



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y
BIOQUÍMICA**

TESIS

**“VALIDACIÓN DE UN MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE
AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE SULFATO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

Presentado por:

Bachiller: Raqui Marmanillo, Nataly Melissa

ASESORA:

Dra. Q.F. Sonia Haydeé Rojas Rosales

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias Químicas y Bioquímicas

Huancayo- Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios porque cada día me demuestra su amor dándome la oportunidad de ser mejor persona y profesional a pesar de los obstáculos.

Gracias a mis padres que siempre me brindaron su apoyo infinito, a mis hermanitos que los amo con todas mis fuerzas y son mi motivo para seguir adelante y a mis queridos amigos que siempre me alentaron con sus bellas palabras para culminar el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios y a mi querida asesora de tesis el Dra. Q.F. Sonia Haydeé Rojas Rosales por su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de mi trabajo.

JURADOS

PRESIDENTE:

Mg. Lopez Calderón Rocio Jeronima

MIEMBRO SECRETARIA:

Mg. Lavado Morales Ivar Jines

MIEMBRO VOCAL:

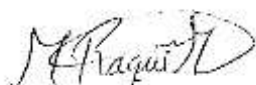
Dra. Q.F. Rojas Rosales Sonia Haydeé

MIEMBRO SUPLENTE:

Dra. Q.F. Andamayo Flores Diana Esmeralda

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, RAQUI MARMANILLO, NATALY MELISSA de Nacionalidad Peruana, Identificado con DNI N° 43638766, Tesista de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller de Farmacia y Bioquímica, domiciliado en AA. HH. Los Ángeles Mz. D Lt. 9 Ventanilla - Callao. DECLARO BAJO JURAMENTO: QUE TODA LA INFORMACION PRESENTADA ES AUTENTICA Y VERAZ. Me afirmo y me ratifico en lo expresado, en señal de lo cual firmo el presente documento.



Firma DNI N.º 43638766

ÍNDICE

Carátula.	<i>i</i>
Dedicatoria	<i>ii</i>
Agradecimiento.....	<i>iii</i>
Página de Jurado.....	<i>iv</i>
Declaración de Autenticidad	<i>v</i>
ABSTRACT	<i>x</i>
I. INTRODUCCIÓN	11
II. METODOLOGIA	41
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	41
2.2. Operacionalización de Variables	42
2.3. Población, Muestra y Muestreo	43
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad....	43
2.5. Procedimiento.....	44
2.6. Método de análisis de datos.....	45
2.7. Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSION.....	51
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
VIII. ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N.º 1 Métodos para determinar Sulfatos en agua	27
Tabla N.º 2 Variable Independiente	42
Tabla N.º 3 Dependiente.....	42
Tabla N.º 4 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg /L de sulfatos.	46
Tabla N.º 5 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg /L de sulfatos.	47
Tabla N.º 6 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg /L de sulfatos.	48
Tabla N.º 7 Datos de la absorbancia en función de concentración	49
Tabla N.º 8 Estimación lineal	50
Tabla N.º 9 Datos de la curva de calibración para fijar la recta	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N.º 1 Estructura del Sulfato.....	23
Figura N.º 2 Formación del Sulfato de Bario	26
Figura N.º 3 Gráfico 1 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg /L de sulfatos	46
Figura N.º 4 Gráfico 2 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg /L de sulfatos	47
Figura N.º 5 Gráfico 3 Determinación de la validez del método turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg /L de sulfatos	48
Figura N.º 6 Gráfico 4 Absorbancia en función de concentración.....	49
Figura N.º 7 Gráfico 5 Curva de calibración del método normalizado	50

RESUMEN

Dado que el agua es vital para la supervivencia del hombre y por tal motivo debe cumplir los estándares de calidad según las normas. El control de calidad es la base fundamental porque va al consumo del ser humano y a diferentes industrias, su evaluación y seguimiento constante permite tomar medidas correctivas adecuadas para frenar la contaminación que conlleva a diversas enfermedades. Se procedió a la validación de un método turbidimétrico en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfato utilizando como referencia el procedimiento 4500 –SO₄ E establecido en Standard Methods for the examination of water and wastewater 22nd ed. La lectura se realizó en un espectrofotómetro UV/VIS a una longitud de onda de 420 nm. (Genesys 10 UV). Objetivo general: Se determinó la validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos. Metodología: Investigación fue de tipo analítico y longitudinal. Población: Todos los métodos para determinar sulfatos y Muestra: método turbidimétrico modificado. Se utilizó como instrumento una ficha de recolección de datos. Resultados: Los resultados demostraron la eficacia del método Turbidimétrico modificado, se encontró para la solución patrón de 1mg/L se obtuvieron (0,962, 0,935 y 0,948 mg/L) para 5 mg/L (4,995, 4,981 y 5,009 mg/L) y para 10 mg/L (9,975, 10,002 y 9,989 mg/L) esta técnica fue económica porque los materiales y reactivos utilizados son de bajo costo y fácil acceso a comparación del método Turbidimétrico normalizado. Conclusión: El método turbidimétrico modificado si cumplió con el objetivo general demostrándose que si hay validez frente al método Normalizado con una eficacia de 95 % y CV <10 %.

PALABRAS CLAVES: Validación, Método turbidimétrico, Sulfato de Sodio y Espectrofotómetro.

ABSTRACT

Since water is vital for the survival of man and for this reason it must meet quality standards according to regulations. Quality control is the fundamental basis because it goes to human consumption and to different industries, its evaluation and constant monitoring allows adequate corrective measures to be taken to stop the contamination that leads to various diseases. A turbidimetric method was validated in water samples at different sulfate concentrations using as a reference the procedure 4500 –S04 E established in Standard Methods for the examination of water and wastewater 22nd ed. The reading was carried out in a UV / VIS spectrophotometer at a wavelength of 420 nm. (Genesys 10 UV). General objective: The validity of the modified Turbidimetric Method was determined against the Standard Method in water samples at different sulfate concentrations. Methodology: Research was analytical and longitudinal. Population: All methods to determine sulphates and Sample: modified turbidimetric method. A data collection sheet was used as an instrument. Results: The results demonstrated the efficacy of the modified Turbidimetric method, it was found for the standard solution of 1mg / L were obtained (0.962, 0.935 and 0.948 mg / L) for 5 mg / L (4.995, 4.981 and 5.009 mg / L) and for 10 mg / L (9.975, 10.002 and 9.989 mg / L) this technique was economical because the materials and reagents used are inexpensive and easy to access compared to the standardized Turbidimetric method. Conclusion: The modified turbidimetric method did meet the general objective, demonstrating that there is validity compared to the Normalized method with an efficacy of 98% and CV <10%.

KEY WORDS: Validation, Turbidimetric Method, Sodium Sulfate and Spectrophotometer.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más esenciales para el desarrollo y subsistencia del hombre; en las diferentes regiones del mundo existen masas de agua dulce, los cuales constituyen un hábitat donde viven y se desarrollan variedad de seres vivos. Pero el aumento de la demanda de agua potable se ha incrementado debido al crecimiento demográfico mundial generando escases en algunas partes del mundo; y el Perú no escapa de esta posibilidad, esta situación obliga a la población, hacer uso de recursos potables de dudosa procedencia para satisfacer sus necesidades, sin tener en cuenta el peligro al cual están expuestos produciendo diferentes enfermedades principalmente a niños y adultos mayores.^{1,2}

Por ello la inspección de la potabilidad y propiedad del agua es trascendental, ya que este es el medio de transporte de compuestos biológicos, fisicoquímicos, entre otros, uno de estos compuestos que se puede mencionar es el sulfato el cual es una sal que puede tener su origen al momento de atravesar ambientes ricos en yeso o por la contaminación con aguas industriales residuales. El ion sulfato (SO_4^{2-}) abunda en aguas naturales y en las precipitaciones fluviales, pudiendo llegar a formar compuestos altamente tóxicos con el medio ambiente. Este compuesto proporciona datos importantes sobre el ácido sulfúrico proveniente del dióxido de Azufre que se encuentra en la atmosfera, el cual a concentraciones mayores a 300 mg/L puede ocasionar trastornos a nivel gástrico en personas sensibles, ocasionando un efecto laxante; cabe resaltar que según la normativa del Decreto Supremo 015-2015 MINAM, el límite máximo permisible para agua de consumo humano es de 250 mg/L y 1000 mg/L para agua de riego de vegetales y bebidas de animales.³⁻⁴

Existen diferentes métodos para determinar el sulfato en agua y uno de los más recomendados es el método Turbidimétrico que es aplicable a un rango de 1 a 40 mg/L.⁵

El presente estudio tuvo como propósito determinar la validez estadística del Método Turbidimétrico modificado frente al método normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfato.

Descripción de la realidad Problemática: La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que la mala gestión en el tratamiento de las aguas residuales urbanas, agrícolas e industriales ocasionan productos altamente contaminados o polucionados químicamente, siendo un peligro para los millones de seres humanos que la consumen a diario; datos,

evaluados por la OMS indican que 842 000 personas; entre niños y adultos mayores, pierden la vida anualmente por enfermedades diarreicas como resultado de la insalubridad del agua originado principalmente por los productos tóxicos y la contaminación radiológica, experiencia que pone de manifiesto el valor de los enfoques de gestión preventivos que abarcan los recursos hídricos al consumidor.⁶

Diversos estudios realizados respecto a la calidad del agua en diferentes lugares permitieron corroborar que en la mayoría de exploraciones existen concentraciones de compuestos microbiológicos y fisicoquímicos los cuales se hallan en los valores máximos permitidos; sin embargo, existen reservorios que pueden tener compuestos de sulfatos con contenidos superiores a 300 mg/l los cuales son capaces de causar problemas gastrointestinales; y para evitar estos resultados, es que en la actualidad se utilizan diversos métodos analíticos que permiten realizar un análisis químico a los reservorios de agua, generando efectos correctos y confiables, ante esto la validación de diferentes métodos son aspectos importantes para conseguir este propósito.^{7,8}

La importancia del presente trabajo fue de gran interés porque se corroboró la hipótesis planteada, se demostró y se permitió conocer un método alternativo confiable, rápido y seguro, para determinar sulfatos en agua ya que sus indicadores demostraron similitud con los métodos turbidimétrico normalizados. Esta propuesta podría ser utilizada por distintas empresas para la evaluación y de esta manera llevar a cabo una correcta inspección, vigilancia y control.

Se puede dar a conocer, promover e incrementar la utilización del método Turbidimétrico propio y así conocer las concentraciones de sulfatos en diferentes muestras de agua siendo una mejora para la calidad de vida.

Los antecedentes nacionales son: Teves B investigación realizada “ESTUDIO FISICOQUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CACRA, REGIÓN LIMA”. Tesis para optar el grado de Magister en Química en la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016, presenta como objetivo de realizar un estudio fisicoquímico del agua del río Cakra (cuena del rio Cañete-región Lima), para comprobar la calidad del medio enfocado al regadío de cultivos agrícolas y bebida de animales en una zona contemplada de alta indigencia. Metodología: Se realizó entre Mayo y Julio 2015, época de lluvias, se seleccionaron 6 estaciones de muestreo. En cada una de las estaciones se llevaron a cabo mediciones in situ y se procedió a tomar muestra para el análisis de laboratorio respectivo.

Los Parámetros a determinar fueron demanda química de oxígeno disuelto y pH; sedimentales, disueltos y suspendidos, sólidos totales, suspendidos, nitratos cloruros sulfatos, bicarbonatos carbonatos, aluminio, sodio, calcio, cobre, magnesio, hierro, cadmio, plomo y zinc. En los distintos tipos de análisis de laboratorio se utilizaron metodologías gravimétricas, volumétricas e instrumentales como la espectroscopia UV-Visible y de impregnación atómica. El método empleado para determinar sulfato fue el Turbidimétrico, que se basa en la fuerza en el anión sulfato entre el catión bario en un medio ácido dando como resultado un beneficio insoluble sulfato de bario en la cual permanece suspendida en un tiempo determinado gracias a la sustancia acondicionadora y que fue medido por un espectrofotómetro a 420 nm de longitud de onda. Resultados: Las concentraciones de sulfatos va en un aumento ligero en el transcurso del río Caca 14,67 a 43,64 mg/L. En conclusión: el aumento de sulfato puede ser por el aumento de descarga orgánica, así como el vertimiento de residuos domésticos como desinfectantes que los ciudadanos emplean para el lavado de sus vestimentas.⁸

Chávez J., Leiva D. y Corroto F. en su ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS, REGIÓN AMAZONAS”, artículo científico de la Universidad Científica del Perú, 2016, con el objetivo de determinar la influencia de los efluentes caseros de la ciudad de Chachapoyas en la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Santa Lucía y el río Sonche. Metodología: Se implantaron cinco recintos de muestreo, la recolección de muestras se realizó entre los períodos de agosto y diciembre del 2015. Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se establecieron según las instrucciones de las normas APHA (2005), para determinar parámetros como coliformes fecales, totales y *escherichia coli*, se usó la técnica de Número Más Probable (NMP). En cuanto a los parámetros fisicoquímicos como turbiedad, pH conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto estuvieron medidos por un equipo multiparamétrico y para alcalinidad cloruros se usó métodos volumétricos, por absorbancia se comprobaron nitratos, fosfatos, sulfatos y amonio, para la solicitud bioquímica de oxígeno, sólidos totales en suspensión y sólidos totales disueltos se realizó para la dilución y filtración al vacío. El resultado en el caso de sulfato fue de 231,93 mg/L siendo el más elevado en uno de los puntos y que corresponde a la quebrada de Santa Lucía ya que se encuentra cerca de los focos contaminadores. En conclusión, las concentraciones

más elevadas se encontraron en la quebrada de Santa Lucía por la contribución directa de las aguas excedentes a comparación del río Sonche, esto permite saber el fuerte impacto en la calidad del agua y la insuficiencia de una intervención para revertir los resultados y alcanzar la rehabilitación.⁹

