentre entre \$ -121,550,228,315 COP y \$ 1,140,298,538,331 COP, y una probabilidad del 71% de que el valor esperado del VPN se encuentre entre \$ 1,307,567,948, COP y \$ 728,629,124,568 COP.

### 13.2.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

**Ilustración 29.** Tasa Interna de Retorno



Fuente: Elaboración propia, 2022.

```
dataframe_tir = pd.DataFrame(vector_TIR)
dataframe_tir.describe()
```

✓ 0.6s Python

	0
count	9295.000000
mean	6.364071
std	8.484275
min	-0.988329
25%	0.969865
50%	3.399396
75%	8.539418
max	130.629651

Los resultados de la simulación de la TIR arrojaron que el mínimo valor que puede tomar la TIR es de -98,83%, un máximo de 13062,97% y un valor medio de 636,41%.

A continuación se puede ver cómo se usó la función `rv_histogram()` para crear un PDF personalizado, para el conjunto de datos obtenidos y encontrar la probabilidad de que los datos tengan valores menores que cero, es decir, que signifique pérdidas para los inversionistas:

```
# Crea el PDF personalizado para los datos de TIR
hist, edges = np.histogram(dataframe_tir_, bins=1000)
pdf = rv_histogram((hist, edges))

# Encuentra la probabilidad de que los datos tengan valores menores que cero
prob = pdf.cdf(0)
print(format(prob, "%"))
```

7.773475%

Como se puede ver y, pese a las virtudes que tiene el proyecto, la competencia en el mercado estadounidense de agua potable embotellada, que podría afectar tanto las ventas como el precio y los probables altos costos de producción que se dan en algunos escenarios, significa que hay una probabilidad del 7.77% de que al invertir en este proyecto se genere una pérdida para los inversionistas.

```
# Encuentra la probabilidad de que los datos tengan valores mayores que cero
prob = pdf.cdf(max(vector_VPN)) - pdf.cdf(0)
print(format(prob, "%"))
```

92.226525%

A pesar del párrafo anterior, pero ahora viéndolo con una perspectiva más optimista, esto significa que hay una probabilidad del 92.23% de que el proyecto genere ganancias para los inversionistas.

```

# Determinar el intervalo de confianza del 90 % para la media de los datos
confidence = 0.90
n = len(vector_VPN)
interval = pdf.interval(confidence, n - 1)

# Formato de la tupla como porcentajes
formatted_tup = tuple(' {:.2f}%'.format(x) for x in interval)

print(formatted_tup)
✓ 0.3s
('9998.96%', '10020.55%')
Python

```

Ahora, con la ayuda de la determinación del intervalo de confianza para la media de los datos, se puede afirmar que se tiene una probabilidad del 90% de que el valor esperado de la TIR se encuentre entre 9,998.96% y 10,020.55%, lo cual podría resultar atractivo para los inversionistas.

### ***13.2.3 Conclusiones del Estudio de Riesgos***

La conclusión del estudio de prefactibilidad para la Producción en Colombia y Comercialización en los Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, es que el proyecto es promisorio. El estudio financiero y de riesgos ha determinado que existe una probabilidad del 14,14% de que invertir en este proyecto genere una pérdida para los inversionistas, pero aún mejor, una probabilidad del 85,86% de que el proyecto genere utilidades para los interesados en invertir en el proyecto. Esto indica que se debe continuar con el proyecto y que el próximo paso es recaudar inversión para la preparación de un estudio de factibilidad.

Este proyecto ofrece muchas ventajas y oportunidades para los inversores. Aumentará el acceso a agua potable segura y limpia en los Estados Unidos, principalmente para las poblaciones que más la podrán necesitar en los años por venir, al mismo tiempo que brindará oportunidades de empleo en Colombia. Adicionalmente, el proyecto tiene el potencial de generar utilidades significativas para los inversionistas, con una probabilidad del 85.86% de generar retornos para los mismos. Además, el costo de inversión es relativamente bajo en comparación con otros proyectos, lo que

lo hace atractivo para posibles inversores, con la ventaja de que en Colombia existe personal profesional y operativo que cuenta con valiosa experiencia, tanto en la potabilización de agua como en los procesos de embotellado, transporte y exportación de bienes a los Estados Unidos de América.

