



## Factores que intervienen en el método de presión de vapor REID

### Factors involved in the REID vapor pressure method

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18868958>

Estrada Finol, Jonathan David<sup>1</sup>

Correo: [profestrada@gmail.com](mailto:profestrada@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6904-196X>

Piña Centeno, Valeria Alejandra<sup>2</sup>

Correo: [valeriapa492@gmail.com](mailto:valeriapa492@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2229-9735>

Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Cabimas, Venezuela

### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo describir los factores que intervienen en el método de presión de vapor Reid para el cálculo de la presión de vapor en derivados del petróleo. Para ello se considera la norma ASTM D323.15A, entre otros aportes. A nivel metodológico se optó por una macro modalidad científica con diseño documental, siendo un tipo de investigación descriptiva y analítica. La unidad de análisis será en base al método de Presión de Vapor Reid. Se describieron los factores que influyen en el método. Durante la investigación se analizó cómo los diversos factores afectan la medición de la presión de vapor Reid, entre ellos la temperatura de operación, la composición química de la muestra y las condiciones de la medición como la presión atmosférica. La presión de vapor aumenta con la temperatura y es mayor en líquidos compuestos por hidrocarburos más ligeros y volátiles, como el metano y el propano, y menor en compuestos pesados como los del diésel. Además, la presencia de sustancias con diferentes propiedades químicas y fuerzas intermoleculares modifica la volatilidad, retando la precisión de la medición. Finalmente se concluyó como cada una de las propiedades expuestas afectan de tal manera el método, por lo que se considera importante tenerlas en cuenta al momento de llevar a cabo el ensayo. Así mismo, se recomienda tener en cuenta los factores descritos al momento de realizar la medición de la Presión de Vapor Reid para una muestra específica. Esto debido a que la compresión de dichos factores puede ayudar a predecir el comportamiento del ítem de ensayo.

**Palabras clave:** Presión de vapor Reid, factores, presión de vapor

### Abstract

The present research aimed to describe the factors involved in the Reid vapor pressure method for calculating vapor pressure in petroleum derivatives. For this purpose, ASTM standard D323.15A, among other contributions, was considered. Methodologically, a macro scientific modality with a documentary

<sup>1</sup> Ingeniero en Petróleo. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Cabimas, Venezuela

<sup>2</sup> Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Cabimas, Venezuela



design was chosen, being a descriptive and analytical type of research. The unit of analysis was based on the Reid Vapor Pressure method. The factors influencing the method were described. During the study, the various factors affecting the measurement of Reid vapor pressure were analyzed, including the operating temperature, chemical composition of the sample, and measurement conditions such as atmospheric pressure. Vapor pressure increases with temperature and is higher in liquids composed of lighter and more volatile hydrocarbons, such as methane and propane, and lower in heavier compounds like diesel. Additionally, the presence of substances with different chemical properties and intermolecular forces modifies volatility, challenging measurement accuracy. Finally, it was concluded how each of the exposed properties significantly affects the method, making it important to consider them when conducting the test. Likewise, it is recommended to account for the described factors when measuring Reid Vapor Pressure for a specific sample, as understanding these factors can help predict the behavior of the test item.

**Keywords:** Reid vapor pressure, factors, vapor pressure

## Introducción

La presión de vapor es un parámetro fundamental en la caracterización de sustancias químicas, especialmente en el caso de los hidrocarburos derivados del petróleo. La presión de vapor de una sustancia es la presión ejercida por sus moléculas en equilibrio entre la fase líquida y la fase gaseosa a una temperatura específica. En el caso de los hidrocarburos, la presión de vapor es un indicador crucial de su volatilidad, influyendo directamente en su manejo, almacenamiento y transporte.

En este contexto, el método de Presión de Vapor Reid, estandarizado bajo la norma ASTM D323-15A, se ha convertido en un referente ampliamente utilizado para la determinación de la presión de vapor en productos derivados del petróleo. Este método proporciona información crucial sobre la volatilidad de los hidrocarburos, lo que resulta fundamental para garantizar la seguridad y calidad de los productos petrolíferos.

La investigación se centra en estudiar y analizar los factores físicos y químicos que inciden en el comportamiento de la presión de vapor, desde aspectos como la temperatura, su naturaleza química, fuerzas intermoleculares hasta la influencia de la presión atmosférica y la temperatura. La relevancia del presente estudio radica en el análisis de estos factores para una mejor comprensión y manejo de estos factores en la industria petrolera, donde la volatilidad de los derivados del petróleo afecta las operaciones de almacenamiento y transporte de dichos fluidos, afectando en su eficiencia y calidad.