Huamán M. en su trabajo titulado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN EL PUEBLO CERRITO SAN JUAN, DISTRITO DE SOCABAYA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA” Tesis para optar el título profesional de ingeniera química en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2015, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua subterránea para utilización individual por medio de aspectos físicos, químicos y microbiológicos; y la contrastación de los resultados con los valores que exige la Norma Límites Máximos Permisibles. Se procede a escoger la fuente a evaluarse, logrando identificarse el recurso hídrico de interés, como es un pozo hondo con un caudal de 2.0 l/s a una hondura aproximada de 45 m. Los parámetros analizados fueron temperatura, fuerza de hidrógeno, turbiedad, conductividad, sólidos disueltos totales, dureza, sulfato, cloruros, cobre, manganeso, hierro, coliformes totales y coliformes fecales. Para la precisión de sulfato se usó el Método Turbidimétrico Normalizado. El resultado obtenido para sulfatos fue de 251.90 mg/L. (Límites máximos permisibles 250 mg/L), el exceso es 1.90 mg/L. El exceso de concentración de sulfatos en el agua para suministro público conlleva a un efecto laxante y tiene efectos corrosivos para la fabricación de tuberías y algunas piezas para máquinas. En conclusión, el estudio ha demostrado que la calidad del agua necesita un tratamiento sencillo para que pueda cumplir con las normas establecidas para consumo humano.¹⁰

Antecedentes Internacionales son: Suárez M en su estudio denominado “VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE HIERRO, SULFATOS, TURBIEDAD, DUREZA TOTAL Y CÁLCICA EN MUESTRAS DE AGUAS CLARAS Y RESIDUALES”, proyecto previo a la obtención del título de ingeniería química, en la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2012, tuvo como objetivo el cumplir con los parámetros de validación y que la incertidumbre sea menos de 35 %. La validación se efectuó en 3 mediciones diarias, por 5 días, para la técnica de turbiedad se hizo 6 mediciones diarias durante cinco días. El análisis de hierro se hizo por la técnica de la fenantrolina; para que se determine la turbiedad se efectuó un ajuste del método APHA al HACH de turbiedad. Para

que sea validado el endurecimiento, se realizó como dureza total y cálcica mediante titulación con EDTA y la dureza magnética por interferencia y para la validación de sulfatos se realizó por el método turbidimétrico haciendo una curva nueva de calibración, cuyo rango fue de 6mg/L a 500 mg/L. Obteniéndose una incertidumbre de 18,3 %. En conclusión, se cumplieron con los objetivos para el rango de trabajos realizados demostrándose con diferentes concentraciones de sulfatos los resultados confiables siendo un método menos complejo y utilizándose pocos materiales demostrándose que esta metodología es excelente para la determinación de sulfatos.¹¹

Severiche C. y Gonzales H., efectuó un estudio llamado “EVALUACIÓN ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SULFATO EN AGUAS POR MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO”, artículo científico, 2012, que tuvo como objetivo el incluir una modificación al método estandarizado y ratificar de manera correcta la aplicación del método modificado para el análisis de aguas. Metodología: Se trabajó con diversas aguas: superficial, residual, potable, de piscina y pozo; la metodología turbidimétrica se aplica en un rango de 1 a 40 mg/L de sulfato y se requiere de dos soluciones una para la clase alta y el otro para la clase baja y medida con celdas de 5 cm. En este caso solo se hizo una sola solución acondicionadora y la otra modificación es también en el procedimiento donde se realiza la medición a 420 nm con una celda de 1cm de paso óptico aplicando estas modificaciones hacen este método más sensible, se recolectaron las muestras en frasco de plásticos y vidrios. Para su conservación se refrigeró a temperaturas menores o igual a 6°C por un periodo máximo de 28 días. Para el desarrollo de los reactivos, los patrones y las muestras se utilizó agua desionizada, los reactivos son de grado analítico. Se hizo la curva de calibración, verificación de esta curva y la determinación de sulfatos en muestra. Los resultados obtenidos fueron promedio de 5mg/L de sulfato que se considera satisfactoria para aguas naturales y residuales. En conclusión, el método estandarizado modificado resulta adecuado por presentar precisión (coeficiente de variación menor a 10 %), veraz y con un adecuado intervalo de concentración, ajustándose con las exigencias para lo cual fue diseñada, el uso de una sola solución acondicionadora tuvo ventajas en cuanto al tiempo finalmente se torna en un método de referencias para muchos laboratorios ya que reportan resultados correctos y confiables.¹²

Morales E. ejecutó una investigación denominada “VALIDACIÓN DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE SULFATOS EN MUESTRAS

DE AGUAS”, para optar el grado de licenciado en Química de la Universidad Nacional de Autónoma de Nicaragua, en el año 2010, tuvo como objetivo aprobar el método turbidimétrico para determinar los sulfatos en prototipos de aguas y verificar la lectura del turbidímetro usando un modelo de referencia, como el sulfato de formazina. Metodología: Procedieron a las preparaciones de la solución de formazina de 400 Unidad de Turbidez Nefelométrica (NTU), Sulfato de Sodio 100 ppm, y solución buffer, desde la solución de formazina se prepararon varias diluciones de 0, 20, 200, 1000 400 NTU. Para que la muestra sea tratada se pasó a medir 10 ml de ella, diluyéndose en 50 ml de agua sin mineral, transfiriéndose a un Erlenmeyer de 125 ml, donde se adicionó 10 ml de solución buffer, combinándose completamente con un agitador, luego se añadió poco importe de cristales de cloruro de Bario y se procedió a agitar durante 60 segundos; a continuación, se vertió el contenido de la solución en la cubeta del turbidímetro, haciéndose la cuantía luego de 5 minutos. Los resultados obtenidos de cada lectura se anotaron en un registro, las soluciones se prepararon y fueron leídas por cinco días seguidos con el turbidímetro HACH 2100 N, se compararon los resultados de referencia del estándar y los valores experimentales, y se comprobó que no existían diferencias significativas en los resultados. El equipo demostró buena exactitud, se obtuvieron valores del intercepto equivalente a 0 y una pendiente igual a 1, la linealidad en un rango de 0 a 40 ppm de sulfatos dio como resultado coeficiente de determinación muy cerca a la unidad $r^2 = 0.997$, en precisión se obtuvieron valores de %RSD 3% Y 2% para un estándar de 5 y 20 ppm, resultando muy buena precisión. Son resultados selectivos porque no presenta defecto de matriz, por lo tanto, no interfieren en esta técnica turbidimétrica. Se obtuvo buena exactitud ya que se determinó el límite de cuantificación donde se obtuvo valores de 0,65 ppm y 1,97 ppm para que los sulfatos en agua sean determinados; finalmente fue conocida la incertidumbre asociada dando un porcentaje de error: menor del 3.5 %, el cual es un resultado aceptable. En conclusión, el método turbidimétrico es eficaz y puede ser una alternativa en la determinación de sulfatos porque los diferentes parámetros dieron resultados seguros y confiables.¹³

Aguilera I., Pérez R. y Marañón A realizaron un estudio denominado “DETERMINACIÓN DE SULFATO POR EL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO EN AGUAS Y AGUAS RESIDUALES. VALIDACIÓN DEL MÉTODO”, Revista cubana de Química Universidad del Oriente, 2010, cuyo objetivo fue la validación del método turbidimétrico para agua y aguas residuales que genere resultados correctos y confiables. Metodología: Realizaron una

curva de calibración de 20,0 a 100,0 mg/L de sulfato, a partir de una solución patrón de (1000 mg/L). Las muestras se filtraron para evitar cualquier tipo de interferencia que pueda alterar los resultados; las muestras y los patrones se llevaron a un volumen de 10 ml, con agua destilada, en matraces aforados, y luego se procedió a depositar en tubos de ensayos que tenían una capacidad de 30 ml, luego, agitándose se agregó solución tampón en una cantidad de 1 ml y se agregó una pequeña cantidad de Cloruro de Bario (BaCl_2). La mezcla se agitó aproximadamente un minuto y se dejó reposar un minuto. La medición se ejecutó en el espectrofotómetro UV-Visible Genesys 10 aD.O 450nm. Se utilizaron dos tipos de solución acondicionadora glicerina (buffer 1) y trietilenglicol (buffer2) para demostrar si cumplen con la hipótesis de la igualdad. Los resultados obtenidos demostraron la no existencia de diferencias significativas, evidenciándose una confiabilidad del 95 %, para un patrón de 25 mg/L de sulfatos el resultado que se obtuvo con el buffer 1 (glicerina) se consiguió 24.8 mg/L y con el buffer 2 (trietilenglicol) 24,6 mg/L de sulfato. En conclusión, queda demostrado que la técnica turbidimétrica se puede realizar con cualquiera de las dos soluciones acondicionadoras porque los resultados son similares en los diferentes parámetros realizados como por ejemplo Desviación Estándar (DS mg/L) y Coeficiente de Variación (CV %).³

El agua es una sustancia química que permite el avance de la vida en el mundo. Sus peculiaridades fundamentales como el calor específico, de vaporización y de fusión, su conductividad eléctrica, viscosidad, tensión superficial, los cambios en su densidad, su rol como gran disolvente y para involucrarse en las reacciones químicas y su perfil anfótero, hacen que se encuentre en la mayoría de los procesos, permitiendo que ellos se originen. No obstante, en el organismo se encuentra en alrededor de dos tercios y se nos limita la vida tras 3 o 4 días sin consumirla.¹⁴

El agua es el medio de mayor abundancia de la tierra. Es el constituyente más cuantioso e importante en los aspectos orgánicos. Los seres vivos poseen cerca del 70% de agua, los vegetales presentan mucho más que los animales y determinados tejidos, tal como: el tejido graso que contiene un promedio de 10% a un 20 % de agua a comparación del tejido nervioso que tiene un 90%. En los organismos, el agua se halla dentro y fuera de la célula, la mayor parte está internamente en las células (2/3), y el tercio restante fuera lo cual comprende los

compartimientos líquido intersticial e intravascular. En los que presentan una célula y son acuáticos, este elemento es su camino de desarrollo.¹⁵⁻¹⁶

En los animales, el agua da facilidad para el traslado de nutrientes obtenidos de alimentos y también ayuda a la expulsión de remanentes por la sangre. Por medio del intestino delgado, la sangre recibe los nutrientes necesarios que se desencadena en la asimilación, además del oxígeno se reciben por medio de los pulmones o las branquias que es llevado a todas las partes del cuerpo. De igual manera, la sangre se encarga de retirar el dióxido de carbono de los órganos que es eliminado en los pulmones, así como los restos del metabolismo de las células al momento de la respiración, lo cual se degrada en los riñones y luego se descartan en la orina.¹⁶

El agua es primordial en el mantenimiento de la subsistencia en la tierra. Para que las colectividades humanas y los ecosistemas prosperen, tiene que estar pulcra y aprovechable para los consumidores.¹⁷

En cuanto a la tensión superficial del agua, es superior que otro líquido. La compresibilidad del agua, que es insuficiente, reduce tras el incremento entre 0° y 50° C, a diferencia de lo que acontece con otras soluciones. También, su viscosidad baja, en vez de crecer, cuando aumenta la presión.¹⁸

De toda el agua que está en el planeta, es dulce sólo el 3%, y el 2,997% es de restringido acceso, ya que está por debajo de la tierra y en los glaciares, lo cual no ayuda a su empleo. Es decir que sólo el 0,003% del total de volumen de agua es asequible para la utilización en los seres humanos.¹⁹

Con el apoyo del ciclo hidrológico, este líquido se agita de un espacio a otro y de una etapa a otra. Un saber grande de los componentes de este ciclo es notable, tanto para comprender el impacto de las acciones humanas como para planear el empleo razonado y eficaz del agua valedera.¹⁹

El ciclo del agua comienza con su evaporación a partir del pavimento de los océanos u otras formas de agua libre. Según se eleva (evaporación), el aire humedecido se tiempla y el vapor

se convierte en agua (condensación), las gotas se fusionan y establecen una nube, para después bajar por su mismo peso (precipitación).²⁰

Una porción del agua que toca la superficie terrestre podrá ser disfrutada; otra goteará en el campo hasta que llegue a un río, un pantano o el mar. Dicho proceso se contempla como escurrimiento. Otra frecuencia del agua se destilará por medio del suelo, estableciendo capas de agua subterránea, también llamadas como acuíferos. Determinado suceso es la percolación. En algún momento, esta agua alcanzará la superficie y regresará de nuevo al ambiente, dando pie a un reciente ciclo.²⁰

El consumo de agua más común es el que resguarda las carencias humanas; esta agua procede de los cursos de área (ríos y arroyos) y de las recargas subterráneas. El agua de las lluvias es la transcendental fuente para los entornos y para la flora. El manejo sensato de este recurso es relevante para la subsistencia humana.²¹

Las modificaciones de temperatura, las sequías, la desertificación y los desbordamientos han generado que los manantiales y lagos estén en creciente vía de extinción.

La acción humana ha verificado menos preocupación por el agua, al causar la deforestación y contaminación.²¹

Tipos de Agua, Agua potable: Es el agua que puede ser empleada libremente, esto se logra debido a un mecanismo de saneamiento, por lo cual no presenta peligro para la salud. La denominación es aplicable a aquel que presenta pautas de calidad que exigen los encargados locales e internacionales asegurando la trazabilidad de los diferentes métodos y el logro de la precisión solicitada; utilizando para ello materiales, técnicas y contextos adecuados.²²

Agua mineral natural: Se define por su cabida con ciertas sales minerales y sus concentraciones relativas, incluso como la existencia de partículas traza, u otros ingredientes relevantes para el metabolismo humano. Se adquiere de reservorios naturales o caladas de aguas profundas derivadas de capas acuíferas. Su constitución y la firmeza de su flujo y temperatura son firmes, considerando los procesos de las variaciones naturales y se toma en circunstancias que avalan la pureza microbiológica única.²³

Agua mineral medicinal: Es aquella que tiene un enfoque terapéutico, desde el sitio de emergencia hasta la zona de utilización, dada sus propiedades curativas que han sido justificadas por similitud de tipos de aguas existentes, por experiencia local, por investigaciones convenientes o mediante pruebas clínicas y avance de procesos específicos o de práctica médica comprobada, y preservar tras ser envasada.²³

Agua mineral termal: Es aquella cuya temperatura recomendada debe ser mayor al menos en 4 grados centígrados, al promedio anual ambiental de la zona donde surgen, accediendo a emplear su acción calorífica.²³

Agua mineral industrial: Es aquella que por su constitución (cualitativa y cuantitativa) ayuda a que se pueda explotar los minerales que posee.²³

Estructura Química del Agua: La molécula de agua presenta dos partículas de hidrogeno y una de oxígeno. Existen en el agua algunos resultantes que son producto de la separación de sus moléculas como: el ion H_2O^+ y el OH^- . En la molécula de agua sus uniones covalentes de los dos átomos de hidrogeno con el de oxígeno dan lugar a un Angulo de $104'5^\circ$. Los electrones del enlace covalente son atraídos hacia el átomo de oxígeno, dando como resultado el aumento de carga negativa en las cercanías del átomo de oxígeno, así como también una elevada carga positiva en los átomos de hidrogeno. En conclusión, cada elemento de agua es un dipolo eléctrico.¹⁵

Características físicas del Agua: Son detectadas fácilmente con los sentidos, lo cual implica una relación directa con la condición estética del agua. Las particularidades son coloración, gusto, olor, temperatura y turbidez.