Para poder sacar adelante este proyecto, es necesario recaudar inversión para la elaboración de un estudio de factibilidad. Este estudio mejorará la precisión y exactitud de todas las cifras utilizadas en el estudio financiero y de riesgos, y permitirá a los inversores tomar una decisión más informada sobre la inversión en el proyecto. Además, también es necesario obtener los permisos y licencias necesarios para la producción y comercialización del agua potable embotellada, tanto en Colombia como en los Estados Unidos. Una vez que se hayan tomado todos los pasos necesarios, el proyecto puede avanzar y los inversores podrán comenzar a cosechar los beneficios de su inversión.

## 14 Conclusiones

- Debido a que como se mencionó en el desarrollo del trabajo, un estudio de prefactibilidad es una evaluación relativamente simple y económica de la idea de un proyecto, que generalmente se lleva a cabo en una etapa temprana de desarrollo; este tipo de estudio se lleva a cabo para determinar si el proyecto es factible o no, y generalmente incluirá un análisis de mercado, un análisis técnico, un análisis financiero y un análisis de riesgos. Un estudio de prefactibilidad no proporciona una evaluación profunda del proyecto y no conduce a una decisión final sobre el proyecto. Por otro lado, un estudio de viabilidad es una evaluación mucho más completa del proyecto. Por lo general, implica una investigación detallada, la recopilación de datos y el análisis de la viabilidad técnica, financiera y económica del proyecto. Los resultados de un estudio de viabilidad pueden proporcionar la base para una decisión final sobre el proyecto, por lo cual se recomienda y se concluye la necesidad de que se elabore un posterior estudio de factibilidad que permita tomar la decisión final de llevar a cabo el proyecto o descartarlo.

El uso de Inteligencia Artificial (IA) en una planta de tratamiento de agua potable puede ayudar a optimizar los procesos, al identificar patrones y tendencias que se pueden utilizar para tomar decisiones y acciones correctivas. La IA también se puede utilizar para monitorear y controlar todo el proceso, mejorando la precisión y la confiabilidad. Con IA, la planta se puede optimizar para una mejor utilización de los recursos y una mayor producción. Sin embargo, la IA también traerá consigo ciertos desafíos y riesgos, como la necesidad de invertir en nueva tecnología y personal, para garantizar la implementación exitosa de la hiper-automatización, la

necesidad de protocolos de seguridad y privacidad de datos, así como consideraciones éticas.

- Se puede concluir del análisis sectorial que si bien la venta de agua potable en Estados Unidos cuenta con empresas competidoras de gran desempeño y trayectoria como lo es The Coca-Cola Company, o PepsiCo, bien sea por tener como insumo el agua de los sistemas municipales de abastecimiento de agua o por utilizar fuentes de aguas subterráneas, que no tienen la mejor calidad, existe una oportunidad importante para ingresar en este mercado, ofreciendo un producto de mejores condiciones físico-químicas y de percepción de calidad por parte de los consumidores finales.
- Se puede inferir del estudio de mercado que el sabor es la principal variable considerada por los consumidores de agua potable y es importante establecer estrictos controles de calidad sobre esta variable, una vez que se comience la producción, ya que existe un importante nicho de mercado insatisfecho con el sabor del agua que se comercializa hoy.
- Se puede concluir que si se desea competir con las marcas existentes actualmente en el mercado estadounidense, se debe conservar o igualar la percepción de todas las características que hoy son consideradas como excelentes o grandiosas, ya que se convirtieron en la expectativa existente por parte de consumidores actuales, además de que se hace importante escoger una característica que sea más grandiosa sobre las otras, que pueda convertirse en el principal diferenciador, principalmente el sabor, como se declaró en la anterior conclusión.