El artículo se estructura en varios apartados que incluyen los fundamentos teóricos, basados en investigaciones previas, resultados de la revisión bibliográfica, su respectivo análisis cualitativo y finalmente la discusión de los resultados y conclusiones.

## **1. Fundamentación teórica**

La presente investigación está basada principalmente en los trabajos que se mencionan a continuación, los cuales sirvieron de apoyo y referencia. Inicialmente Castillo y col (2023) efectuaron un trabajo titulado Influencia de las Condiciones de Almacenamiento en la Presión de Vapor Reid, Formación de Gomas y el Número de Octano Research de la Gasolina, cuyo objetivo fue estudiar la influencia de las condiciones de almacenamiento en la evaporación volátiles en el método de presión de vapor Reid. Concluyeron que los parámetros físicos-químicos de la gasolina se conservan dentro de los valores establecidos por la norma ecuatoriana, cuando el almacenamiento de las muestras es en recipientes cerrados a  $-14^{\circ}\text{C}$  por un periodo de tiempo menor a 80 días, destacando la importancia del análisis de la temperatura y otros factores en el proceso.

Tameemi (2019), desarrolló una investigación cuyo objetivo principal fue la evaluación de la adición de mezclas éter diisopropílico + aceite de oliva y éter diisopropílico + aceite de oliva + anilina, en el índice de octano y la Presión de Vapor Reid de gasolina con diferentes composiciones químicas, Los dos aditivos observaron una disminución significativa de la Presión de Vapor Reid y del poder calorífico de las fracciones originales cuando se mezclaron con gasolina. Sin embargo, los aditivos que se añadieron en 8, 10, 15% vol a la mezcla de gasolina, el aumento de Número de Octano Research fue de 0,9-23,9. Asimismo, el autor concluyó que las mezclas de componentes utilizados actúan positivamente para mejorar el índice de octano. Esta investigación pudo resaltar la importancia de la composición de las sustancias en el proceso de medición de la presión a través del método de presión de vapor Reid.

### **1.1. Factores**

Para Preton (2014) indica que “un factor es un elemento que influye en algo. De esta manera, los factores son los distintos aspectos que intervienen, determinan o influyen para que una cosa sea de un modo concreto”. En el mismo orden de ideas Bembibre (2019) explica, “se entiende por factores a aquellos elementos que pueden condicionar una situación, volviéndose los 18 causantes de la evolución



o transformación de los hechos. Un factor es lo que contribuye a que se obtengan determinados resultados al caer sobre él la responsabilidad de la variación o de los cambios”. En conclusión, son elementos o circunstancias que influyen en un resultado o situación específica.

## **1.2. Temperatura**

Los autores Incropera, y otros (2013), definen la temperatura como "una medida de la energía cinética promedio de las moléculas en un sistema". Del mismo modo, Moran y otros (2014) la explican como "la medida de la capacidad de un cuerpo para ceder calor a otro cuerpo". En otras palabras, es una forma de expresar cuán caliente o frío está un objeto o un entorno. Cuando la temperatura de un objeto aumenta, las partículas que lo componen se mueven más rápidamente, lo que resulta en un aumento de la energía térmica. La temperatura se relaciona con la cantidad de calor que un objeto contiene.

## **1.3. Naturaleza química de las sustancias**

Silberberg y Amateis (2017) alega que “la naturaleza química de una sustancia se refiere a las propiedades y comportamientos que resultan de su estructura molecular y su composición química” (p.14). Por otra parte, Solorzano M. (2016) dice “la naturaleza de las sustancias es una de los temas más estudiados por la química, ya que, de acuerdo a ésta, están determinados los tipos de reacciones que se presentan de acuerdo a los reactivos en un proceso”. En conclusión, se refiere a la composición química y las propiedades específicas de esa sustancia. Esto incluye la identificación de los elementos y compuestos químicos que la conforman, así como sus reacciones químicas, estructura molecular y comportamiento en diferentes condiciones.

## **1.4. Fuerzas intermoleculares**

Para Monk (2007) “las fuerzas intermoleculares son las interacciones no covalentes entre moléculas que mantienen unidas las sustancias en estado líquido y sólido, y afectan sus propiedades físicas y químicas”. Según, Stephanos y Addison (2017) “Las fuerzas intermoleculares son fuerzas de atracción o repulsión que actúan entre partículas vecinas (átomos, moléculas o iones)”. Por lo tanto, estas fuerzas son responsables de mantener unidas a las moléculas en los estados líquido y sólido, y también influyen en el punto de ebullición, el punto de fusión y la solubilidad de las sustancias.