- Olor y sabor: Están muy relacionados, pero no se tiene la seguridad de que ocurren juntos, es fácil de detectar y puede generar mucha limitación al interesado. Para tratar o excluir las características indeseables se utilizan procesos como adición de carbón activado y aeración, etc.²⁴

- Temperatura: Esta característica es de mucha importancia porque tiene la capacidad de acelerar o retardar la actividad biológica. Es importante que se tome la temperatura en el momento donde se recolecta la muestra. Puede alterar los procedimientos en la desinfección con cloro, así como la densidad del agua, asimismo pueden influir en la sedimentación, filtración, combinación rápida y floculación.²⁴
- Color: Muchas veces se debe al contenido de materia orgánica y minerales. Las pruebas se realizan en comparación con muestras estándar de diferentes concentraciones de una o varias sustancias químicas que dan un color parecido al que presenta el agua.²⁴
- Turbidez: Es una expresión del efecto óptico, y en algunos casos pueden estar cargados por agentes patógenos en las partículas de suspensión. Por ejemplo, el agua con constituyentes de arcilla en suspensión presenta 10 unidades de turbidez, y es apreciable a de manera notoria. Algunas fuentes de superficie pueden tener aproximadamente entre 10 a 1000 unidades de turbidez, y los ríos muy sombríos u oscuros llegan a presentar hasta 10,000 unidades. Las cuantificaciones de turbidez se fundamentan en las cualidades visuales de la solución en la cual la luz se dispersa o se absorba según la dimensión y la forma de la partícula, además de la dilatación de onda incidente.²⁴

Características Químicas del Agua: Existen muchas características que permiten valorar la calidad el agua, tales como:

- Temperatura: Manifiesta el nivel de calor del agua. Su unidad de medición en el Sistema Internacional es el kelvin (K).²⁵
- Conductividad: Propiedad que se encarga de la transmisión del calor o la corriente. Su unidad es el Siemens por metro (S/m).²⁵
- PH: Demuestra la acidez o alcalinidad de una solución, donde la solución es ácida cuando es menor a 7 (hasta 0), y básica cuando es mayor a de 7 (hasta 14).²⁵

- Turbidez: Semblante nebuloso del agua por fracciones en suspensión. Su unidad es NTU (unidad nefelométrica de turbidez) o además se puede formular en Jackson TU.²⁵
- Cloro: Componente químico más tocado en desinfección de las aguas. Se calcula el cloro residual en las redes de abastecimiento. Su presencia, de acuerdo con la concentración, induce olor y sabor al agua.²⁵
- Coliformes: Se trata de microorganismos con rasgos bioquímicos, de transcendencia al momento de examinar la calidad del agua.²⁵

Otras características son, Alcalinidad: La alcalinidad del agua puede especificarse por la facilidad que presenta para neutralizar ácidos, también con la facultad hacia la reacción con iones hidrógenos, así como su posibilidad para obtener protones. Los iones que favorecen al pH alcalino son carbonato, bicarbonato y oxidrilo, así como los ácidos y fosfatos de atributo débil. Los carbonatos y bicarbonatos podrían transformarse a dióxido de carbono en el vapor, la cual es un medio de deterioro en aspectos de condensado. En muchos casos dan lugar a la formación de espumas, y traslado de sólidos con el vapor y debilitar el acero de las calderas. La medición se realiza por titulación con una solución apreciada de un ácido o alcalino, lo cual depende de la situación y de las concentraciones de los iones de carbonato, bicarbonato e hidroxilos. Cuando la alcalinidad es menos de 10 ppm, su utilización es básicamente casera. Se rectifica por descarbonatación con cal, el manejo respectivo es con ácido o desmineralización por cambio iónico. (26) Acidez: La acidez es evaluada por la facultad para equilibrar bases y para reaccionar con iones hidroxilo, de la misma manera para donar protones. El dióxido de carbono es el oxígeno más común de acidez en aguas, se mezcla con el agua y da a la formación de un ácido débil, inestable, ácido carbónico que tiene la facilidad de desbaratarse con mayor facilidad.²⁶

Generalidades del Sulfato: Los sulfatos son ésteres o sales del ácido sulfúrico, cuyo elemento es una partícula de azufre al medio de un tetraedro, formando cuatro átomos de oxígeno. Se encuentran en el medio ambiente y en las piedras comunes. Algunos son muy cuantiosos como el yeso que está hecho por sulfato de calcio (CaSO_4).¹³

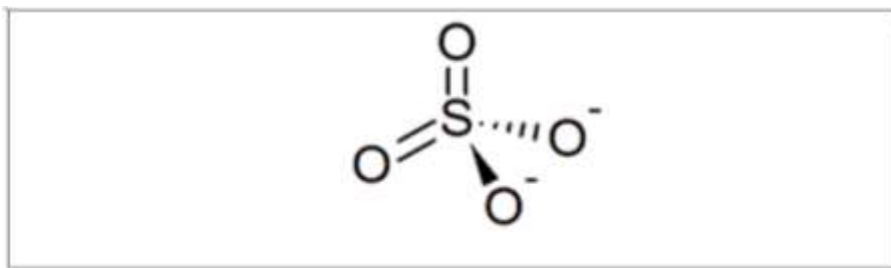


Figura N° 1: Estructura del Sulfato

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4473/1/CD-4084.pdf>

El ion sulfato es uno de los más abundantes en aguas naturales, alcanzan al medio marino por restos que provienen de diversas manufacturas. El dióxido de Azufre que está en la atmósfera, que es liberada por combustión de hidrocarburos, puede ser uno de los orígenes de contenido de sulfatos.²⁷⁻²⁸

Sulfatos más comunes y sus características, Sulfato de sodio: Su representación $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (sal de Glauber) se usa comúnmente en la elaboración de vidrio. Si se expone a una temperatura de 32°C , el ambiente es un poco elevada, se diluye totalmente en las aguas de cristalización. Este transcurso tiende a absorber una suma considerable de calor por su gran calor latente de fusión. La cual da facilidad a ser utilizado como herramienta para recolectar el calor dado por el sol.²⁹ Sulfato de magnesio: Es utilizado mayormente como laxante. Este sulfato evita la impregnación de agua en organismo. Al concentrarse en mayor cantidad de la usual en los intestinos se da paso a un efecto purgante. En su representación deshidratada es un fuerte desecante.²⁹ Sulfato cálcico ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): Llamado también yeso. Las rocas de zonas despobladas representan cristales de sulfato de calcio. En un recalentamiento a 150°C tiende a perder una gran parte de agua de cristalización transformándose en el Hemihidrato, $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$, que es un material ampliamente utilizado en edificación y en esculturas. (30). Sulfato de cobre: Este sulfato se cristaliza y da lugar a unos cristales de color azul oscuro. La manera de ser obtenido es haciendo que reacciones con ácido sulfúrico con carbonato de cobre. Es utilizado mayormente como fungicida. Mucho tiempo antes se empleaba para evitar la degradación de las semillas. Es muy útil para evitar la presencia de verdina en las albercas.³⁰⁻³¹



Los tiosulfatos: Este anión tiosulfato $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ plasma al sulfato, con la salvedad que un oxígeno se reemplazó con un S (tio significa azufre). Ambos átomos de azufre forman parte de los entornos químicos diferentes, uno en la parte del centro y el otro en la parte final. El más utilizado actualmente es el tiosulfato sódico: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. (31). Sulfatos orgánicos: Son ésteres de ácido sulfúrico representados genéricamente: $\text{R}-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-\text{R}'$. La manera más directa de formarse es a partir del ácido sulfúrico y alcohol respectivo o trióxido de azufre o a partir del alcohol y el Cloruro de Sulfurilo (Cl_2SO_2). Se dice que estos elementos son posiblemente cancerígenos. El sulfato orgánico más popular es el sulfato de Dimetilo $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$, el cual es utilizado continuamente en varias reacciones de metilación.^{13, 29}

Principales Métodos recomendado para el análisis de Sulfato en agua: Los sulfatos pueden originarse en las aguas que atraviesan terrenos ricos en yesos, o producto de la contaminación con aguas residuales industriales. El contenido del mismo casi no presenta problemas de potabilidad para las aguas de consumo, sin embargo, contenidos mayores a 300 mg/L pueden ocasionar complicaciones a nivel gástrico en infantes. Se conoce que los sulfatos de magnesio y sodio poseen efecto laxante, por ello no es recomendable el exceso en las aguas de consumo.³² El establecimiento de concentración de sulfatos se realiza mediante:

- El método gravimétrico. En esta técnica, el sulfato sedimenta en una solución de ácido clorhídrico (HCl) como sulfato de bario (BaSO_4) por aditamento de cloruro de bario (BaCl_2). Esta sedimentación se produce contiguo a la temperatura de ebullición y tras un tiempo de aprovechamiento, el precipitado traspasa, sometién dose a un lavado con agua permitiendo excluir los cloruros, pasando a una combustión seca y se pesa como sulfato de bario (BaSO_4). Dicho examen puede tener más de una obstrucción dando como resultados errores tanto positivos como negativos. En el agua potable, las bajas concentraciones de minerales le restan importancia. La interferencia que produce resultados altos es: la materia en suspensión, cloruro de bario (BaCl_2) precipitante, Sílice, sulfatos (SO_4^{2-}) y nitratos (NH_3^-). Además, se debe tener en cuenta a los interferentes que ocasionan resultados bajos como los sulfatos

de metales con pH alcalino. Determinado procedimiento es adaptable a concentraciones de sulfatos mayores a 10 mg/L.³⁰

- Método automatizado de metilminol: Cuando el pH se encuentra bajo, se origina el sulfato de bario (BaSO_4), mediante la reacción de sulfato (SO_4^{2-}) con cloruro de bario. A pH alto la demasía de bario reacciona con azul de metiltimol y se genera un quelado azul. El azul de metiltimol no complejado es gris indicando la concentración de sulfato (SO_4^{2-}). Se utiliza una columna intercambiadora de iones para erradicar las interferencias causadas por muchos cationes. Este método se utiliza en aguas potables, salinas, superficiales, residuales domésticas e industriales, en rango de 10 a 300 mg/L SO_4^{2-} .³¹
- El método volumétrico: Esta técnica se fundamenta en la determinación de los iones sulfatos por volumetría en manifestación del sulfato de bario y en medio alcohólico. Se considera aplicable para la determinación de sulfatos en concentración por debajo a 100 mg/l. El contenido de sulfatos se establece por valoración con sal sódica del EDTA, del cloruro de bario que no se usó en la precipitación de los sulfatos. Este método es recomendable para situaciones donde no se tenga el equipo necesario para aplicar el método gravimétrico.⁹
- El método turbidimétrico: La turbidimetría se sustenta principalmente en los fenómenos ópticos ocurridos durante el paso de un haz de luz a través de un medio. La ejecución de técnicas de medición cada vez más novedosas consiente la realización de mediciones de turbidez incorporando una buena estabilidad y linealidad, un amplio intervalo de medición y la posibilidad de medir la turbidez de la muestra, incluso en presencia de colorantes. Asimismo, la incorporación de nuevos sistemas ópticos para calcular el crecimiento celular en los procesos biotecnológicos continúa progresando en interés, ya que constituye una estrategia de observación para los bioprocesos.³³ La Real Academia de Ingeniería conceptualiza a este método como una evaluación, cuyo cimiento es la formación de partículas de pequeño tamaño en una disolución, mediante reactivos apropiados, utilizando el efecto de la dispersión de la luz cuando una fuente de radiación incide sobre ellas.³⁴ En un ambiente de Ácido acético con cloruro de Bario (BaCl_2), precipita el ion sulfato (SO_4^{2-}) formándose cristales de sulfato de Bario (BaSO_4), con tamaños similares que deben mantenerse en suspensión homogénea por un breve tiempo que consienta su

lectura. La absorbancia luminosa se valora de la suspensión de sulfato de Bario con un fotómetro y se obtiene como resultado sulfato (SO_4^{2-}) por comparación de la lectura con una curva patrón. En varias ocasiones puede interferir el color dando como un resultado falso para evitar se puede utilizar una muestra coloreada que sirva como testigo, así como gran cantidad de materia suspendida que puede ser eliminada por filtración o centrifugación. Otra interferencia puede ser la demasía cantidad de sílice superior a 500 ml/L dificultando la precipitación de sulfato de Bario por el aumento de materia orgánica. La concentración mínima aceptable es 1 mg/L.³⁵ La técnica turbidimétrico ayuda a detectar incluso 40 mg/L de sulfatos. Si evidencia la muestra una concentración más alta es necesario proceder a una dilución. Las aguas turbias deben tratarse anticipadamente mediante centrifugación o filtrado para su purificación. Intercepta además una profusión de sílice mayor a 500mg/L y en los especímenes con bastante materia orgánica podría dañarse la precipitación de sulfato de bario.⁴