- Se puede concluir que la segunda variable más importante para los consumidores de agua potable envasada, identificada en el estudio de mercado es el precio, con una tendencia muy similar entre los que están satisfechos con los precios actuales y los que están en desacuerdo o insatisfechos. La fluctuación de los precios, principalmente los múltiples incrementos que se han percibido durante el último año, demostraron ser la principal disconformidad después del alto precio.
- Se puede concluir del estudio de mercado la importancia de que la campaña de marketing que se realice, una vez el producto ingrese en el mercado estadounidense, busque caracterizar esta agua como una marca premium.
- Se puede concluir del estudio de mercado la importancia de invertir en el diseño y la calidad de los empaques, ya que son una variable que afecta directamente la satisfacción o insatisfacción por parte de los consumidores. Se recomienda incluir un diseño basado en las imágenes generadas por los autores, utilizando los algoritmos de Inteligencia Artificial de DALL-E 2 (OpenAI, 2022), que se incluyeron en la portada de esta prefactibilidad, rescatando el uso del color amarillo en la tapa, en las etiquetas y en el embalaje del paquete por 24 botellas de 0.5 litros, como diferenciador de marca respecto a la mayor parte de la competencia, que comúnmente incluyen el color azul en sus diseños.
- De acuerdo con los resultados del estudio de mercado, se recomienda no utilizar plástico para las botellas ni para el material del embalaje, en caso de que sea posible, o en su defecto, utilizar plásticos reciclados y libres de bisfenol-A, ya que existe una percepción general negativa por parte de los consumidores sobre el uso de este material, no sólo por sus connotaciones de perjudicial sobre el medio ambiente sino

también en la afectación que se genera sobre el sabor. El material recomendado para las botellas de agua es el vidrio.

- En el estudio técnico se identificó el método de selección multicriterio, que puede ser utilizado para identificar la ubicación más óptima para la planta de tratamiento de agua potable con sus respectivos pesos ponderados. La aplicación exitosa de este método es esencial para el éxito financiero del proyecto.
- Los resultados del estudio técnico sugieren que el método de selección multicriterio debe aplicarse en una etapa posterior del estudio de factibilidad, para asegurar el éxito financiero del proyecto, minimizar y mitigar los riesgos asociados y finalmente garantizar que se seleccione la ubicación más óptima para la planta de tratamiento de agua potable.
- Se puede concluir que para el mercado estadounidense, se espera una gran aceptación de compra del producto mediante los canales en línea, por la amplia literatura que se encuentra en el tema y principalmente por los resultados del estudio de mercado de esta prefactibilidad, que evidencia no sólo que los consumidores compran agua esporádicamente en línea, sino que muchos de ellos han decidido, con el objetivo de simplificar sus compras y sus vidas, tener unas modalidades de suscripción a una cantidad establecida de agua potable envasada, que llega periódicamente a sus hogares, lo cual significa una amplia oportunidad de mercado.
- Después de revisar la legislación ambiental vigente que le aplica al proyecto para la Producción en Colombia y Comercialización en Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, se puede concluir que no requiere licencia Ambiental.

- El proyecto de la Planta de tratamiento de agua potable y embotelladora requiere los siguientes permisos ambientales: Concesiones de Aguas Superficiales; Permiso de Vertimientos a cuerpos de Agua; Permiso de ocupación de cauces, playas y lechos; y Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados. Estos deberán ser gestionados durante la fase de factibilidad y diseños de detalle del proyecto, de acuerdo con los requisitos de la autoridad ambiental competente.
- Del estudio legal se puede concluir que es fundamental tener en cuenta la legislación colombiana y estadounidense, para la producción de agua potable embotellada, para asegurar el éxito del proyecto, y es necesario mantenerse al día con el marco legal en constante cambio en ambos países, para garantizar el cumplimiento.
- Del estudio legal se puede concluir que, en los requisitos para producir agua potable embotellada en Colombia y comercializarla en los Estados Unidos, no existe una carga significativa en cuanto al cumplimiento de las normas legales. Los estándares establecidos por ambos países para la calidad y etiquetado del agua embotellada son similares a los de otras bebidas, y la normativa no presenta mayor obstáculo para la viabilidad del proyecto. Desde una perspectiva de prefactibilidad, se puede determinar que el proyecto es viable desde el punto de vista legal.
- Se puede concluir del estudio financiero que el proyecto es viable a nivel de prefactibilidad. Es importante señalar que esta conclusión se basa en ciertos supuestos que deben evaluarse más a fondo en un estudio de factibilidad. Sin embargo, la inclusión del estudio de riesgo en este estudio de prefactibilidad mejoró en gran medida la comprensión del potencial de éxito del proyecto. El uso de