### 1.5. Superficie de exposición

Jones y Atkins (2009) abordan la superficie de exposición como “el área superficial de un material que participa en una reacción química, lo que puede influir en la velocidad y la eficiencia de la reacción”. Asimismo, Brown, LeMay, y otros (2017) definen la superficie de exposición como “el área de contacto entre los reactivos en una reacción química, lo que determina la tasa a la cual ocurre la reacción”. Por lo tanto, la superficie de exposición es el área de la superficie de un líquido que está en contacto con el aire. Cuanto mayor sea esta área, mayor será la tasa de evaporación y, por lo tanto, mayor será la presión de vapor.

### 1.6. Presión atmosférica

De acuerdo con González y col (2012),

la presión está definida como el cociente entre la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie. Por lo tanto, la presión atmosférica es numéricamente igual al peso de una columna de aire que tiene como base la unidad de superficie y como altura la de la atmósfera.

No obstante, Mayhew (2009) explica que es “presión ejercida por la atmósfera como resultado de la atracción gravitatoria ejercida sobre la columna de aire situada sobre un punto determinado. La presión atmosférica, medida en milibares, disminuye logarítmicamente con la altura” (p. 10). Dado a esto, la presión atmosférica es la fuerza ejercida por la columna de aire que se encuentra sobre un determinado punto en la superficie de la Tierra. Esta presión sufre variaciones debido a cambios en la temperatura, la altitud y el comportamiento climático. Una presión atmosférica alta indica aire denso y, por lo tanto, generalmente un clima estable y despejado, mientras que una presión atmosférica baja indica aire menos denso y, por lo tanto, tiende a estar asociada con condiciones climáticas inestables y lluviosas.

### 1.7. Evaporación

Helmenstine (2019) establece “la evaporación es el proceso por el cual las moléculas experimentan una transición espontánea de la fase líquida a la fase gaseosa. La evaporación es lo contrario de la condensación. Para que se produzca la evaporación, las moléculas de un líquido deben estar cerca de la superficie, alejarse del cuerpo del líquido y tener suficiente energía cinética para escapar de la interfase. Cuando las moléculas escapan, la energía cinética media de las moléculas restantes disminuye. Esto



reduce la temperatura del líquido y es la base del fenómeno de enfriamiento por evaporación”. Del mismo modo, Goodstein (2014) "Un líquido también puede transformarse en gas sin hervir. Este proceso se denomina evaporación. Se produce cuando las partículas de la superficie expuesta de un líquido absorben la energía suficiente para separarse del líquido y escapar al aire". De esta manera la evaporación es el proceso mediante el cual una sustancia líquida se convierte en vapor o gas a temperaturas inferiores a su punto de ebullición. Durante la evaporación, las moléculas de la sustancia líquida adquieren suficiente energía cinética para escapar de la superficie del líquido y pasar al estado gaseoso.

### **1.8. Condensación**

Según el Collins COBUILD Key Words for Chemical Engineering (2013) establece “la condensación de vapor en una superficie tiene lugar cuando la temperatura de la superficie es inferior a la temperatura de saturación. La condensación es la acción de convertir un vapor en líquido por contacto con una superficie fría” (p. 21). Para Goodstein (2014), “si te das una ducha caliente en un cuarto de baño cerrado, es probable que el espejo se "empañe". El “empañado” consiste en pequeñas gotas de agua que se forman en la superficie fría del espejo. Parte del agua caliente de la ducha se evapora, por lo que el aire del cuarto de baño contiene mucho vapor de agua. Cuando el vapor de agua entra en contacto con superficies más frías, como el espejo, se enfría y pierde energía. Las partículas de agua más frías ya no tienen energía suficiente para vencer las fuerzas de atracción entre ellas. Se juntan y forman gotas de agua líquida. El proceso por el que un gas se convierte en líquido se llama condensación”. De lo anterior descrito se tiene que la condensación se refiere al proceso en el cual una sustancia en estado gaseoso pasa a un estado líquido o sólido. Esto ocurre generalmente cuando las partículas gaseosas pierden energía cinética, lo que las lleva a juntarse y formar una fase condensada. Este proceso puede ocurrir por enfriamiento, compresión o por reacciones químicas específicas.