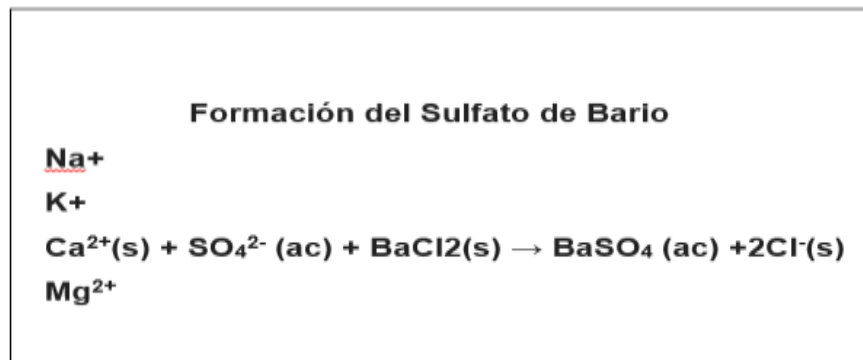


Figura N° 2: Formación del Sulfato de Bario

Fuente: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/6787>

Tabla N°1
Métodos para determinar sulfatos en agua

METODO	RECOMENDACIONES
Método gravimétrico	Concentraciones de sulfato mayores a 10 mg/L
Método automatizado de azul de metiltimol	Para una mayor cantidad de muestras
Método volumétrico	Concentraciones de sulfato inferiores a 100 mg/L
Método Turbidimétrico	Concentraciones de sulfato en un rango de 0 a 40 mg SO ₄ ²⁻ /L

Fuente: Elaboración propia

Los aparatos que hacen un conteo de partículas son auxiliares idóneos de la filtración, ya que brindan información sobre el tamaño, el número de partículas en un volumen de agua fijo, dando un medio perceptivo para encontrar inconvenientes de filtrado antes de que se conviertan en inconvenientes graves.³⁶

Fundamentos del Método Turbidimétrico: La claridad del agua es una variable sustancial en muchos momentos de fabricación y obtención de productos de consumo humano. La turbiedad en el agua es ocasionada por la materia suspendida como arcilla, materia inorgánica y orgánica diminutamente fraccionada, precipitaciones arrastradas por el agua, plancton y bacterias.³⁷ El método turbidimétrico tiene como base la producción de partículas pequeñas, que originan la propagación de la luz cuando un medio de radiación incurre sobre determinadas fracciones. El grado de dispersión de la luz es ajustado a la cantidad de elementos que estén en su camino, lo cual está en función del analito en el espécimen. La turbidimetría es una técnica característica de las expresiones ópticas que ocurren en la salida de un haz de luz en un determinado contexto. Tiene ventaja frente a otros métodos porque realiza cálculos de turbidez con una idónea estabilidad y linealidad, así como un intervalo vasto de control y con la capacidad de medir la turbidez de la muestra, en presencia de colorantes.³³

La determinación de la concentración mediante la técnica de turbidimetría se puede apreciar a través de la siguiente ecuación.

Turbidimetria: $A = -\log T = \frac{I_T}{I_0} KIC$

Donde:

A: absorbancia

T: transmitancia

I_T : intensidad de la transmitancia

I_0 : intensidad de la transmitancia inicial

K: constante que depende de varios factores

C: concentración

Validación: consiste en acciones que busca confirmar si un método analítico es confiable, previo a ponerlo en aplicación como un procedimiento de rutina en algunos laboratorios, es muy importante que responda a las necesidades de la aplicación del método.³⁸ Así también, es la demostración de los datos registrados que un medio analítico llevará a un elevado nivel de fiabilidad, a alcanzar derivaciones puntuales bajo las descripciones y caracteres de calidad preliminarmente señalados.³⁹

El Organismo Argentino de Acreditación (2013) menciona que la validación es la ratificación, mediante el análisis y la contribución de evidencias objetivas, de que se efectúen las exigencias exclusivas para un uso específico previsto.⁴⁰

Proporciona un estado de confianza y seguridad del método analítico y se lleva a cabo con carácter necesario cuando se desenvuelve un nuevo procedimiento, ya que favorece a asegurar que el método formulado hace lo que tiene que hacer.⁴¹ La validación consiste en acciones que busca confirmar si un método analítico es confiable, previo a ponerlo en aplicación como un procedimiento de rutina en algunos laboratorios, es muy importante que responda a las necesidades de la aplicación del método.³⁸

Así también, es la demostración de los datos registrados que un medio analítico llevará a un elevado nivel de fiabilidad, a alcanzar derivaciones puntuales bajo las descripciones y caracteres de calidad preliminarmente señalados.³⁹

El Organismo Argentino de Acreditación (2013) menciona que la validación es la ratificación, mediante el análisis y la contribución de evidencias objetivas, de que se efectúen las exigencias exclusivas para un uso específico previsto.⁴⁰

Proporciona un estado de confianza y seguridad del método analítico y se lleva a cabo con carácter necesario cuando se desenvuelve un nuevo procedimiento, ya que favorece a asegurar que el método formulado hace lo que tiene que hacer.⁴¹

Validación de un Método: Un método es validado cuando se demuestra que está a la par a las peculiaridades indispensables para su uso previsto y las pretensiones de la norma ISO 17025 en la cual hace mención que el laboratorio debe manejar los métodos de ensayo o de calibración, incluyendo los de muestreo, también se debe validar cuando se desea expresar la simetría de los efectos obtenidos por dos procesos, por ejemplo, un método recién efectuado y uno existente.⁴²

Además, se contempla como un procedimiento para instituir pruebas evidentes que indiquen científicamente que un método analítico tiene las particularidades de destreza que son apropiadas para adecuarse a las exigencias de las aplicaciones analíticas pretendidas. Involucra la exposición de la determinación de las fuentes de variabilidad y del error sistemático y al azar de un procedimiento, no sólo dentro de la calibración sino en el análisis de muestras reales. Entre los tipos de validación resaltan:

- Prospectiva: para técnicas nuevas que se traza y empieza a ejecutarse en el momento, aunque los fundamentos se examinan posterior a un concreto período, en lo venidero.
- Retrospectiva: para métodos que se están administrando, el análisis se realiza en el momento, sin embargo, con datos del pasado logrados en un momento exacto.
- Revalidación: Repetición total o parcial de una validación, por la introducción de algún cambio que se espera impresione a un método validado.
- Transferencia de Validación: Contrastación de la información procedente de ensayos de ajuste y examen análogo, mínimo, de dos especímenes similares derivados por el equipo que ejecuta la validación y el equipo que aplicará la técnica validada.⁴³

Los principales niveles de validación son: validación completa y validación parcial:

- Validación completa: Es sustancial al desarrollar e implementar un método analítico por primera vez, o para identificar una droga nueva o si se establecen metabolitos en la cuantificación de una droga en un análisis existente
- Validación parcial: Son cambios de métodos analíticos ya validados. Puede ampliarse desde una determinación de la exactitud y de la precisión intra-laboratorio hasta una validación casi completa. Las variaciones analíticas típicas del método de esta categoría incluyen: transferencias del método analítico entre laboratorios o analistas; modificaciones en la metodología analítica (por ej., cambio en el sistema de detección); variaciones en el anticoagulante usado en la toma del fluido biológico; modificaciones en la matriz dentro de la especie (ej., plasma y orina de humanos) o cambios de la especie dentro de la misma matriz (ej., plasma de rata y plasma humano). También si se realizan variaciones en el procesamiento de la muestra o se debe indicar la selectividad de un analito en presencia de metabolitos específicos, etcétera.⁴⁴

El propósito de la validación es comprobar la cualidad de los métodos, así como del colaborador y la institución. Se centra en parámetros estadísticos.⁴⁵

Un método debe validarse cuando sea obligatorio verificar que sus indicadores de desempeño son pertinentes para el uso en un inconveniente analítico específico. Por ejemplo: un nuevo método desarrollado debido a un problema concreto, un método ya establecido examinado para añadir mejoras o ampliarlo a un nuevo problema, etc.⁴⁶ El laboratorio debe validar:

- Métodos normalizados: Es comprobado y la estancia sabe del ensayo y lo regula adecuadamente.¹³
- Métodos desarrollados y no normalizados: Se comprueba la repetitividad, reproducibilidad, PI, y exactitud conveniente hacia el fin de la aplicación, y la institución debe manejarlo apropiadamente.¹³
- Métodos Normalizados que han sido modificados: Se comprueba la repetitividad, reproducibilidad, PI, y exactitud del método original sin depender del cambio recién implementado y que la institución maneja la prueba y lo aplica convenientemente.¹³

Los Parámetros de validación son:

- Precisión: (Repetibilidad y/o reproductividad): La precisión es el valor de concordancia de las deducciones metódicas derivadas de los cálculos consecutivos y repetitivos del mismo analito. Las circunstancias en que se evalúa se clasifican, de acuerdo con la opinión general, en condiciones determinadas de repetibilidad y reproductividad.⁴⁷ La precisión se estima mediante coeficientes de variación o el cálculo de desviaciones típicas relativas de dichos resultados analíticos que se han obtenido con estándares de control elaborados independientemente. La precisión, muchas veces, obedece al grado de concentración y siempre tiene que medirse en diferentes concentraciones, entre un rango permitido. También una precisión es admisible cuando el grado mínimo de concentración es de 20%, sin embargo, cuando es alta, la precisión se eleva.⁴⁷

La repetibilidad implica la relación entre los datos, a consecuencia de las mediciones continuas de un mismo mensurando, efectuadas bajo las mismas situaciones de medición.⁴⁸

Es decir, consiste en que una muestra es analizada por la misma persona, el mismo día, en un mismo laboratorio y con un mismo instrumento (ejemplos reactivos). Cuando las condiciones se alteran, (analistas, instrumentos, tiempo y laboratorios) indica que son reproducibles.

La repetibilidad se valúa con el promedio y la desviación estándar del porcentaje de recobro de al menos dos pruebas de repetibilidad, del mismo modo, se debe tener en consideración los mismos niveles evaluados, además de que se cumpla con el parámetro de repetibilidad.⁴⁹

La reproducibilidad es la correspondencia de conformidad entre los cálculos de este mismo mensurando, efectuadas en diferentes circunstancias de control.⁴⁸

Cuando se evalúa la precisión bajo diferentes realidades o condiciones a la prueba de repetibilidad, se obtiene la reproducibilidad; con la cual, se establece si hay algún efecto en el porcentaje de recobro por algún factor mediante la estimación de la varianza para un factor con efectos aleatorios.

Los factores que influyen en la evaluación de la reproducibilidad son: cambio en el analista, en el instrumento y/o en el tiempo.⁴⁹

La determinación de la reproducibilidad se efectúa cumpliendo con los criterios de aceptación para el promedio global del porcentaje de recobro, que debe encontrarse dentro del intervalo de 70 a 120% y el coeficiente de variación global por debajo del 20%.⁴⁹

- Exactitud: Es la aproximación al valor verdadero, durante la validación de un método, el propósito es cuantificar con exactitud el resultado, evaluando también los efectos aleatorios como los sistemáticos sobre los resultados obtenidos, este parámetro es para comparar el promedio de los resultados con otros métodos con estimaciones conocidas, es decir se determina contra un dato de referencia.⁵⁰
- Entre los tipos de exactitud destacan:
 - De medida: nivel de correlación del efecto de una medida y la cuantía auténtica, con lo medido (el mensurando).
 - Relativa: valor de coherencia entre los datos obtenidos del método valorado y los alcanzados, usando uno de referencia registrado.⁴⁸
- El valor de la inexactitud debe ser lo menor permisible, para que sea cercano al de referencia; es decir, la recuperación debería aproximarse al 100%.⁵¹
- Límite de detección: Se refiere a la mínima condensación de un analito que se devela de manera confiable por un método específico. Se trata de señalar que el método tiene la capacidad de identificar la concentración límite y superior.⁵²

Se puede determinar el límite de detección teórico mediante la cuantificación de blancos de matriz, por medio de una curva de calibración del analito; esta determinación se utiliza como referencia de partida para indicar la concentración que posiblemente será elegida como límite de detección. Dicha concentración debe ser corroborada experimentalmente; sino se cumpliera, con las evaluaciones adscritas en el párrafo anterior, se debe experimentar con otras concentraciones menores al límite de cuantificación. El criterio de aceptación para el margen de detección es la menor cuantificación.⁴⁹

- Límite de cuantificación: La concentración mínima, establecida en el proceso de validación desarrollado, en donde se cumple los valores de veracidad y precisión, o incertidumbre. Dichos valores pueden ser superiores a los resultados obtenidos en el resto de rango de medida y pueden variar de los textos legales establecidos para otros niveles diferentes de concentración.⁵²

Se evalúa con el promedio y la desviación estándar del porcentaje de recobro o concentraciones medidas de un mínimo de 6 repeticiones y un máximo de 15, en el nivel candidato de LC.⁴⁹

- Selectividad / Especificidad: Es la habilidad de un sistema para establecer exactitud y más específico el analito de interés en comparación de otros constituyentes que también se encuentran en la matriz bajo las condiciones de prueba establecidas.⁴⁸

Tiene como objetivo detectar, de forma simultánea o separada, sustancias químicas disímiles encontradas en una misma muestra. Comúnmente el termino selectividad es utilizado como sinónimo de especificidad, teniendo la capacidad de ubicar el analito fácilmente fuera de alguna interferencia de otra composición. Dado que existen reducidos procesos que dan efecto a un solo analito, el termino especificidad es el más conveniente. Este tipo de parámetro no necesita mayor validación en caso de utilizarse procedimientos normalizados para una matriz específica, porque este tipo de trabajo ya lo antelaron las personas que validaron y desarrollaron el método. El esquema del procedimiento experimental muchas veces gira en función del discernimiento de las interrupciones que pueden alterar dicha fase analítica tanto química, física e instrumental, también de las características del espécimen y de la autenticidad necesaria para la confirmación de un método. Las pruebas que se hacen para poder asegurar cualitativamente la selectividad de un método pueden variar en base al prototipo a ser analizado, la habilidad a emplearse, la pesquisa utilizable, entre otros.⁵³ Los tipos de selectividad son:

- Selectividad Cualitativa. - indica hasta qué punto otros compuestos influyen en la determinación de una sustancia de acuerdo con un procedimiento proporcionado.

