



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación de la teledetección espectral usando landsat 8 para el monitoreo fisicoquímico del agua de la laguna de Conache – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Orbegoso Solano, Ruby Analy (orcid.org/0000-0002-2964-0971)

Blas Pereda, Julissa Alexandra (orcid.org/0000-0001-8439-3400)

ASESOR:

MSc. Huertas Chombo, Germán Luis ([Orcid.org/0000-0002-6211-4578](https://orcid.org/0000-0002-6211-4578))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

Trujillo – Perú

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres que nunca han dejado de darnos apoyo financiero y moral, siempre han estado presentes desde el inicio de nuestra etapa universitaria hasta el día de hoy, luchando juntamente para poder culminar esta meta propuesta con éxito. Dedicamos este Proyecto a todas las personas que han aportado con su granito de arena y nos han apoyado incondicionalmente hasta lograr completar con este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por ayudarnos a cumplir una meta más en nuestras vidas, y eso no hubiera sido posible sin la Ayuda de nuestro Profesor del curso, el Ing. Huerta Chombo German, gracias por el apoyo, orientación y paciencia. Ha sido muy importante para nosotras beneficiarnos de su riqueza de conocimientos. Estamos extremadamente agradecidos de que nos haya aceptado como estudiantes y haya seguido teniendo fe en nosotros a lo largo del ciclo. Gracias a mi compañera de tesis por sus palabras de aliento y sus comentarios reflexivos y detallados han sido muy importantes para nosotras, porque sacamos tiempo de las agendas para participar en nuestra investigación y hacer posible esta tesis, a pesar de todas las dificultades siempre estuvimos allí la una para la otra y así darnos la fuerza que necesitamos para culminar este trabajo de investigación satisfactoriamente.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HUERTA CHOMBO GERMAN LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de la Teledetección Espectral Usando Landsat 8 para el Monitoreo Físicoquímico del Agua de la Laguna de Conache - 2023", cuyos autores son ORBEGOSO SOLANO RUBY ANALY, BLAS PEREDA JULISSA ALEXANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 04 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HUERTA CHOMBO GERMAN LUIS DNI: 04206862 ORCID: 0000-0002-6211-4578	Firmado electrónicamente por: GEHUERTA el 19-07- 2023 17:39:43

Código documento Trilce: TRI - 0570521



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, BLAS PEREDA JULISSA ALEXANDRA, ORBEGOSO SOLANO RUBY ANALY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de la Teledetección Espectral Usando Landsat 8 para el Monitoreo Físicoquímico del Agua de la Laguna de Conache - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ORBEGOSO SOLANO RUBY ANALY DNI: 71117313 ORCID: 0000-0002-2964-0971	Firmado electrónicamente por: RORBEGOSOS97 el 27-07-2023 20:42:00
BLAS PEREDA JULISSA ALEXANDRA DNI: 73198976 ORCID: 0000-0001-8439-3400	Firmado electrónicamente por: JBLASPE el 27-07- 2023 20:40:24

Código documento Trilce: INV - 1336517

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTORES.....	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGIA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.1.1 Tipo de investigación.....	11
3.1.2 Diseño de investigación.....	11
3.2 Operacionalización de Variables:	11
3.3 Población, muestras y muestreo.....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	13
3.5 Procedimientos	13
3.5.1 Ubicación del área de estudio	13
3.5.2 Procedimiento de las Imágenes Landsat 8	14
3.5.2.1 Descarga de la Imagen Landsat 8.....	15
3.5.2.2 Corrección radiométrica y atmosférica de la imagen LANDSAT 8. Conversión a radiancia en el techo de la atmosfera (TOA)	21
3.5.2.3 Conversión a Reflectancia TOA.....	22
3.5.2.4 Reporte de Zona de estudio	25
3.5.2.5 Extracción de datos para cada punto de monitoreo.....	25
3.6 Método de análisis de datos	27
3.7 Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSION.....	52
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características de landsat 8.....	9
Tabla 2	: Resultados de monitoreo a partir de análisis en laboratorio	28
Tabla 3	: Resultados los Monitoreos mediante las Imágenes Landsat 8	29
Tabla 4	: Nivel de confiabilidad de los parámetros establecidos.....	41
Tabla 5	: Resumen de modelo	42
Tabla 6	: ANOVA	42
Tabla 7	: coeficientes	43
Tabla 8	: Variables, resumen de modelo.....	44
Tabla 9	: ANOVA	44
Tabla 10	: Coeficientes.....	45
Tabla 11	: Resumen de modelo	46
Tabla 12	: ANOVA.....	46
Tabla 13	: coeficientes	47
Tabla 14	: resumen de modelo.....	48
Tabla 15	: Anova.....	48
Tabla 16	: coeficientes	49
Tabla 17	: resumen del modelo	50
Tabla 18	: ANOVA.....	50
Tabla 19	: Coeficiente	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Ubicación de la Laguna de Conache.....	14
Figura N°2 Servicio Geológico de los Estados Unidos.....	15
Figura N°3 Criterios de Búsqueda del Servicio Geológico de los Estados Unidos.....	16
Figura N° 4 Conjuntos de Datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos	16
Figura N° 5 Criterios de resultados del Servicio Geológico de los Estados Unidos	17
Figura N° 6 Resultados del Servicio Geológico de los Estados Unidos.....	17
Figura N° 07 Características de la imagen landsat 8.....	18
Figura N°08: Imágenes sin Corregidas	23
Figura N° 09: Imágenes corregidas.....	24
Figura N° 10 Laguna de Conache.....	25
Figura N° 11 Puntos de Monitoreo	26
Figura N° 12: Primer Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de Conache	30
Figura N°13: Segundo Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de Conache	30
Figura N°14: Tercer Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de Conache	31
Figura N°15: Primer Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache	32
Figura N°16: Segundo Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache	32
Figura N° 17: Tercer Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache	33
Figura N°18: Primer Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache.....	34
Figura N°19: Segundo Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache	34
Figura N°20: Tercer Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache.....	35
Figura N°21: Primer Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache.....	36
Figura N°22: Segundo Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache.....	36
Figura N° 23: Tercer Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache	37
Figura N° 24: Primer Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache	38
Figura N° 25: Segundo Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache	38
Figura N° 26: Tercer Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache	39