### **1.9. Saturación de aire**

Dincer y Rosen (2007) definen “el aire saturado es una mezcla saturada de aire y vapor de agua, en la que el vapor se encuentra a la temperatura y presión de saturación”. Asimismo, Park (2007) establece “aire que contiene tanto vapor de agua como puede contener en las condiciones existentes (de temperatura y presión), de modo que se producirá condensación si se añade más vapor de agua”.



La saturación de aire se refiere al punto en el que el aire contiene la máxima cantidad de vapor de agua que puede retener a una temperatura y presión dadas. Cuando el aire alcanza su capacidad máxima de retención de vapor de agua, se dice que está saturado. La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener depende de la temperatura: a temperaturas más altas, el aire puede retener más vapor de agua antes de alcanzar la saturación.

### **1.10. Punto de ebullición**

Smith (2018) establece que el punto de ebullición corresponde a la temperatura específica donde un líquido comienza a transformarse en vapor en todo su volumen, este fenómeno está influenciado por la energía cinética de las moléculas y su interacción intermolecular. Los puntos de ebullición son muy sensibles a los cambios en la presión aplicada, por lo que todos los puntos de ebullición deben indicarse con la presión medida. El "punto de ebullición normal" de un compuesto se refiere a su punto de ebullición a una presión de 760 mmHg" (p. 15-19). Por consiguiente, Oxford A Dictionary of Chemistry (2008), establece "temperatura a la que la presión de vapor saturado de un líquido es igual a la presión atmosférica externa. Como consecuencia, se forman burbujas en el líquido y la temperatura permanece constante hasta que todo el líquido se ha evaporado. Dado que el punto de ebullición de un líquido depende de la presión atmosférica externa, los puntos de ebullición suelen indicarse para la presión atmosférica estándar (760 mmHg = 101 325 Pa)" (p. 32). Según lo planteado, se puede definir como punto de ebullición, el momento donde mediante la agregación de calor a una sustancia, ésta tiende a cambiar de fase o estado que pasa de líquido a vapor. Es importante destacar que cuando una materia pasa de su punto de ebullición específico, a esto se le denomina temperatura crítica, ocasionando que haya un aumento de presión y no se pueda transformar el compuesto.

## **2. Metodología**

La investigación se enmarca dentro de la modalidad científica, desde la perspectiva de Arias (2016), "la investigación científica es un proceso metódico y sistemático dirigido a la solución de problemas o preguntas científicas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución o respuesta a tales interrogantes". Así mismo se enfoca en un diseño documental según lo que establece de acuerdo con los criterios establecidos por Arias (2016), se considera del tipo de investigación descriptiva ya que radica en descubrir algunas características fundamentales de



fenómenos, en función a la presente investigación se lograron describir cada una de los factores que afectan el proceso de medición en el método de presión de vapor Reid.

La unidad de análisis corresponde al método de Presión de Vapor Reid como objeto de estudio. Se centra específicamente en el estudio de los factores que intervienen en la medición de la presión de vapor en derivados del petróleo por medio del método de Vapor Reid en condiciones definidas en la norma ASTM D323-15A, considerando los aspectos teóricos.

Para las recolección y análisis de datos, se empleó la revisión documental, la cual permitió obtener información teórica de los factores y la revisión de antecedentes sobre el método, incluyendo normas que regulan su uso, posterior a la recopilación de datos se realizó un análisis cualitativo el cual permitió analizar el impacto de los factores estudiados en la medición de la presión de vapor en derivados del petróleo usando el método de presión de vapor Reid.

### 3. Resultados

Para comprender el método de Presión de Vapor Reid es necesario entender las propiedades presentes en las sustancias que se tienen por muestra, lo que permite prever cómo afectan el comportamiento y la estabilidad de los compuestos. La presión de vapor depende de varios factores, a continuación, se presentan una serie de cuadros donde se describen los factores que intervienen en la presión de vapor y por ende en el método Reid:

#### *Temperatura*

En el método de Presión de Vapor Reid es necesario manejar valores específicos de temperatura, se estima sean a 37.8°C o su equivalente a 100°F, Se realiza a esta temperatura debido a que se considera la temperatura máxima representativa de las condiciones ambientales a las que los derivados volátiles del petróleo suelen estar expuestos en meses de verano. A esta temperatura los compuestos volátiles de la muestra empiezan a evaporarse y a formar vapores. Se entiende que a medida que aumenta la temperatura, la energía cinética de las moléculas del líquido también aumenta, lo que facilita su escape de la fase líquida y su transición a la fase gaseosa. Además, la presión de vapor Reid a 37.8°C es un parámetro crítico en la industria petrolera porque está relacionado con la volatilidad y la inflamabilidad de los productos petrolíferos.