- Selectividad Cuantitativa. - es utilizado en unión a otros sustantivos, tales como, constante, coeficiente, factor, índice etc., para la caracterización cuantitativa de interferencias.⁴⁸

La especificidad habitualmente se considera como el 100% de la selectividad, pero la concordancia no es absoluta. Si la medición no es delimitada, se puede expresar que algunos analitos no obstaculicen, debiendo haber sido comprobado inicialmente. Es muy complejo instaurar que no hay detención; pues, es posible detectar alguna interferencia no identificada hasta ese instante. Existen eventos en que determinados entorpecimientos químicos podrían ser reconocidas por una técnica en específica; pero, la ocasión de hallarlas en la realidad, es inalcanzable.⁴⁶

- Linealidad y rango: Es la capacidad de alcanzar resultados correspondientes a la condensación de analito en el espécimen, encontrándose entre un rango explícito. En lo posible se debe buscar una respuesta lineal, el cual permita facilitar su trazado (interpolación e interpretación). La linealidad tiene referencia a la concentración y a forma de cuantificación. El propósito preponderante consiste en adquirir una estructura que detalle precisamente la asociación de la concentración frente a la manifestación siendo recto o no.

Valencia (2008) refiere que el rango es “... *intervalo entre la concentración superior e inferior del analito demostrándose antes su correcta precisión, exactitud y linealidad del método descrito*”.⁵⁴ Para poder verificar la linealidad del método se debe:

- Disponer modelos de muestra o placebo a con cinco diferentes concentraciones, debiendo encontrarse entre los intervalos determinados para cada tipo de análisis, y verificados preliminarmente.
- Repetir independientemente en tres oportunidades como mínimo, con la finalidad de evaluar estadísticamente la regresión lineal del método.
- Con los resultados del análisis anterior, se debe graficar la consecuencia de la medición, contra la cuantía del analito. Se comprueban fundamentos con conducta atípica mediante cálculos añadidos.

- Ejecutar un análisis de varianza de la regresión lineal.
 - Estimar el coeficiente de regresión con todos los datos (mínimo tres curvas independientes).
 - Estimar y presentar en gráficas.⁵⁵
- Robustez del método: Con este parámetro se busca evaluar la función de reproducir efectos estrictos ante pequeñas permutas o elementos de los contextos experimentales posibles de originarse al momento de la ejecución de la técnica. Con esta medida se responde el beneficio del método analítico en base a una consumación no tan precisa, debido a que, si algunos ciclos del método no se realizan con el menor cuidado, puede haber una consecuencia severa. Habitualmente este criterio se emplea para métodos avanzados por la institución, en los cuales se efectúan cambios preparados en el método y se pondera la derivación en el rendimiento, principalmente antes de ingresar en trabajos de apoyo. Consecuentemente, es un indicador que no esencialmente debe ser entidad de la validación cuando se manejan métodos regulados.⁵⁴

La finalidad del ensayo de robustez es perfeccionar el procedimiento y detallar que en ciertas condiciones se puede conseguir datos justamente puntuales con una alta seguridad, de modo que el medio marche confiablemente si se emplea en otras estancias o luego de periodos prolongados de tiempo.

Un método es más robusto cuando hay poca dependencia de los datos obtenidos de la prueba de una alteración en las situaciones de éste. Al desenvolver un nuevo método debe establecerse la transformación de los datos por la modificación en los contextos del ensayo. Las situaciones que afectan el método son: laboratorio, territorio de la medición, profesional, aparatos, reactivos, disolventes, estándares, etc., caudal y pH de la fase y gradiente de temperatura.⁴⁵

- Incertidumbre de medición: Es una medida de tipificación central e indispensable para organizar un reconocimiento según la Norma ISO 17025, dentro de este grupo se encierran los errores sistemáticos y aleatorios.

Los laboratorios deben destinar programaciones para valorar la incertidumbre de medición y reconocer los elementos de la incertidumbre, como: concepto inconcluso e imperfecto del mensurando, muestreo, elaboración de muestras, aspectos

ambientales, desorientaciones individuales en la lectura de instrumentos similares, límites en la distinción o resolución de herramientas, valores imprecisos de los patrones y utensilios de referencia empleados, valores imprecisos de constantes y otros criterios logrados de fuentes externas y manejados en el algoritmo para el alcance de información.⁴⁵

La tasación de la incertidumbre abarca diferentes componentes, unos de estos pueden ser evaluados desde la repartición estadística de resultados de una serie de tamaños y puede ser caracterizado por desviaciones estándar experimentales. Los elementos adicionales pueden ser también caracterizados por desviaciones estándar, evaluándose desde la presunción de distribuidores de probabilidad fundados en la rutina u otra información.

Este indicador muestra la versatilidad alrededor de los corolarios reportados, los cuales son cuantificados como un valor “U”, cuando se considera la incertidumbre expandida y dentro del cual el resultado verdadero puede encontrarse.³⁷

El análisis de la incertidumbre en las medidas simboliza un desafío que es antiguo en metrología, aunque hace poco no se visualizaban en la lista de programaciones estandarizadas utilizables para ejecutarlo. El impacto de la evolución puede optimizar la razón de la lectura, la circunstancia de laborar sobre el precio, producir indagación para hacer percepciones de valores sobre las tasaciones, incrementar la aceptación de los datos, aprobar la evaluación de la calidad de los resultados y, por tanto, educar al beneficiario a realizar estimaciones justas de su fiabilidad.⁵⁶

Definición de términos básicos:

- **Calidad de agua:** Términos utilizados para describir las características químicas físicas y microbiológicas, son condiciones que se exigen para cubrir diversas necesidades en los seres vivos.
- **Contaminación:** La presencia de cualquier organismo o sustancia que hace que disminuya la claridad o pureza a una preparación, depósito de material radiactivo en un sitio donde no es conveniente.
- **Laxante:** Agente que interviene impulsando la evacuación del intestino al aumentar el volumen del excremento.
- **Temperatura:** Grado de frío o calor es perceptible; propiedad de un sistema de la que depende que este se encuentre o no en equilibrio térmico con los demás sistemas.
- **Turbidez:** Trastorno que consiste en aparición de sólidos (sedimentos) en una solución, de modo que esta no se encuentra clara.
- **Precipitar:** Efecto y acción de hacer que una sustancia que se encuentra en solución se asiente en partículas sólidas.
- **Sedimentación:** Asentamiento de partículas sólidas en una solución en el fondo del envase, en muchos casos la que se acentúa en un procedimiento de centrifugación.
- **Partícula:** Cuerpo material de pequeñas dimensiones constituyente de la materia.
- **Viscosidad:** Propiedad física de los líquidos que determina la resistencia interna de estos a la fuerzas de cizallamiento.
- **Límite máximo permisible:** Es la medida de la acumulación o grado de sustancias, parámetros o elementos químicos biológicos y físicos que muchas veces se identifican o caracterizan a un efluente o una emisión que al exceder podría causar diversos daños al ambiente y la salud.

- **Analíto:** Sustancia que debe identificarse o medirse.
- **Concentración:** Cuantía de una sustancia, referida en unidades de moles o masa, que hay en una unidad de volumen de fluido.
- **Medición:** Conjunto de ordenamientos que pretende fijar el importe de una cantidad.
- **Coefficiente de variación (o desviación estándar relativa):** Medida empleada para cotejar la variación o dispersión en colecciones de cálculos. Es la fracción entre la desviación estándar y el promedio, multiplicada por 100 para manifestarla en porcentaje del promedio.
- **Controles:** Modelos manejados para hallar la validez de la curva de calibración, es decir, la linealidad y estabilidad de una prueba o de una determinación cuantitativa en el transcurso del periodo.
- **Curva de calibración:** Correlación entre la réplica de señales del instrumento y varias condensaciones del analito en un disolvente o matriz adecuado.
- **Desviación estándar (o típica):** Referente estadístico que plantea la distensión o esparcimiento de los cálculos en una repartición de éstas.
- **Error:** Acción considerada incorrecta o equivocada.
- **Estándar (patrón) de referencia:** Patrón de la excelente calidad aprovechable en cierto terreno, del que se emanan las mediciones efectuadas en dicho espacio.
- **Linealidad:** Peculiaridad de un método de conseguir resultados en proporción a la cantidad o concentración de la muestra evaluada en un intervalo determinado.

- **Estabilidad:** referencia de un elemento a conservar sus características a través del tiempo, temperatura etc. y que puede ser perturbado cuando se expone a diferentes sustancias.

La formulación del problema: ¿Existe validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos?

Justificación: La calidad del agua es un tema de salud pública a nivel mundial y su uso se incrementa cada vez más a nivel de producción, comercialización, industrial y consumo humano, por tal motivo es importante obtener agua de óptima calidad con evaluaciones físicas, químicas y microbiológicas mediante determinaciones analíticas. La determinación de sulfatos en agua es de suma importancia, dado que si encuentra en altas concentraciones pueden formar compuestos agresivos en el medio ambiente y poner en riesgo la salud ocasionando problemas gastrointestinales.

Por otro lado, se propuso un método propio con la finalidad de demostrar eficacia basándose en la comparación de resultados analíticos y evaluando las diferencias significativas de ellas, para generar conocimiento válido y confiable. Asimismo, esta información podrá estar al alcance de la población interesada en indagar sobre temas de análisis de la composición fisicoquímica del agua a través de métodos de cuantificación de sulfatos, aparte de formar parte de evidencia que incrementa la producción científica a nivel nacional.

El objetivo general fue: Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos.

Los objetivos específicos:

- Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg /L de sulfatos.
- Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg /L de sulfatos.
- Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg /L de sulfatos.

Hipótesis general: El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos.

Hipótesis específicas:

- El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg/L de sulfatos.
- El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg/L de sulfatos.
- El Método Turbidimétrico modificado presenta validez Estadística frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg/L de sulfatos.

II. METODOLOGIA

2.1. Tipo y Diseño de Investigación:

2.1.1. Tipo de Investigación

- **Analítico:** Busca demostrar la relación que existe entre las variables de estudio.
- **Longitudinal:** La variable independiente será medida en diferentes momentos.

2.1.2. Diseño de la investigación

- **Experimental:** Se procedió a elaborar un estándar: agua destilada a diferentes concentraciones de sulfatos para probar el método analítico turbidimétrico.

2.2. Operacionalización de Variables.

Tabla N.º 2 Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENCIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Concentración de Sulfatos:	Son concentraciones de sales solubles que se hallan repartidos en todas las aguas. Altas concentraciones de sulfatos produce un efecto laxante en los seres humanos	Concentración de Sulfatos en mg/L	1 5 10	mg/L

Tabla N.º 3 Variable Dependiente.

Variable dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida/Punto de corte.
Validación de un método Turbidimétrico modificado	Se refiere al proceso por el cual se establece que los rasgos del desempeño del método cumplen con los requisitos indispensables.	Respuestas estadísticas.	- Absorbancia - Repetitividad - Coeficiente de Variación.	%

2.3. Población, Muestra.

2.3.1 Población:

Todos los métodos para determinar sulfatos.

2.3.2 Muestra:

Método turbidimétrico modificado.

2.4. técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

La técnica que se empleo fue la preparación de Patrones de agua destilada con Sulfato de Sodio a 1,5 y 10 mg/L cada uno y el instrumento fue la ficha de recolección de datos validado por () y en ellos se registrarán los resultados obtenidos del Método turbidimétrico Modificado a diferentes concentraciones y sus respectivas absorbancias.

2.5. PROCEDIMIENTO

2.5.1 Materiales utilizados.

A) Equipos:

- Espectrofotómetro UV/Visible, Balanza Analítica

B) Reactivos:

- Sulfato de Sodio (Na_2SO_4)
- HCL Concentrado
- Glicerina (buffer)
- Cloruro de bario

C) Materiales de laboratorio:

- Matraz
- Pizeta
- Bagueta
- Espátula
- Probeta

- Luna de reloj
- Celdas de vidrio
- Beackers

A. Obtención de la Solución Patron (agua)

Se preparo el estándar de agua destilada a diferentes concentraciones de sulfato distribuidos de la siguiente manera:

- 10 litros de agua cada uno de 1 mg/L de sulfato.
- 10 litros de agua cada uno de 5 mg/L de sulfato.
- 10 litros de agua cada uno de 10 mg/L de sulfato.

B. Preparación de la solución patrón de sulfato (SO₄)

Se disolvio 1,479 g de Na₂SO₄ anhidro en agua destilada y se diluyo hasta 1000 ml, obteniéndose a continuación: 1,00 ml=1,00 mg/L de SO₄.

C. Preparación de las Muestras a diferentes concentraciones de SO₄.

- Se paso a medir 1 ml, 5 ml y 10 ml de la muestra patrón y se colocó en un matraz aforado cada uno y se diluyo a 1000 ml. Obteniendo **1, 5, 10 mg/L, de SO₄.**

D. Formación de turbidez con sulfato de Bario:

Se procedió a medir 100 ml de muestra y se llevó a un Erlenmeyer de 250 ml, se adicionó 1ml de HCL 1N y 20 ml de glicerina y se agito luego se añadió una cucharada de cristales de BaCl₂, y se empezó a medir el tiempo agitándose aproximadamente por unos 60 segundos de manera constante.

E. Medida de la turbidez del sulfato de Bario:

Una vez finalizado el periodo donde se agito, se agregó la solución en la celda de espectrofotómetro y se procedió a medir la turbidez a los $5 \pm 0,5$ minutos a 420 nm. Y los resultados se compararon con la curva de calibraciones del método normalizado.

2.6. Método de análisis de datos.

El método de análisis se hizo mediante gráficos estadísticos y con sus respectivas interpretaciones según las variables y las concentraciones de sulfato.

2.7. Aspectos éticos.

El siguiente trabajo se basó en la fiabilidad y respetando los diferentes estilos científicos encontrados y utilizando de manera correcta los diferentes materiales de laboratorio, así como reactivos.

Otra consideración ética es que el resultado que se obtendrá será comparado con muestras que se mandaran a analizar a empresas confiables y obtener sus certificaciones respectivas que generen validez y confianza.