variables estocásticas en lugar de deterministas en el modelo financiero, permitió identificar situaciones en las que el proyecto puede no ser rentable, destacando la necesidad de tomar medidas adicionales para minimizar pérdidas potenciales para los inversores. Por lo tanto, se recomienda realizar un estudio de factibilidad para desafiar los supuestos realizados a nivel de prefactibilidad e implementar estrategias para mitigar los riesgos identificados, a fin de realizar una evaluación más precisa y confiable de la viabilidad del proyecto.

- La conclusión del estudio de riesgos a nivel de prefactibilidad para la Producción en Colombia y Comercialización en los Estados Unidos de América de Agua Potable Envasada, es que el proyecto es promisorio. El estudio financiero y de riesgos ha determinado que existe una probabilidad del 14,14% de que invertir en este proyecto genere una pérdida para los inversionistas, pero aún mejor, una probabilidad del 85,86% de que el proyecto genere utilidades para los interesados en invertir en el proyecto. Esto indica que se debe continuar con el proyecto y que el próximo paso es recaudar inversión para la preparación de un estudio de factibilidad.

## 15 Recomendaciones

- Se recomienda por parte de los autores que se continúen realizando estudios de factibilidad, desde diferentes países productores, de acuerdo con sus potenciales capacidades de captar, producir, envasar y transportar agua hacia los países consumidores, así como por su demanda y necesidad del recurso hídrico, debido a problemas de diferente índole, con el fin de asegurar que, de manera sostenible, y para los próximos años, todo ser humano que nazca goce de su derecho de consumir agua potable, independientemente de si su lugar de nacimiento posee o no recursos hídricos naturales cerca.
- Se recomienda, con base en los resultados del estudio de mercado, estudiar la forma de vender el producto bajo el modelo de negocio de un servicio de suscripción mensual y de forma online, ya que, aunque todavía se pueden encontrar comentarios negativos sobre las compras por internet, la mayoría de las reseñas sobre este tema se orientaron a la satisfacción que actualmente se tiene sobre las compras por estos medios y su conveniencia. Además, la suscripción mensual daría una mayor estabilidad en los ingresos, permitiendo una planeación a más largo plazo de la empresa.
- Para poder sacar adelante este proyecto, se recomienda recaudar inversión para la elaboración de un estudio de factibilidad. Este estudio mejorará la precisión y exactitud de todas las cifras utilizadas en el estudio financiero y de riesgos, y permitirá a los inversores tomar una decisión más informada sobre la inversión en el proyecto. Además, se recomienda si este análisis es factible, se comiencen los trámites para la obtención de los permisos y licencias necesarios para la producción

y comercialización del agua potable embotellada, tanto en Colombia como en los Estados Unidos.