### *Naturaleza química de las sustancias*

En el método Reid, conocer la naturaleza química de cada muestra es de suma importancia, Influye en la presión de vapor Reid debido a que diferentes compuestos químicos tienen diferentes propiedades de evaporación y volatilidad. Por ejemplo, la gasolina generalmente contiene hidrocarburos más ligeros y volátiles en comparación con el diésel, que contiene hidrocarburos más pesados y menos volátiles.

La naturaleza química de una sustancia determinara el comportamiento de la muestra en el ensayo, debido a que las interacciones moleculares y la facilidad con la que las moléculas pueden escapar de la fase líquida son fundamentales para medir con precisión la presión de vapor. Por lo tanto, comprender la composición química de las muestras es crucial para interpretar los resultados obtenidos mediante este método. Los principales compuestos que conforman la gasolina son los hidrocarburos saturados como el metano, etano, propano y butano. Estos compuestos tienen una estructura molecular lineal y suelen tener una presión de vapor más baja en comparación con los hidrocarburos insaturados, como el etileno y propileno. Debido a la presencia de enlaces dobles o triples, estos compuestos tienden a tener una presión de vapor más alta que los hidrocarburos saturados. Por otra parte, los aromáticos como el benceno, tolueno y xilenos tienden a tener una presión de vapor intermedia debido a su estructura molecular plana y compacta. En general, la presión de vapor de la gasolina está influenciada por la composición relativa de estos diferentes tipos de hidrocarburos.

### *Fuerzas intermoleculares*

En el PVR se considera que al estudiar las fuerzas intermoleculares se puede predecir y comprender cómo la sustancia se comportará en condiciones específicas de temperatura y presión, lo que es fundamental para la caracterización y estudio de las propiedades fisicoquímicas de las muestras, En el método de presión de vapor de Reid, se coloca una muestra líquida en un recipiente cerrado y se calienta a una temperatura constante. A medida que la temperatura aumenta, algunas moléculas de la sustancia adquieren suficiente energía cinética para vencer las fuerzas intermoleculares que las mantienen unidas en el líquido y se evaporan, formando un equilibrio dinámico entre la fase líquida y la fase gaseosa.

Las fuerzas intermoleculares más fuertes, como los enlaces de hidrógeno, requerirán una mayor cantidad de energía para romperse, lo que significa que las moléculas tendrán menos probabilidad de escapar y la presión de vapor será más baja. Por otro lado, las sustancias con fuerzas intermoleculares



más débiles, tendrán una presión de vapor más alta, ya que las moléculas pueden escapar más fácilmente. Dependiendo de la estructura exacta de cada compuesto, las muestras pueden estar sometidas a distintas fuerzas intermoleculares, en general los hidrocarburos poseen las fuerzas de Van der Waals y las fuerzas de dispersión de London.

### *Superficie de exposición*

La superficie de exposición de una sustancia durante el PVR juega un papel importante en la medición de la presión de vapor y en la precisión de los resultados obtenidos, La superficie de exposición se refiere al área de la muestra líquida que está en contacto con la fase gaseosa en el recipiente cerrado donde se lleva a cabo el experimento. Afecta la tasa de evaporación de la sustancia, dado que, a mayor superficie de contacto entre la fase líquida y la fase gaseosa, más moléculas pueden escapar y formar vapor.

Es importante controlar y estandarizar la superficie de exposición durante el método de presión de vapor de Reid para garantizar resultados precisos y comparables. Dado a esto, la superficie de exposición de la muestra debe estar nivelada con el borde de la cámara de líquido o porta muestra. Del mismo modo, al llenar la cámara de líquido se debe asegurar que la muestra no contenga burbujas de aire, de esta manera se garantiza una medición precisa de la presión de vapor.

### *Presión atmosférica*

La presión atmosférica puede afectar e intervenir en la ejecución del método, La presión atmosférica influye en la cantidad de vapor que una sustancia puede evaporar y en la presión total dentro del sistema cerrado donde se realiza el experimento. Cuando una sustancia se encuentra en un recipiente cerrado, parte de ella se evapora y forma un equilibrio entre la fase líquida y la gaseosa. La presión atmosférica afecta este equilibrio: una presión atmosférica más alta dificulta la evaporación de la sustancia, disminuyendo la presión de vapor medida. Por otro lado, una presión atmosférica más baja facilita la evaporación, aumentando la presión de vapor medida. Para medir la presión de vapor, se utiliza un manómetro que registra la presión total dentro del recipiente cerrado.