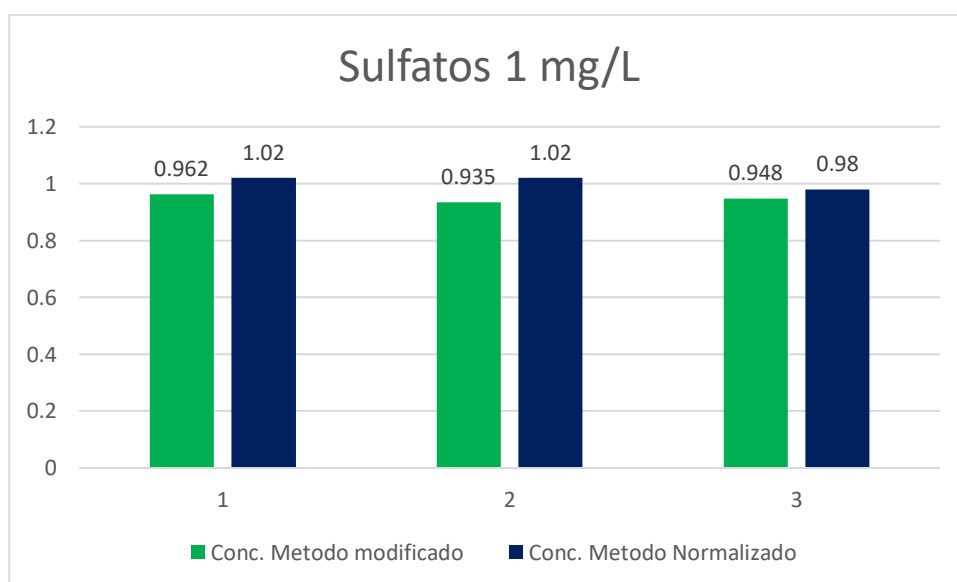
III RESULTADO

- **Tabla N° 4** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 1 MG /L DE SULFATOS.

Concentración estándar mg/L	METODO MODIFICADO		METODO NORMALIZADO
	Absorbancia	Concentración mg/L	Concentración mg/L
1	0.070	0.962	1.02
1	0.064	0.935	1.02
1	0.069	0.948	0.98

- Como se puede observar las concentraciones son similares demostrando una eficacia al 95 %.

- **GRÁFICO N.º 1** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 1 MG /L DE SULFATOS.



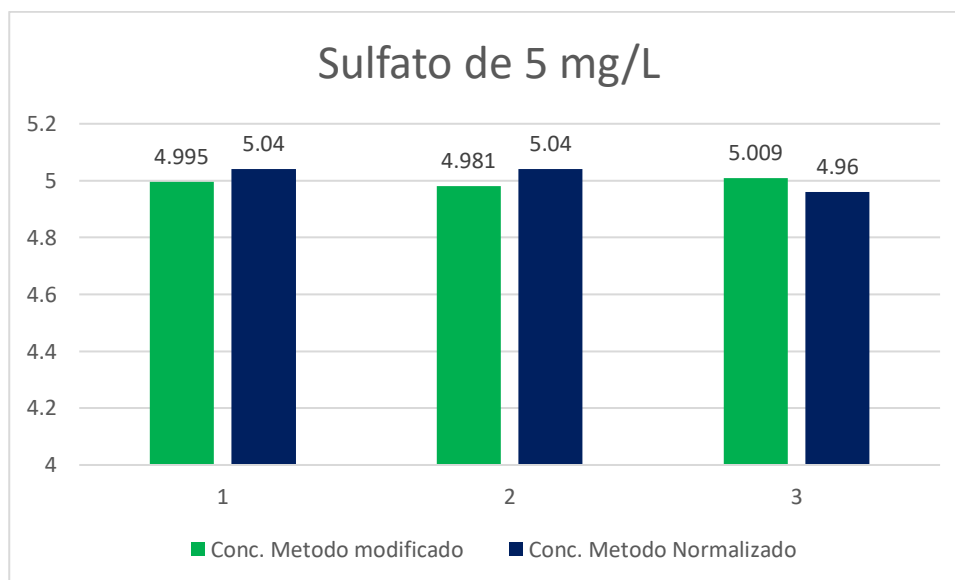
- Las comparaciones entre ambos métodos no presentan diferencias significativas.

- **Tabla N.º 5** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 5 MG /L DE SULFATOS.

concentración estándar mg/L	METOD MODIFICADO		METODO NORMALIZADO
	Absorbancia	Concentración mg/L	Concentración mg/L
5	0.368	4.995	5.04
5	0.367	4.981	5.04
5	0.369	5.009	4.96

- Como se puede observar las concentraciones son similares demostrando una eficacia al 95 %.

- **Gráfico N.º 2** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 5 MG /L DE SULFATOS.



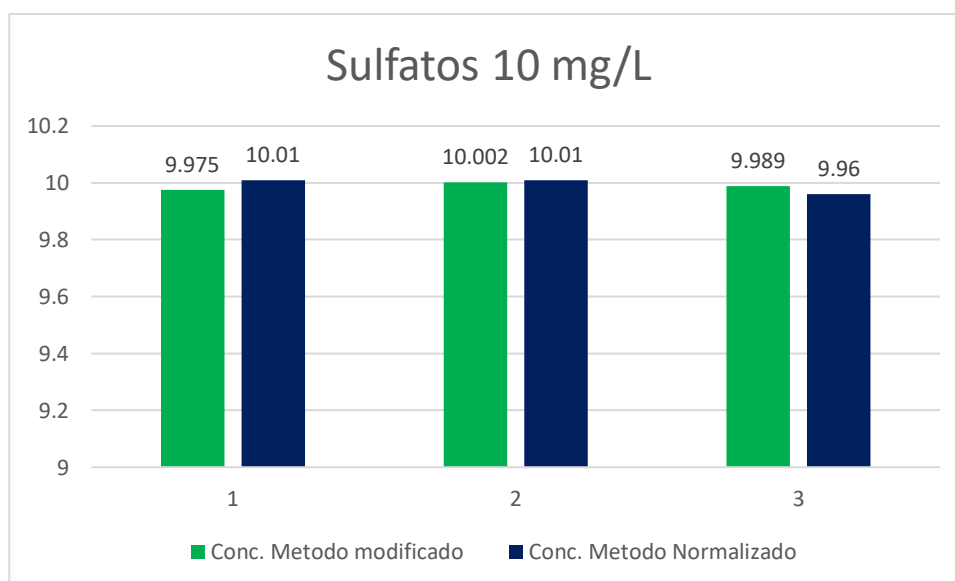
- Las comparaciones entre ambos métodos no presentan diferencias significativas.

- **Tabla N.º 6** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 10 MG /L DE SULFATOS.

concentración estándar mg/L	METODO MODIFICADO		METODO NORMALIZADO
	Absorbancia	Concentración mg/L	Concentración mg/L
10	0.736	9.975	10.01
10	0.738	10.002	10.01
10	0.737	9.989	9.96

- Como se puede observar las concentraciones son similares demostrando una eficacia comprobada al 95 %.

- **Figura N.º 3** DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO MODIFICADO FRENTE AL MÉTODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A CONCENTRACIÓN DE 10 MG /L DE SULFATOS.

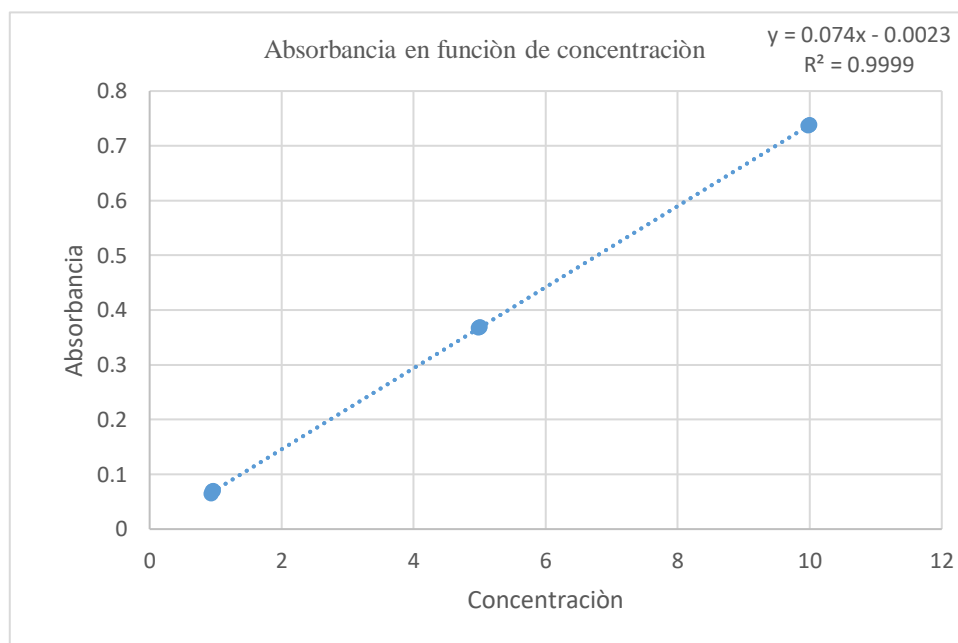


- Las comparaciones entre ambos métodos no presentan diferencias significativas.

Tabla N.º 7 DATOS DE LA ABSORBANCIA EN FUNCION DE CONCENTRACION

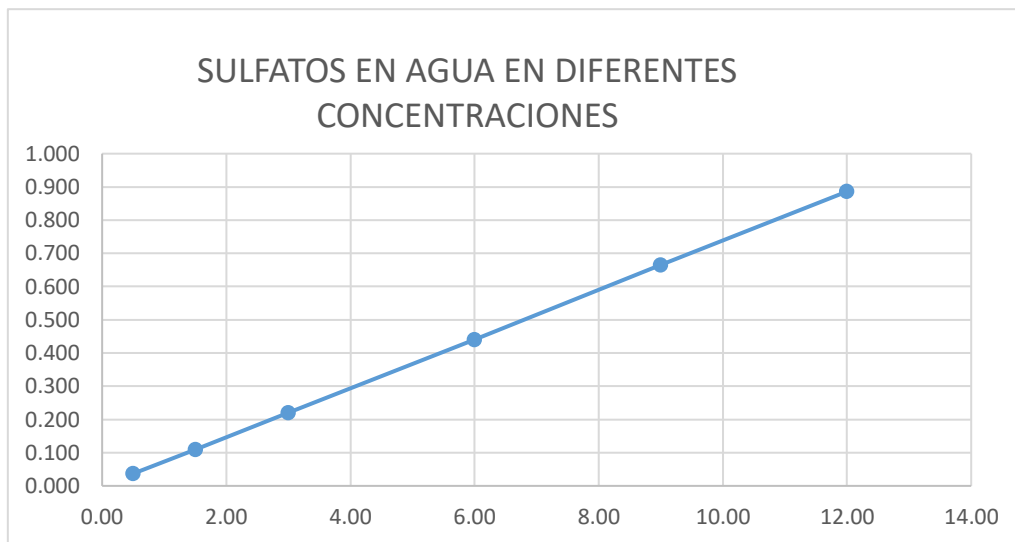
ABS	CONC
0.070	0.962
0.064	0.935
0.069	0.948
0.368	4.995
0.367	4.981
0.369	5.009
0.736	9.975
0.738	10.002
0.737	9.989

Gráfico N°4 ABSORBANCIA EN FUNCION DE CONCENTRACION



- Se observa que los resultados obtenidos en el método turbidimétrico modificado son exactos y precisos.

Gráfico N.º 5 CURVA DE CALIBRACIÓN DEL METODO NORMALIZADO



- Las concentraciones de sulfato del método turbidimétrico modificado se obtuvo en esta curva de calibración para demostrar su eficacia.

Tabla N.º 8 ESTIMACIÓN LINEAL.

r^2	0.99999271
b	-0.001082
m	0.0739

Tabla N.º 9 DATOS DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN PARA FIJAR LA RECTA.

Sulfatos	
Conc (x)	ABS (y)
0.5	0.037
1.50	0.110
3.00	0.220
6.00	0.440
9.00	0.665
12.00	0.886

IV DISCUSION

El método turbidimétrico modificado a concentraciones de 1, 5 y 10 mg /l indico que tiene una buena repetitividad, demostrándose que es válido para obtener resultados con buena confiabilidad realizándose por triplicado porque los errores relativos y las desviaciones presentan poca variación.

De acuerdo con el autor Severiche C. y Gonzales H., efectuó una evaluación analítica modificando el método turbidimétrico, obtuvo resultados de 5 mg/L de Sulfato de Sodio con un coeficiente de variación menor a 10 %, demostrándose un método confiable y ajustándose a las exigencias, al igual que el método plateado en este trabajo que fue de un rango de 1 a 10 mg/l, ya que su solución acondicionadora (glicerina) tuvo ventajas en cuanto al tiempo para la medición respectiva.

El autor Morales que realizo una investigación para validar Sulfatos en agua empleando como referencia sulfato de formazina en lugar del buffer , y se comprobó que los resultados obtenidos en comparación con los normalizados presentaron similitud dando como resultado Coeficiente de determinación $r^2= 0.9997$ y en precisión 2 y 3 % para un estándar de 5 a 20 ppm concluyendo también que su método es eficaz y puede ser una alternativa también en la determinación de sulfatos por presentar datos seguros y confiables.

Aguilera I. Pérez y Marañoñ realizaron un estudio similar utilizando como buffer N°.1 (glicerina) y buffer N°. 2 (trietilenglicol) para un patrón de 25 mg/L de sulfatos y el resultado obtenido para el buffer N°.1 fue 24.8 mg/L y el buffer N°. 2 fue 24.6 mg/L dando un 95 % de confiabilidad.

V CONCLUSIONES

El Método Turbidimétrico modificado si presentó validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg /L de sulfatos.

El Método Turbidimétrico modificado si presentó validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg /L de sulfatos.

El Método Turbidimétrico modificado si presentó validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg /L de sulfatos.

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos en la Figura N.º 1, 2, 3 a diferentes concentraciones por el método turbidimétrico obtenidos en el Laboratorio Certilab y el método modificado, se pudo apreciar que no hay diferencias significativas.

Para la evaluación de la linealidad del método, se aplicó el análisis de la regresión lineal, con la finalidad de obtener la recta que mejor se ajuste $Y=0.074$. Los coeficientes de correlación obtenidos son ($r^2=0.999$), demuestran una alta correspondencia entre la concentración y la señal analítica del método para las determinaciones realizadas, con un 95 % de confiabilidad.