## Referencias

- AGT Abogados. (2022, 12 19). *Alviar González Tolosa Abogados*. From ¿QUÉ PRODUCTOS REQUIEREN REGISTRO SANITARIO INVIMA?:  
<https://www.agtabogados.com/blog/que-productos-requieren-registro-sanitario-invima/>
- Alexander, C. B. (2017). Techno-economic analysis of geothermal desalination using Hot Sedimentary Aquifers: A pre-feasibility study for Western Australia. *Desalination*, 1.
- Allan C., G. J. (2021). Is there potential in assessing for high-potential? Evaluating the relationships between performance ratings, leadership assessment data, designated high-potential status and promotion outcomes in a global organization. *The Leadership Quarterly*, 1.
- Amazon. (2021, 10 15). *Amazon.com*. From Acqua Panna Toscana Spring Water, 8.8oz Glass Bottle (Pack of 12, Total of 105.6 Oz): [https://www.amazon.com/Acqua-Panna-Toscana-Spring-Bottle/dp/B07XVB9M3P/ref=sr\\_1\\_5?dchild=1&keywords=acqua+panna&qid=1634353473&sr=8-5](https://www.amazon.com/Acqua-Panna-Toscana-Spring-Bottle/dp/B07XVB9M3P/ref=sr_1_5?dchild=1&keywords=acqua+panna&qid=1634353473&sr=8-5)
- Amazon. (2021, 11 03). *Grocery & Gourmet Food / Beverages*. From Amazon.com: [https://www.amazon.com/evian-Individual-Naturally-Filtered-Individual-Sized/dp/B00FX6NXNC/ref=sr\\_1\\_9?dchild=1&keywords=water&qid=1635992361&qsi-d=137-2709809-](https://www.amazon.com/evian-Individual-Naturally-Filtered-Individual-Sized/dp/B00FX6NXNC/ref=sr_1_9?dchild=1&keywords=water&qid=1635992361&qsi-d=137-2709809-)

5066831&refinements=p\_36%3A698507011&rnid=386454011&s=grocery&sr=1-9&sres=B005HG9ERW%2CB07419MRML%

Amazon.com, Inc. (2022, 10 13). *Who We Are*. From Facts About Amazon:

<https://www.aboutamazon.com/facts>

Aponte, M. (2010). Organización espacial de la región geográfica de la Alta Guajira colombiana.

*Perspectiva Geográfica*, 165.

AQUEDUCT TM. (2021, 10 20). *WATER RISK ATLAS*. From AQUEDUCT BETA:

<https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/>

Avilán, M. L. (2019). PROYECTO EMPRESARIAL INTERNACIONAL LOYDA GOMEZ -

PLAN DE NEGOCIOS MINEQUA. *Universidad La Sabana*, 1-49.

Bailey, J. J. (2013). Pre-Feasibility Study of the Potential Market for Natural Gas as a Fuel for

Power Generation in the Caribbean. *Infrastructure and Environment Department - Inter*

*American Development Bank*, 7.

Banco de la República de Colombia. (2022, 12 25). *banrep*. From Tasas efectivas de tributación

en Colombia: <https://www.banrep.gov.co/es/blog/tasas-efectivas-tributacion-colombia>

Behrens, W. H. (1991). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. Viena:

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

Behrens, W. H. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. Viena:

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

- Beltrán, M. G. (2018). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO INMOBILIARIO “LA RIVIÈRE” EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN. *Universidad EAFIT*, 28.
- Bitar, Z. K. (2015). Pre-Feasibility Study for Construction of Mini Hydro Power Plant. *Energy Procedia*, 404-413.
- Bolat, H. Y. (2022). *Risk Analysis for the Tech Startup Projects with Fuzzy Logic*. Estambul: Springer Nature Switzerland.
- Boukes, M. L. (2021). Narrative persuasion by corporate CSR messages: The impact of narrative richness on attitudes and behavioral intentions via character identification, transportation, and message credibility. *Public Relations Review*, 7.
- Busco, C. G. (2008). Managing the tensions in integrating global organisations: The role of performance management systems. *Management Accounting Research*, 1.
- Center for Agribusiness and Economic Development. (2001). Bottled Water Feasibility. *University of Georgia*, 1.
- Cerquera, O. G. (2021). Competitiveness of the exports of tilapia in the Huila. *Revista Venezolana de Gerencia*, 604.
- Comisión Nacional del Agua. (2022, 09 03). *Conagua*. From Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

Consejo de Estado. (2022, 12 19). *Documentos*. From Boletines:

[http://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/138/S4/11001-03-27-000-2009-00026-00\(17727\).pdf](http://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/138/S4/11001-03-27-000-2009-00026-00(17727).pdf)

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE”. (2022). PORTAFOLIO DE TRÁMITES AMBIENTALES.

*Trámites Ambientales*, 1-56.

Cortes. J., e. A. (2021). OPTIMIZACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA. *UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA*, 01.