### *Evaporación*

Este factor es de suma importancia y es una propiedad presente en los ítems de ensayo del método Reid, La evaporación de una muestra es un parámetro importante en el método de presión de vapor de Reid, ya que afecta directamente la cantidad de vapor que la sustancia puede liberar en un sistema cerrado. Este factor se refiere a la relación entre la masa de la sustancia evaporada y la masa total de la muestra.

Una mayor tasa de evaporación significa que habrá más moléculas de la sustancia en fase gaseosa, lo que se traduce en una presión de vapor más alta. Por otro lado, si el factor de evaporación es bajo, significa que la sustancia tiene una baja capacidad y, por lo tanto, generará menos vapor en el equilibrio líquido-gas. Esto puede resultar en una presión de vapor más baja medida en el experimento.

### *Condensación*

Durante el proceso de condensación, las moléculas de vapor se reúnen y se convierten en líquido, lo que contribuye a mantener el equilibrio entre las fases líquida y gaseosa. Este equilibrio es esencial para determinar con precisión la presión de vapor de la muestra en el recipiente cerrado. La condensación juega un papel importante en la estabilización del sistema y en la obtención de datos confiables. Al asegurar que se produzca una condensación adecuada, se garantiza que el equilibrio entre las fases se mantenga constante y que los valores de presión de vapor medidos sean representativos de las propiedades de la sustancia en estudio.

### *Saturación de aire*

La saturación de aire se refiere a la cantidad de vapor de agua presente en el aire que rodea la muestra en el recipiente cerrado durante el proceso de medición. Por lo tanto, de acuerdo con la norma ASTM D323 – 15 A, “Con la muestra a una temperatura entre 0°C y 1°C, sacar el recipiente del baño de enfriamiento, secarlo con un material absorbente, quitar la tapa momentáneamente cuidando que no entre agua, volver a sellar y agitar enérgicamente. Regresar al baño de enfriamiento por un mínimo de 2 min”. Cuando el aire está saturado de vapor de agua, puede haber una competencia entre las moléculas de vapor de agua y las moléculas de la muestra en el equilibrio entre las fases líquida y gaseosa. Esto puede resultar en una presión de vapor aparentemente más alta de lo que realmente es, lo que afectaría la precisión de la medición. Además, la saturación de aire también puede afectar la velocidad y eficiencia del proceso



de medición. Un exceso de vapor de agua en el aire puede dificultar la condensación de la muestra, lo que podría ralentizar el equilibrio entre las fases y prolongar el tiempo necesario para obtener resultados estables. Al sacar la muestra del baño de enfriamiento, secarla con un material absorbente y agitarla enérgicamente, se eliminan posibles trazas de agua o humedad. Al quitar la tapa momentáneamente, se evita que el vapor generado durante la agitación se acumule bajo la tapa, lo que podría afectar la medición de la presión de vapor, y al volver a colocar la muestra en el baño de enfriamiento la temperatura se estabiliza.

### *Punto de ebullición*

El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la cual la presión de vapor de la sustancia iguala la presión atmosférica circundante, lo que provoca que la sustancia pase de estado líquido a estado gaseoso. En el método de presión de vapor de Reid, esta propiedad está directamente relacionada con la presión de vapor de la muestra a una temperatura específica, cuanto más baja sea la presión de vapor de una sustancia a una determinada temperatura, más baja será su temperatura de ebullición. Por lo tanto, el punto de ebullición es un indicador clave de la volatilidad de una sustancia y su capacidad para evaporarse a una temperatura determinada. Una muestra con un punto de ebullición bajo tendrá una presión de vapor más alta a una temperatura dada en comparación con una muestra con un punto de ebullición más alto.

### **3.1. Análisis y discusión de los resultados**

Para entender profundamente el método de Presión de Vapor Reid (PVR) es fundamental considerar las características intrínsecas de las sustancias analizadas y las condiciones bajo las cuales se realiza la medición. La presión de vapor, al ser la presión ejercida por el vapor en equilibrio con su fase líquida a una temperatura dada, está influenciada por múltiples factores que condicionan el comportamiento y la estabilidad de las muestras.