RESUMEN

Para determinar la efectividad del monitoreo y comparar los resultados de laboratorio de los parámetros de calidad de agua la laguna de Conache usando imágenes landsat 8, se analizaron durante los meses de abril, mayo y junio en 5 puntos diferentes, utilizando algoritmos para estimar los parámetros, luego se comparó los resultados y se estimó el nivel correlacional de los datos mediante el software SPSS con el modelo de regresión Spearman el cual nos dice que los valores mientas más se acerquen a ± 1 la correlación es mayor ($p < 0,01$) se adquirio como resultados, a través de las imágenes landsat que la Temperatura se evaluó con las banda 7, teniendo un R^2 0,716, Clorofila se usó las bandas 2 y 3 se obtuvo un R^2 0,574 valor significativo, pH se usó las bandas 2, 3 y 4 oscila un R^2 0,299 una relación moderada, sin embargo, solidos totales uso la banda 5 obtuvo un R^2 0,024 no existe correlación para este parámetro, turbidez uso la banda 1 oscila un R^2 0,271.

Palabras Clave: Teledetección, agua, monitoreo y bandas espectrales

ABSTRACT

To determine the effectiveness of monitoring the water quality of the Conache lagoon using landsat 8 images, they were analyzed during the months of April, May and June at 5 different points, using formulas established in different research studies carried out, to later be processed in the QGIS software and to be able to obtain clear and concise results and to be able to determine the levels of effectiveness through the SPSS software with the Spearman regression model which tells us that the closer the values are to ± 1 , the higher the correlation ($p < 0,1$) was acquired as results. Temperature with a value of 0,819 a highly significant level, Chlorophyll with a value of 0,721 significant, ph with the value of 0,592 moderate relationship, however, total solids obtained a value of 0,150 there is no correlation for this parameter, turbidity with a value of 0,309, very low correlation.

Keywords: remote sensing, water, monitoring, spectral bands

I. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es sustancial para la supervivencia, los seres humanos dependen de su reserva no solo para el uso doméstico, sino también para el desarrollo y proceso de conservación de flora y fauna, actividades agrícolas e industriales (Pizarro, L. 2021), surgiendola necesidad de monitorear la calidad de los ríos, lagunas y lagos, ya que pueden estar siendo contaminadas por diferentes factores como el derrame de aguas residuales, residuos sólidos, desechos industriales y productos químicos sin tener algún control (Gonzales, A. 2021).

Según el ANA (2016) existe un total de 12202 lagunas en el país, el 61% encuentran en la vertiente del atlántico, el 32% del pacifico y el lago Titicaca cuenta con solo un 7%, de toda esta cantidad solo un 2% es aprovechada por los peruanos, ya que 340 lagunas son las más representativas con una capacidad de 4000 millones de m³, de todas estas lagunas solo el 65% son monitoreadas. Una alternativa para el monitoreo cada vez más utilizadas es la teledetección, esta técnica sirve para recopilar información del espacio geográfico por intermedio de sensores instalados en satélites orbitales, de tal manera que la interacción de la luz solar entre el área de estudio y el sensor plasma una escala bandas espectrales para luego ser transformados, corregidos, para posterior estimación de parámetros mediante algoritmos y de esta manera ser interpretados por el ser humano (Martin, S. 2022).