El presente estudio modificado presentó adecuadas características de desempeño al ser preciso y veraz con un adecuado intervalo de concentración presentando una CV. menor a 10%.

VI RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir haciendo más pruebas de comparación con diferentes tipos de agua. (Agua potable, residual, superficial, de pozo, piscina, etc.)

Realizar un estudio con un mayor número de muestras evaluando todos los parámetros de validación (precisión, exactitud, límite de detección, límite de cuantificación, especificidad/selectividad, linealidad, rango, robustez e incertidumbre).

Se debe realizar estudios de calidad con el método turbidimétrico modificado en agua potable, y los resultados comunicar a las autoridades de salud para aplicar las medidas preventivas y correctivas para lograr un agua de calidad cumpliendo con las normas establecidas.

BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental. Lima: Ministerio de Salud, 2010: 44.
2. Rojas R. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente; 2002. [citado 15 abril 2021] Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf
3. Aguilera I.; Pérez R. & Marañón A. "Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método". Rev. Cub. Qca. (Cuba) [en línea]. 2010 [citado 15 abril 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543720007.pdf>
4. Ministerio del Ambiente. Modifican los estándares nacionales de la calidad Ambiental para el agua y Establecen disposiciones Complementarias para su aplicación. Publicado en el diario oficial El Peruano, Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Perú: Ministerio del Ambiente; 2015. [citado 18 abril 2021]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-Supremo-N%C2%B0-015-2015-MINAM.pdf>
5. APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales" Díaz de Santos XVII edición. 1992.
6. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. [citado 18 abril 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>

7. Martinez G, Beccaglia A, Llinares A. Problemática hídrico-sanitaria, percepción local y calidad de fuentes de agua en una comunidad toba (qom) del Impenetrable (chaco, Argentina). *Salud Colectiva*, 2014; 10(2):225-242.
8. Teves AB. Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cacara, Región Lima. [Tesis para optar el grado de Magister en Química]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Química; 2016. [citado 18 abril 2021]. Disponible en: http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/570/3/2016_Teves_Estudio-fisicoquimico-calidad.pdf
9. Chavez O, Leiva T, Cotorro F. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Universidad Científica del Perú Ciencia Amazónica*. 2016; 6 (1), 16–27.
10. Huamán A. Evaluación de la calidad de agua subterránea para consumo humano en el pueblo Cerrito San Juan, Distrito de Socabaya, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Química]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería Química; 2015. [citado 18 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/68/B2-M-18046.pdf?sequence=1>
11. Suarez M. Validación de métodos analíticos para la determinación de hierro, sulfatos, turbiedad, dureza total y cálcica en muestras de aguas claras y residuales. [Proyecto previo a la obtención del título de ingeniería química]. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial; 2012. [citado 18 Abril 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4473/1/CD-4084.pdf>
12. Severiche C, González H. Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. *Ing. USBMed* [en línea]. 2012 [citado 18 abril 2021]; Disponible en: <http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v3n2/v3n2a1.pdf>

- 13.** Morales E. Validación del Método Turbidimétrico para la cuantificación de sulfatos en muestras de aguas [Tesis para optar el título de Licenciado en Química]. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias y Tecnología; 2010. [citado 20 abril 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4473/1/CD-4084.pdf>
- 14.** Trevizan J. Mirando sobre y bajo el agua. Idesia [en línea]. 2011 [citado 22 abril 2021]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000200022
- 15.** Sánchez J. Importancia del Agua para los Seres Vivos [en línea]. [citado 22 abril 2021]. Disponible en: www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/biomoleculas/02agua.pdf
- 16.** Muñoz V. Cloruros en aguas embotelladas para consumo Humano. [Tesis para optar el grado de Químico Farmacéutico] Lima: Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2016.
- 17.** Banús M. H₂O Elixir de vida Elemental [en línea]. [citado 22 abril 2021]. Disponible en: www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%201b.pdf
- 18.** García M, Sánchez F, Marín R, Guzmán H, Verdugo N, Domínguez E, et al. El agua. [citado 23 abril 2021] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- 19.** Vera C, Camilloni I. El ciclo del agua. Argentina: Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología. [citado 25 abril 2021]. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002315.pdf>
- 20.** Trevizan J. Mirando sobre y bajo el agua. Idesia [en línea]. 2011 [citado 25 abril 2021] Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000200022

21. EMUSAP. El agua en el Perú. 2017. [citado 25 abril 2021]. Disponible en: http://www.emusap.com.pe/noticias/el_agua_en_el_peru.pdf
22. Bermello R, Marrero Y, Rodríguez A. Agua y Salud. Boletín Especial [en línea]. 2013 [citado 25 abril 2021]. Disponible en: http://www.cpicmha.sld.cu/BoletinEsp1/bes02_13.pdf
23. Fagundo J, Cima A, González P. Revisión bibliográfica sobre clasificación de las aguas minerales y mineromedicinales. Red de Salud de Cuba. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bal/clasificacion_aguas_minerales.pdf
24. Ríos J. Validación de técnicas instrumentales turbiedad y pH para el tratamiento de agua potable en la planta de tratamiento Empocabal. E.S.P-E.I.C.E. (Santa Rosa de Cabal). [Trabajo de grado]. Pereira-Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología; 2014. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71398150.pdf>
25. Buelta A, Martínez R. Guía básica de control de calidad de agua. Madrid-España: ONGAWA; 2015. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/09/Agua-CAS-revisar2.pdf>
26. Martínez A. Validación de métodos analíticos por espectrofotometría para determinar sulfatos, cianuros y cromo hexavalente en aguas, suelos y lixiviados. [Tesis de Ingeniera Química]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/890/1/T-UCE-0017-25.pdf>
27. Villanueva U. Procedimiento para determinar el caudal ecológico en las centrales Hidroeléctricas ubicadas en los cauces de los ríos costeros del Perú. [Libro Electrónico]. 1ª ed. Perú: Guzlop; 2012 [citado 26 abril 2021]. Disponible en: https://guzlop-editoras.com/web_des/ing01/ambiental/pld0459.pdf

- 28.** Castro TY. Determinación de metales pesados en agua superficial en la mina de Dolores municipio de Madera Chihuahua. [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Procesos Ambientales]. Torreón: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de carreras Agronómicas, 2015. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7895/YESMIN%20HORTENSIA%20CASTRO%20TORRES.pdf?sequence=1>
- 29.** Hooker A, Juárez R, Cisneros C. Comparación de los resultados de dos equipos de medición, uno de campo con uno de laboratorio, empleando Método Turbidimétrico, para la determinación de sulfatos en muestras de aguas Geotérmicas. [Tesis para optar el Título de Licenciatura en Química]. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias y Tecnología; 2015. [citado 26 abril 2021]. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3482/1/228255.pdf>
- 30.** Bieger K. La Química de los Minerales. [Libro Electrónico]; 2015 [citado: 26 abril 2021]. Disponible en: http://www.moodle.uda.cl/pluginfile.php/27726/mod_resource/content/4/La%20Qu%20%20ADmica%20de%20los%20minerales-2.pdf
- 31.** Duran T, Martínez M. Estudio cristalográfico del sulfato de cobre (II) pentahidratado y del dihidrogenofosfato de amonio. Educación Química EduQ [en línea]. 2012 [citado 27 abril 2021]; (11): 45-51. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/EduQ/article/viewFile/264599/352253>
- 32.** Galván D, Díaz C. PNT 2. Análisis químico medioambiental de contenidos de sulfatos en agua por turbidimetría. 2015. [citado citado 27 abril 2021]. Disponible en: <https://tecnicosinstrumentals.files.wordpress.com/2011/09/pnt-2-determinacion-sulfatos-en-agua-mediante-turbidimetria.pdf>
- 33.** Acebo D, Hernández A. Los métodos turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. Revista CENIC. Ciencias Biológicas [en línea]. 2013 [citado 27 abril 2021]; 44(1): 1-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181226886003>

- 34.** Real Academia de Ingeniería. Método turbidimétrico. 2019. [citado 27 abril 2021]. Disponible en: <http://diccionario.raing.es/es/lema/m%C3%A9todo-turbidim%C3%A9trico>
- 35.** Norma Mexicana NMX-AA-74-1981. Análisis de agua-Determinación del ion sulfato. Centro de Calidad Ambiental UNINET. 1992. [citado 27 abril 2021] Disponible en: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa074.pdf>
- 36.** Hach Company. Manual de análisis de agua. 3ª ed. Estados Unidos: Hach Company.
- 37.** Instituto Nacional de Salud. Manual de métodos fisicoquímicos básicos para el análisis de aguas para consumo humano. Colombia: Instituto Nacional de Salud; 2011. [citado 27 abril 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacion%20SIVICAP/2011%20Manual%20análisis%20fisico%20químico%20aguas.pdf>
- 38.** Meléndez MG. Validación parcial de la Metodología Demanda Química de Oxígeno (DQO) a rango bajo en aguas residuales por Método, Colorimétrico, en el laboratorio de Corponariño. [Tesis para optar el Título de Químico]. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; 2012.
- 39.** Consejo de Ministros de Integración Económica de Centroamérica. Productos farmacéuticos. Validación de métodos analíticos para la evaluación de la calidad de los medicamentos. 2006. [citado 27 abril 2021]. Disponible en: http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca_11_03_3906_productos_farmaceuticos_metodos_analiticos.pdf
- 40.** Organismo Argentino de Acreditación. Guía para la validación de métodos de ensayo. Argentina: Organismo Argentino de Acreditación; 2013. [citado 28 abril 2021]. Disponible en: <http://www.oaa.org.ar/docs/GUI-LE-03%20v1.pdf>
- 41.** Fernández A, Aguilera Y, Morales I, Alonso E. Validación de los métodos analíticos para la identificación y cuantificación del dextrometorfano jarabe. Rev Cubana Farm [en

línea]. 2002 [citado 28 abril 2021]; 36(1): 28-34. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol36_1_02/far04102.pdf

42. Barwick V, Morillas BP, Stephen LR, Engman E, Gjengedal FE, Oxenbøll LU, et al, Guía Eurachem: La adecuación al uso de los métodos analíticos – Una Guía de laboratorio para la validación de métodos y temas. 1ª ed. España: Eurolab España; 2016 [citado 28 abril 2021]. Disponible en: www.eurachem.org
43. Secretaría de Salud. Guía para la validación de métodos de ensayo. Meta-Colombia: Secretaría de Salud; 2015. [citado 28 abril 2021]. Disponible en: <https://www.meta.gov.co/web/sites/default/files/adjuntos/P-SA-85%20GUIA%20PARA%20LA%20VALIDACION%20DE%20METODOS%20DE%20ENSAYO%20V1.pdf>
44. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. TP Nro 6. Validación de Métodos Analíticos. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; 2016.
45. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Desarrollo de un sistema integral de aseguramiento de calidad para laboratorios de análisis de alimentos en América del Sur. Bogotá-Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2005.
46. Centro Nacional de Metrología. Métodos analíticos adecuados a su propósito. 2ª ed. México: Centro Nacional de Metrología; 2005. [citado 28 abril 2021]. Disponible en: https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/131037/mod_resource/content/1/Eurachem-Guia-Validacion-CNM-MRD-030-2da-Ed.pdf
47. Anderson R, Bramley R, Clarke D y Pirjo L. Directrices para la validación de métodos analíticos y la calibración del equipo utilizado para el análisis de drogas ilícitas en materiales incautados y especímenes biológicos – Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito. Nueva York; 2010. [citado 28 abril 2021]. Disponible en:

https://www.unodc.org/documents/scientific/Validation_Manual_STNAR41_Ebook_S.pdf

48. Lemos C. Guía. Validación de métodos de ensayo en Laboratorios Clínicos. Ecuador: Organismo de Acreditación Ecuatoriano; 2011. [Citado 28 abril 2021]. Disponible en: <http://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/G04-R00-Guia-validacion-LClinicos.pdf>
49. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Guía de validación de métodos para el análisis de residuos de plaguicidas en productos vegetales por espectrometría de masas. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; 2017. [citado 28 abril 2021]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259346/Guia_Validacion_Plaguicidas_Version_01__2_.pdf
50. Coz M, Huamán R. Validación de un Método Analítico para la determinación de vitamina B1 en leche UHT enriquecida y endulzada por cromatografía líquida de alta eficiencia H.P.L.C. [Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2007. [citado 28 abril 2021]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/1085/Huaman_rs.pdf?sequence=1&isAllowed=y
51. Vinagre J. Capítulo 13. Calidad de métodos analíticos. Estados Unidos: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/ah833s/AH833S07.pdf>
52. Morillas B, Larumbe H, Vazquez M, Boix B, Esteban RJ, Ruiz J, et al. Guía para el funcionamiento de los laboratorios de ensayos del agua. España: Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento; 2012 [Citado 01 mayo 2021]. Disponible en: http://www.aeas.es/documentos/Guia_Lab_AEAS_Parte_I.pdf

- 53.** Chumioque G. Validación de un método analítico para la cuantificación de Clorfenamina Maleato 4 mg tabletas por Cromatografía Líquida de Alta Performance (H.P.L.C.) [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico y Bioquímico]. Lima: Universidad Inca Garcilazo de la Vega, Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Bioquimicas; 2014.
- 54.** Velandia C. Validación del método analítico para la cuantificación de Bacitracina en el laboratorio de control de calidad de una industria farmacéutica veterinaria [Tesis para optar el título de Microbióloga Industrial]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas; 2008.
- 55.** Ministerio de Salud. Guía de validación de métodos analíticos. Costa Rica: Ministerio de Salud. [citado 01 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/tramites/registro-de-productos-de-interes-sanitario/medicamentos-1/documentos-de-interes-3/guias-de-registro-medicamentos/2472-guia-de-validacion-de-metodos-analiticos/file>
- 56.** Suarez G. Validación de Métodos analíticos para determinación de Hierro, Sulfatos, Turbiedad, dureza total y Cálcica en muestras de aguas claras y residuales. [Proyecto previo a la obtención del título de ingeniería química]. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial; 2012.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “VALIDACIÓN DE UN METODO TURBIDIMETRICO MODIFICADO FRENTE AL METODO NORMALIZADO EN MUESTRAS DE AGUA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SULFATOS”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
<p>¿Existe validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos?</p> <p>Problemas Específico</p> <p>P.E.1: ¿Existe validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg/L de sulfatos?</p> <p>P.E.2: ¿Existe validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg/L de sulfatos?</p> <p>P.E.3 ¿Existe validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg/L de sulfatos?</p>	<p>Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>O.E.1: Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg /L de sulfatos.</p> <p>O.E.2: Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg /L de sulfatos.</p> <p>O.E.3: Determinar la Validez del Método Turbidimétrico modificado frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg /L de sulfatos.</p>	<p>El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a diferentes concentraciones de sulfatos.</p> <p>Hipótesis Especificas</p> <p>H.E.1: El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 1 mg/L de sulfatos.</p> <p>H.E.2: El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 5 mg/L de sulfatos.</p> <p>H.E.3 El Método Turbidimétrico modificado presenta validez frente al Método Normalizado en muestras de agua a concentración de 10 mg/L de sulfatos.</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Análítica: Busca demostrar la relación que existe entre las variables de estudio.</p> <p>Longitudinal: La variable independiente será medida en diferentes momentos.</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Explicativo: Se busca explicar la relación causal que existe entre variables del estudio.</p>	<p>Método de Investigación:</p> <p>Deductivo: El presente estudio parte de lo general a lo particular.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Experimental: Pretende manipular las variables bajo condiciones controladas.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Concentración de Sulfatos</p> <p>Indicadores:</p> <p>1 mg/L</p> <p>5 mg/L</p> <p>10 mg/L</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Validación de un Método Turbidimétrico modificado.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absorbancia • Repetitividad • Coeficiente de variación 	<p>Población:</p> <p>Todos los Métodos para determinar Sulfatos</p> <p>Muestra:</p> <p>Método turbidimétrico modificado</p>

Operacionalización de Variables.

Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENCIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Concentración de Sulfatos:	Son concentraciones de sales solubles que se hallan repartidos en todas las aguas. Altas concentraciones de sulfatos produce un efecto laxante en los seres humanos	Concentración de Sulfatos en mg/L	1 5 10	mg/L

Variable Dependiente.

Variable dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida/Punto de corte.
Validación de un método Turbidimétrico modificado	Se refiere al proceso por el cual se establece que los rasgos del desempeño del método cumplen con los requisitos indispensables.	Respuestas estadísticas.	- Absorbancia - Repetitividad - Coeficiente de Variación.	%

Ficha de recolección de datos para determinar la concentración de Sulfatos de 1,5 y 10 mg/L

Patrón de sulfatos en agua mg / L	Absorbancia	Concentraciones del método turbidimétrico modificado mg/L
1	0.070	0.962
	0.064	0.935
	0.069	0.948
5	0.368	4.995
	0.367	4.981
	0.369	5.009
10	0.736	9.975
	0.738	10.002
	0.737	9.989

INFOMES DE ENSAYO



INFORME DE ENSAYO N° N3531 - 2019

Cliente: RAQUI MARMANILLO NATALY MELISSA
Dirección: AAHH Los Angeles Mz D Lote 9 Zapallal Ventanilla
R.U.C.: 00043638766
e-mail: raquinmf3@hotmail.com
Solicitud de Ensayo N°: ENS-2911-2019/N
Nombre del Producto: AGUA
Información proporcionada por el cliente: AGUA TRATADA TI
Características de la muestra: **Presentación y Tipo de Envase:** Envasado en botella de polietileno transparente sellada.
Cantidad recibida: 2 L.
Fecha de recepción: 13 de junio de 2019
Fecha de ejecución de ensayos: Del 14 al 19 de junio de 2019

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Sulfatos	1,02	mg/L

Métodos de ensayo utilizados:

01. APHA AWWA WEF 23rd Edition 4500 SO₄-E Pag. 4-199, 4-200-2017 Sulfate. Turbimetric Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresa, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 20 de junio de 2019

Q.F. Lisy Sepiano Inga
Laboratorio de Físico Químico
CQFP/11894 LIMA

INFORME DE ENSAYO
N° N3532 - 2019

Cliente: *RAQUI MARMANILLO NATALY MELISSA*
Dirección: *AAHH Los Angeles Mz D Lote 9 Zapallal Ventanilla*
R.U.C.: *00043638766*
e-mail: *raquinmf3@hotmail.com*
Solicitud de Ensayo N°: *ENS-2911-2019/N*
Nombre del Producto: *AGUA*
Información proporcionada por el cliente: *AGUA TRATADA T2*
Características de la muestra: **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en botella de polietileno transparente sellada.*
Cantidad recibida: *2 L.*
Fecha de recepción: *13 de junio de 2019*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 14 al 19 de junio de 2019*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Sulfatos	5,04	mg/l.


Métodos de ensayo utilizados:

01. APHA AWWA WEF 23rd Edition 4500 SO₄-E Pag. 4-199, 4-200-2017 Sulfate. Turbimetric Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresa, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 20 de junio de 2019




Q.F. Lisly Sedano Inga
Laboratorio de Físico Químico
CQFP: 11894 LIMA



INFORME DE ENSAYO
N° N3533 - 2019

Ciente: RAQUI MARMANILLO NATALY MELISSA
Dirección: AAHH Los Angeles Mz D Lote 9 Zapallal Ventanilla
R.U.C.: 00043638766
e-mail: raquinmf3@hotmail.com
Solicitud de Ensayo N°: ENS-2911-2019/N
Nombre del Producto: AGUA
Información proporcionada por el cliente: AGUA TRATADA T3
Características de la muestra: **Presentación y Tipo de Envase:** Envasado en botella de polietileno transparente sellada.
Cantidad recibida: 2 L.
Fecha de recepción: 13 de junio de 2019
Fecha de ejecución de ensayos: Del 14 al 19 de junio de 2019

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Sulfatos	10,01	mg/L.

Métodos de ensayo utilizados:

01. APHA AWWA WEF 23rd Edition 4500 SO₄-E Pag. 4-199, 4-200. 2017 Sulfate. Turbimetric Method.

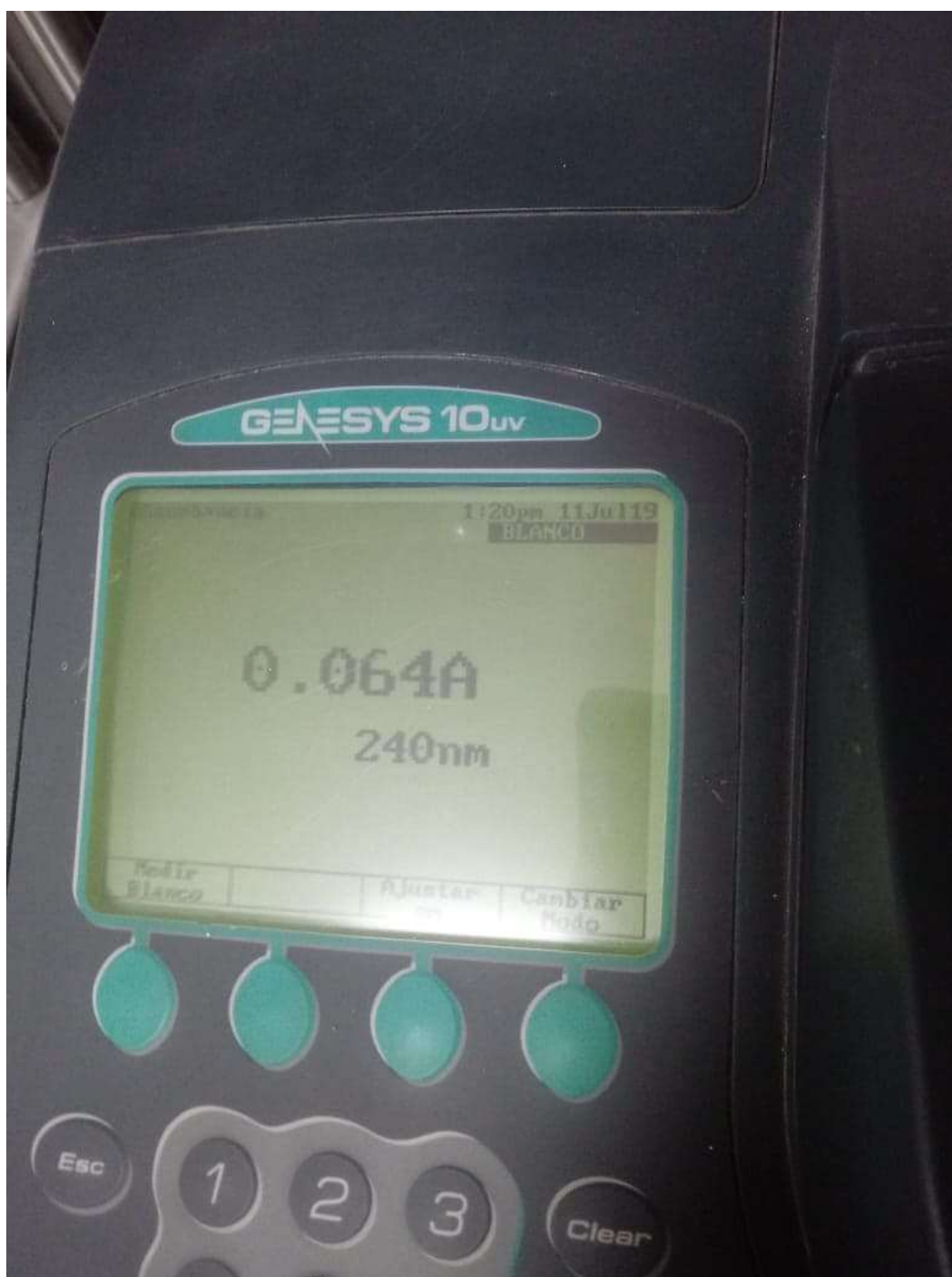
- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresa, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente y usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

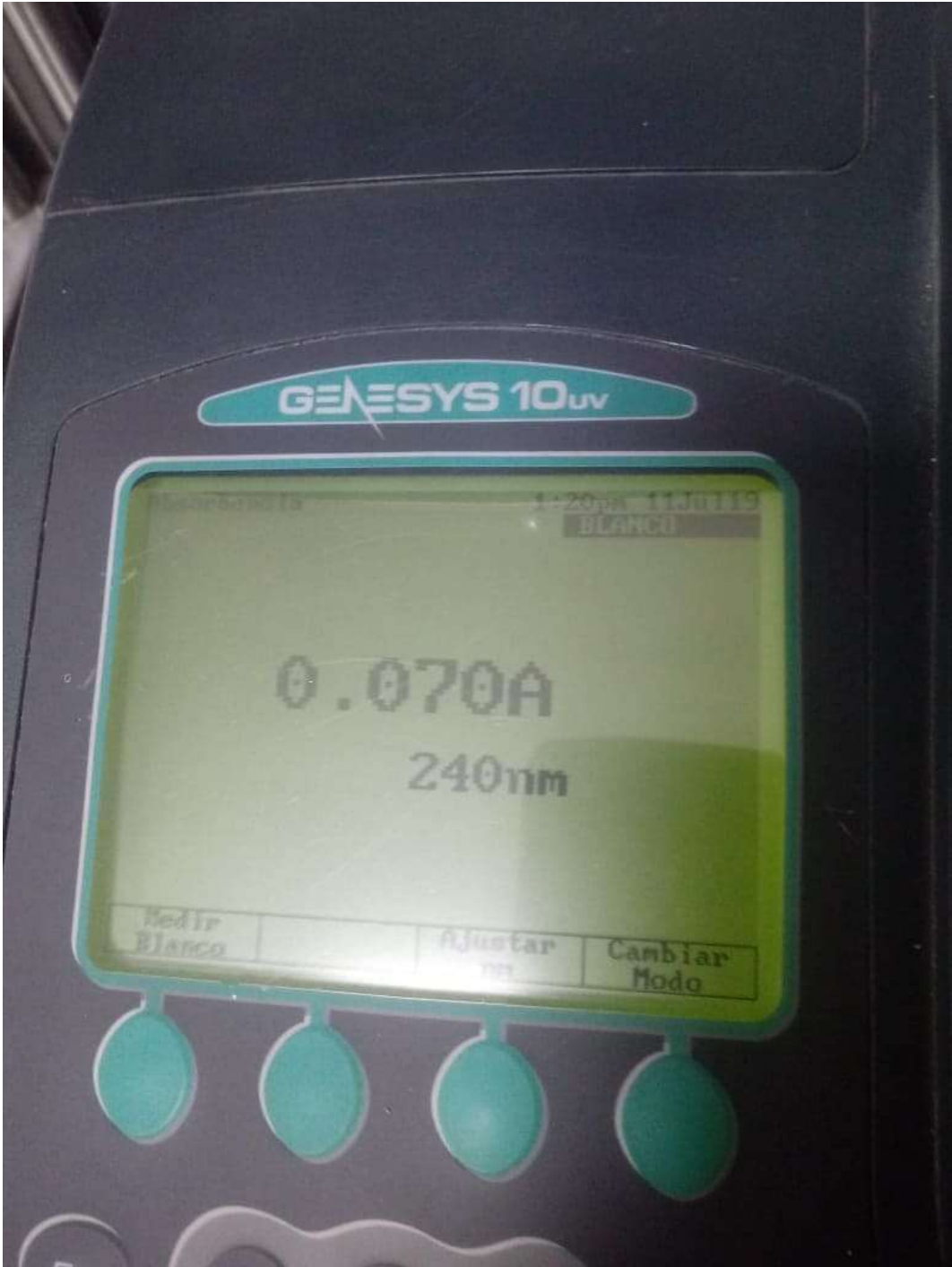
San Miguel, 20 de junio de 2019



[Firma]
Q. F. Lisy Sedano Inga
Laboratorio de Físico Química
CQFP: 11894 LIMA

LECTURA DEL SPECTROFOTOMETRO GENESYS 10 UV





REACTIVOS UTILIZADOS



CUBETAS



INTRODUCCION DE LA MUESTRA AL SPECTROFOTOMETRO UV /VIS