Uno de los factores más críticos es la temperatura de operación, que en el método Reid se estandariza a 37.8°C (100°F). Esta temperatura no es arbitraria; representa la máxima a la que comúnmente los derivados volátiles del petróleo están expuestos, especialmente en climas cálidos. A esta temperatura, las moléculas de los compuestos volátiles adquieren suficiente energía cinética para escapar de la fase líquida hacia la gaseosa, formando el vapor medido en este método. Por lo tanto, la temperatura



afecta directamente la magnitud de la presión de vapor, aumentando su valor conforme sube la temperatura, lo que a su vez es indicativo de la volatilidad e inflamabilidad del producto. Esta conexión es esencial para la industria petrolera porque garantiza que la evaluación refleje condiciones reales de almacenamiento y transporte donde la seguridad es primordial.

No menos importante es la composición química de la muestra. La presión de vapor varía según el tipo de hidrocarburos presentes, sus pesos moleculares y estructuras. Por ejemplo, la gasolina está compuesta principalmente por hidrocarburos saturados ligeros (metano, etano, propano, butano) que tienden a evaporarse con relativa facilidad, lo que se traduce en presiones de vapor más altas. En contraste, el diésel contiene hidrocarburos más pesados y menos volátiles, resultado en presiones significativamente menores.

Los hidrocarburos insaturados, como etileno y propileno, exhiben presiones de vapor más elevadas debido a sus enlaces dobles o triples que modifican su estabilidad molecular. Los aromáticos (benceno, tolueno, xilenos), con estructuras planas y compactas, presentan presiones intermedias. Comprender esta composición permite interpretar cómo las diferencias químicas afectan la volatilidad y, por ende, la presión de vapor medida, lo que es fundamental para una adecuada caracterización del producto.

Las fuerzas que mantienen unidas las moléculas en estado líquido también juegan un papel decisivo. Moléculas que están sujetas a fuerzas intermoleculares fuertes (como enlaces de hidrógeno) requieren más energía para separarse y, por lo tanto, presentan menor presión de vapor. En hidrocarburos, predominan fuerzas débiles de Van der Waals y fuerzas de dispersión de London, facilitando la evaporación.

Durante el calentamiento a temperatura constante en el método Reid, algunas moléculas consiguen vencer estas fuerzas y escapar, equilibrando las fases líquida y gaseosa. Este equilibrio es la base para medir de forma precisa la presión de vapor. Entender la magnitud de estas fuerzas permite predecir mejor la volatilidad y comportamiento del fluido bajo análisis.

El área de contacto entre la fase líquida y gaseosa —la superficie de exposición— determina la tasa a la cual las moléculas pueden evaporarse. Una mayor superficie ofrece más oportunidad para que las moléculas escapen, elevando la presión de vapor medida. Por esto, es crucial mantener la superficie



de exposición constante y nivelada, y evitar la presencia de burbujas de aire en la muestra, para garantizar la repetibilidad y precisión en los resultados.

La presión del ambiente donde se realiza la medición influye notablemente en el equilibrio de fases. Una presión atmosférica alta dificulta la evaporación y reduce la presión de vapor medida dentro del sistema cerrado, mientras que una baja presión facilita la evaporación, aumentando la presión de vapor aparente. Es importante contar con mediciones cuidadosas mediante manómetros calibrados para reflejar la presión total del sistema y corregir las influencias atmosféricas según sea necesario.

La evaporación es la base del método, es el proceso donde las moléculas pasan de líquido a vapor. Su tasa afecta directamente la cantidad de vapor en equilibrio. Si la tasa es alta, aumenta la presión de vapor; si es baja, el equilibrio vapor-líquido se desplaza hacia el líquido, menor presión.

Por otro lado, la condensación mantiene estable este equilibrio, ya que las moléculas vaporosas que se enfrían regresan a líquido, estabilizando la presión medida. La adecuada condensación asegura mediciones fiables y representativas del comportamiento real del producto, siendo clave para evitar fluctuaciones imprevistas durante el ensayo. Finalmente, la saturación del aire dentro del recipiente es un aspecto que afecta la exactitud. El aire con contenido de vapor de agua compite con los vapores de la muestra, a veces elevando la presión de vapor medida por un efecto aparente. La norma ASTM D323-15A recomienda procesos específicos como la agitación y secado del recipiente entre etapas para minimizar la humedad residual, evitando así errores en la medición y garantizando la reproducibilidad del método.

Este parámetro final conecta íntimamente con la presión de vapor: sustancias con un punto de ebullición bajo presentan mayor presión de vapor a temperaturas dadas, reflejando una volatilidad superior. En otras palabras, este punto es un indicador físico que se alinea con la presión de vapor medida y ayuda a clasificar los compuestos según su tendencia a evaporarse en condiciones ambientales típicas.