DANONE. (2021, 10 16). *Evian*. From Our Water: [https://www.evian.com/en\\_us/what-is-spring-water/](https://www.evian.com/en_us/what-is-spring-water/)

Data Bridge. (2022). Bottled Water Market to See Promising Growth of USD 476.45 Billion with Registering a Healthy CAGR of 6.7% by 2029, Growth Statistics, Size, Share, Trends and Value Forecast. *Yahoo Finance*, 1.

Devochkina, N. N. (2019). Economic assessment of the development potential of mushroom production in the Russian Federation. *International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions*, 2.

Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (2021, 10 15). *Tarifas de acueducto y saneamiento básico EPM – Aguas*. From EPM: <https://cu.epm.com.co/clientesyusuarios/aguas/tarifas-aguas>

- Equipo Editorial Journey - The Coca-Cola Company. (2018, 09 19). *La Guajira ahora mitiga el calor con un mejor acceso al agua*. From Coca-Cola Journey: <https://journey.coca-cola.com/historias/cada-gota-cuenta-la-guajira-colombia>
- Escobar, J. F., Arroyo Alzate, M. C., & Pérez Villota, G. (2021). Escasez y vulnerabilidad del recurso hídrico. *Documentos de Trabajo-INNER*, 9.
- Espinoza, J. &. (2021). Monte Carlo simulation in a peruvian highway. *Universidad Continental*, 1727-1734.
- Gallo, J. H. (2021). *Water quality of streams associated with artisanal gold mining*; Suárez, Department of Cauca, Colombia. Popayán: Heliyon.
- Gómez, E. &. Diez, J. (2015). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Medellín: Segunda Edición. <https://isbn.cloud/9789584658661/evaluacion-financiera-de-proyectos/>
- Gómez, E. &. Diez, J. (2020). *Identificación y Cuantificación de Riesgos en Proyectos*. Medellín: Primera Edición. <https://docer.com.ar/doc/nxxse0c>
- Gonzales-Miranda, D. (2017). *Organizaciones - Aproximaciones Teóricas desde los Estudios Organizacionales*. Medellín: Editorial EAFIT.
- Haleem, A. J. (2021). Hyperautomation for the enhancement of automation in industries. *Sensors International*, 6.
- Hansima M., M. M. (2020). Fouling of ion exchange membranes used in the electro dialysis reversal advanced water treatment: A review. *Chemosphere*, 1.

Herrera, F. G. (2020). *Evaluation of water quality state through regulations and physicochemical indicators for the administration of water resources physicochemical indicators for the administration of water resources in the Integrated Management District of Salto del Tequenda*. Bogotá: Procedia Computer Science.

Hillen, J. (2019). Web scraping for food price research. *British Food Journal*, 1-12.

iAgua Magazine. (2021, 10 16). *iagua*. From ¿Qué son las aguas subterráneas?:

<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-subterraneas>

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021, 18 10). *Agua*.

From Aguas Superficiales: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/aguas-superficiales>

International Bottled Water Association (IBWA). (2022, 12 21). *Market Size*. From Bottled water production united states: <https://www.ibisworld.com/industry-statistics/market-size/bottled-water-production-united-states/>

International Bottled Water Association. (2021, 11 02). *Bottled Water*. From BOTTLED WATER MARKET: <https://bottledwater.org/bottled-water-market/>

Istvan, S., & Constantin, K. (2021). Impact of Covid-19 Pandemic on Cross-Border Cooperations: Focusing on Local Products and Values. *Eurolimes*, 189-197.

Jacob, L. T. (2021). Automated Organic Web Harvesting on Web Data for Analytics. *Springer Nature Singapore Pte*, 131-142.

Khan, F. (2022). The Cost of Healthy Drinking Water. *Terra Science and Education*, 65-72.

- Kymäläinen, T. (2022). Consumer Perspectives on Bio-Based Products and Brands—A Regional Finnish Social Study with Future Consumers. *Sustainability*, 1-20.
- Lara, G., & Demmler, M. (2019). Social Currencies and Cryptocurrencies: Characteristics, Risks and Comparative Analysis. *CIRIEC-España*, 267.
- Li, X., Wang, H., Lu, Y., & Li, W. (2021). A Critical Survey on Renewable Energy Applications in the Philippines and China: Present Challenges and Perspectives. *Frontiers in Energy Research*, 1.
- Malik, H. A. (2021). Machine Learning Approach for Targeting and Recommending a Product for Project Management. *Mathematics*, 1-26.
- Mera, E. (2021). PERCEPCIÓN Y CONSUMO DEL AGUA EMBOTELLADA Y CALIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 53.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2022, 12 07). *Licenciamiento Ambiental*. From Contexto General:  
<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/licenciamiento-ambiental/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, 12 10). *Tasas Ambientales*. From Tasa Por Uso del Agua: <https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/tasa-por-uso-del-agua/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. *COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES*, 3.

Ministerio de Trabajo. (2022, 12 05). *FILCO*. From Calculadora de Inflación:

<https://filco.mintrabajo.gov.co/calculadora-inflacion/>

Mueller, A. (2022, 10 30). *WordCloud*. From WordCloud for Python documentation:

[https://amueller.github.io/word\\_cloud/index.html](https://amueller.github.io/word_cloud/index.html)

Naciones Unidas. (2021, 10 20). *Desafíos globales*. From Naciones Unidas - Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano: <https://www.un.org/es/global-issues/water>

Nafin. (2022, 12 25). *Fundamentos*. From Finanzas:

[https://www.nafin.com/portalnf/files/secciones/capitacion\\_asistencia/pdf/Fundamentos%20de%20negocio/Finanzas/finanzas3\\_6.pdf](https://www.nafin.com/portalnf/files/secciones/capitacion_asistencia/pdf/Fundamentos%20de%20negocio/Finanzas/finanzas3_6.pdf)

NumFOCUS. (2022, 10 21). *pandas*. From Documentation:

<https://pandas.pydata.org/docs/index.html>

NumFOCUS. (2022, 12 05). *NumPy*. From The fundamental package for scientific computing with Python: <https://numpy.org>

NumFOCUS. (2022, 12 05). *Pandas*. From pandas documentation:

<https://pandas.pydata.org/docs/index.html>

numpy-financial developers. (2022, 12 05). *NumPy Financial*. From numpy-financial 1.0.0:  
<https://numpy.org/numpy-financial/latest/#>

OIKOS. (2021). Todo lo que debe saber sobre la norma de sismo resistencia en Colombia.  
*Noticias constructora*, 1.

OpenAI. (2022, 11 27). *DALL·E*. From DALL·E preview app.:  
<https://beta.openai.com/docs/guides/images/introduction>

Páez, E. (2019). FEASIBILITY STUDY ON ALTERNATIVES FOR THE BOTTLED WATER  
 INDUSTRY. *ICAI de la Universidad Pontificia Comillas*, 9.

Páez, G. (2019). ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE  
 TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA,  
 ESPALDA SECTOR BAJO DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ. *Universidad  
 Santo Tomás*, 1- 96.

Pepsi Bottling Group, Inc. (2021, 11 02). *Aquafina*. From What is the history behind  
 Aquafina®?: <https://contact.pepsico.com/aquafinaca/article/what-is-the-history-behind-aquafina>

PEPSICO, INC. (2022, 09 25). *Aquafina*. From Ayuda/FAQ: <https://www.aquafina.com/es-US/faq.html>

PEPSICO, INC. (2022, 11 24). *Aquafina*. From FAQ Aquafina Sparkling:  
<https://www.aquafina.com/es-US/faq.html>