El método de Presión de Vapor Reid es una herramienta robusta que, si se controla adecuadamente cada uno de estos factores, permite medir con precisión la volatilidad de derivados del petróleo. La comprensión de estas variables no solo facilita una interpretación más sólida de los resultados, sino que también contribuye a mejorar la seguridad, almacenamiento y transporte de estos productos críticos en la industria energética.



## Conclusiones

Una vez presentados los resultados de la investigación, la cual tuvo como objetivo general, Describir los factores que intervienen en el método de Presión de Vapor Reid bajo la norma ASTM D323-15A, se generan las siguientes consideraciones finales, las cuales se detallan a continuación:

Al describir los factores que intervienen en el método de Presión de Vapor Reid, se detalló como cada una de las propiedades expuestas afectan de tal manera el método, por lo que se considera importante tenerlas en cuenta al momento de llevar a cabo el ensayo. Por ende, el objetivo fue logrado satisfactoriamente al describir y explicar cada uno de los factores que están relacionados a la presión de vapor.

Así mismo, se recomienda tener en cuenta los factores descritos al momento de realizar la medición de la Presión de Vapor Reid para una muestra específica. Esto debido a que la comprensión de dichos factores puede ayudar a predecir el comportamiento del ítem de ensayo.

## Referencias

- Arias (2016). *El Proyecto de investigación: guía para su elaboración*. Editorial Episteme.
- Atkins y Jones (2009). *Chemical Principles*. (Cuarta Edición). Editorial W.H Freeman and Co. Estados Unidos.
- Brown, LeMay, Bursten, Murphy, y Woodward (2017). *Chemistry: The Central Science*. (Novena Edición). Editorial Pearson Prentice Hall. Estados Unidos.
- Collins Dictionary. Gasoline: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/gasoline> [Consulta: 2023, diciembre 10].
- Dincer y Rosen (2007). *Exergy: analysis of psychrometric processes*. Editorial Elsevier. Países Bajos.
- González, P. y Espina, L. (2012). Influencia de la presión atmosférica en las transmisiones a frecuencias 2.4 GH. *Telematique*, vol. 11, núm. 2. <https://ojs.urbe.edu/index.php/telematique/en/article/view/2023>
- Goodstein (2014). *States of Matter*. Editorial Dover Publications, Inc. Estados Unidos.
- Mayhew (2009). *Dictionary of Geography* (Cuarta Edición). Editorial Oxford University Press. Reino Unido.
- Helmenstine, A. (2019). *Evaporation: Definition and process*. ThoughtCo. [Consulta: 2023, diciembre 10].
- Monk (2007). *Physical Chemistry: Understanding our Chemical World*. Editorial Wiley. Reino Unido.



- Oxford University Press (2008). *Dictionary of Chemistry*. Edited by: John Daintith. [Consulta: 2023, diciembre 10].
- Norma ASTM D323- 15A. *Método de prueba estándar para presión de vapor de productos derivados del petróleo* (método Reid). ASTM International (2015).
- Norma ASTM D4057. *Práctica para muestreo manual de petróleo y productos derivados del petróleo*. ASTM International (2000).
- Park (2007). *Dictionary of Environment and Conservation*. (Primera Edición). Editorial Oxford University Press. Reino Unido.
- Silberberg (2017). *Chemistry - The Molecular Nature of Matter and Change*. (Octava Edición). Editorial McGraw Hill Education. Estados Unidos.
- Smith, J. (2018). *Chemical engineering thermodynamics* (8va ed.). McGraw-Hill Education.
- Solorzano (2016). *Naturaleza de Sustancias en Química*. [Documento en línea]. Disponible: <https://es.scribd.com/document/308285304/Naturaleza-de-sustancias-en-quimica> [Consulta: 2023, diciembre 10].
- Stephanos y Addison (2017). *Electrons, Atoms and Molecules in Inorganic Chemistry*. Editorial Elsevier y Academic Press. Países Bajos.

### **Declaración de conflicto de interés y originalidad**

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **Revista Ethos**, los autores **Estrada Finol, Jonathan David y Piña Centeno, Valeria Alejandra** declaran al Comité Editorial que no tienen situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: **Factores que intervienen en el método de presión de vapor Reid**, en relación con su publicación. De igual manera, declaran que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consienten que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad, así también declaran que, en la preparación de este manuscrito, no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