- Purwantono, H. Y., Gunawan, A. A., Tolle, H., Attamimi, M., & Budiharto, W. (2021). A literature review: Feasibility Study of technology to improve shopping experience. *Procedia Computer Science*, 469.
- Python Software Foundation. (2022, 10 20). *python.org*. From About:  
<https://www.python.org/about/>
- Rani, H. A. (2020). Financial feasibility study of batching plant investment on Sigli -Banda Aceh highway construction project. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1.
- Redondo, R. O. (2019). PROYECTO DE INVERSIÓN: CREACIÓN DE EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE AGUA EMBOTELLADA EN LA CIUDAD DE TACNA. *NEUMANN BUSINESS SCHOOL*, 1-153.
- Richardson, L. (2022, 10 20). *Beautiful Soup Documentation*. From Beautiful Soup:  
<https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/>
- Ridder, M. (2022, Julio 27). *Statista*. From Sales of the leading bottled still water brands in the United States in 2021: <https://www.statista.com/statistics/188312/top-bottled-still-water-brands-in-the-united-states/>
- Rios, R., & Duarte, S. (2021). Selection of ideal sites for the development of large-scale solar photovoltaic projects through Analytical Hierarchical Process – Geographic information systems (AHP-GIS) in Peru. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1.

- Rivera, D. (2017). ESTUDIO DE PRE - FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA POTABLE EN EL DEPARTAMENTO DE TUMBES. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA*, 123.
- Rodríguez, M., & Lindoso, E. (2014). La industria del agua embotellada en Europa, siglos XIX-XX. *AGUA y TERRITORIO*, 113.
- Sari, N. A. (2020). Preliminary Technical Feasibility Analysis, Operational, Economic of Radin Inten II International Airports Trains, South Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1.
- SciPy. (2022, 27 12). *SciPy*. From Fundamental algorithms for scientific computing in Python: <https://scipy.org>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: CONAGUA.
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA. (1999). *OPERACION y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE POTABILIZACION DE AGUA*. Cali: SENA, publicaciones.
- Stoots, S. e. (2021). Global Variations in the Mineral Content of Bottled Still and Sparkling Water and a Description of the Possible Impact on Nephrological and Urological Diseases. *Journal of Clinical Medicine*, 3-13.
- Suramericana S. A. (2020). RESERVAS GLOBALES DE AGUA. *Geociencias*, 5.

Suramericana S. A. (2020). RIESGOS EMERGENTES, RESILIENCIA Y SOSTENIBILIDAD. *Geociencias*, 43.

The Coca-Cola Company. (2022, 10 4). *Drink Smart Water*. From Glacéau Smartwater:  
<https://www.drinksmartwater.com>

The Matplotlib development team. (2022, 12 27). *Matplotlib*. From Matplotlib: Visualization with Python: <https://matplotlib.org>

Thi, T. &. (2020). *The Effect of Retail Electricity Price Levels on the FI Values of Smart-Grid Rooftop Solar Power Systems: A Case Study in the Central Highlands of Vietnam*. *Sustainability* 2020, 12, 9209; doi:10.3390/su12219209, pp. 5 y 6.

U.S. Department of Commerce. (2021, 04 21). *United States Census Bureau*. From Computer and Internet Use in the United States: 2018: <https://www.census.gov/newsroom/press-releases/2021/computer-internet-use.html>

UNICOR S.A. (2022, 12 23). *Envases de Vidrio*. From ENVASE DE VIDRIO:  
<https://www.unicorsa.com/producto/envase-de-vidrio-4598-flint-mca/>

Universidad EAFIT. (2022, 12 10). *Escuela de Administración*. From Consultorio Contable:  
<https://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/CT%20Costos%20ambientales.pdf>

Velásquez, E. &. (2011). EL COMERCIO INTERNACIONAL DE AGUA EMBOTELLADA-LA HIDROMAFIA. *VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua “Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA”*, 1-8.

Walmart. (2021, 11 03). *Food*. From Beverages/ Water: <https://www.walmart.com/ip/Great-Value-Purified-Drinking-Water-1-Gallon/10315383>

Zee Media Corporation Limited (ZMCL group). (2022, 09 03). *Wion News*. From Climate Tracker: <https://www.youtube.com/watch?v=vnwvWdzVm1g>

Zhang, X. L. (2021). Research Jungle on Online Consumer Behaviour in the Context of Web 2.0: Traceability, Frontiers and Perspectives in the Post-Pandemic Era. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 1740-1767.

Zhichkin, K. N. (2021). Formalization of risk analysis in software products for calculating the effectiveness of investment projects. Moscú: *Journal of Physics: Conference Series*.