En Argentina, Palma et al (2019) analizo las amenazas a la preservación del área de la laguna LLancanelo, aplicando teledetección e imágenes satelitales con técnicas digitales, el diseño fue documental y observacional, la cual obtuvo la caracterización litológica y cobertura vegetal del área, confirmó la reducción de la superficie de la laguna Llancañelo, el crecimiento de la explotación petrolera, la desertificación y perdida de flora y fauna, presencia de fenómenos antrópicos y biológicos.

Según Diaz et al., (2019) en su tema de investigación estimó la regresión lineal de los parámetros de calidad del agua en el lago Chinchaycocha usando imágenes satelitales Landsat 8 del año 2013 al 2019, obteniendo como resultados un R² de 0,9718 en el parámetro solidos totales el cual se analizó con la banda 3. para analizar la conductividad eléctrica uso las bandas 2, 3, 4 y 6, el cual obtuvo un R² 0,8522. En cuanto al pH, uso las bandas 3, 4, 5 y 6 con un valor de R² de 0,7697. Para Oxígeno

disuelto uso las bandas 1, 3, 4, 5 y 7 se correlaciona con un R2 de 0,8577. La temperatura se evaluó con las bandas 10 y 11, teniendo como resultado un R2 0,6307. Según Portal, R. Zambrano, E (2021) en su estudio realizado en la región Cajamarca, usaron la teledetección satelital para obtener información sobre el monitoreo del agua aplicados en diferentes parámetros fisicoquímicos, el diseño fue cuasi experimental, longitudinal, correlacional, teniendo como resultados que los valores obtenidos de pH 7,5 a 8,9, Turbidez entre 4,3 a 4,9 NTU, Oxígeno Disuelto de 5,45 a 6,85 mg/L. y temperatura de 19 a 29 °C son datos precisos lo cual demuestra que los monitoreos de cuerpos de agua en el futuro se pueden realizar de manera práctica a partir de la teledetección.

Briceño et al., (2018) En su estudio de investigación uso la teledetección como herramienta complementaria para la distribución espacial y la evolución de los parámetros del agua en el lago Vichuquén durante el año 2016, utilizando dos imágenes satelitales del sensor Landsat 8 , así como datos de campo y laboratorio. El cual obtuvo como resultados que en verano y otoño la clorofila (Chl-a) se encuentran entre los 14,1 y 5,5 µg/l y para la transparencia (ZSD) entre los 3,7 y 2,5 m respectivamente.

Para Altuna, K. (2018) Analizó diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos de la laguna de Conache, para determinar si están dentro de los Estándares de calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, teniendo como resultados que el Potencial de Hidrogeno (PH) es ligeramente alcalino con 7,42 y 7,98; el OD presenta valores entre 7,23 y 7,43 ppm, mientras que el DBO está entre 2,4 y 3,65 ppm, se puede decir que los resultados de parámetros están dentro de los estándares establecidos por el MINAM.

La investigación se llevó a cabo en la laguna de Conache , considerando que actualmente no ha sido sometida a un experimento o proceso de investigación de monitoreos fisicoquímicos, lo que nos impulsó a realizar el proyecto Aplicación de la Teledetección Usando Landsat 8 para el Monitoreo Fisicoquímico del Agua de la Laguna de Conache, con la finalidad que los beneficiarios gocen de una calidad de vida, considerando que no solo se usa para el consumo animal si no también es un

centro turístico y esto puede afectar a la salud humana por diferentes enfermedades ya que la mayoría de los visitantes suelen bañarse en dicho lugar. Por ello se planteó como **problema general** ¿Cuál es la efectividad de la teledetección espectral de imágenes Landsat 8 para monitorear la calidad de agua de la laguna de Conache –Laredo 2023? por tanto, como los problemas específicos son los siguientes: **Problema específico 1:** ¿Cuál es la variación de los niveles de T, ST, turbidez, pH y clorofila-a en los análisis de laboratorio de las aguas de la laguna de Conache durante el periodo de abril a junio de 2023? **Problema objetivo2:** ¿Cuál es la estimación cuantitativa de los niveles de T, ST, turbidez, pH y clorofila-a utilizando teledetección espectral a partir de las imágenes del satélite Landsat 8?, y **Problema específico 3:** ¿Cuál es el nivel de confiabilidad y precisión al utilizar la teledetección para estimar los parámetros de calidad del agua en la laguna de Conache durante el periodo de abril -junio de 2023? El presente trabajo de investigación se justificó a nivel **práctico**, debido a la importancia del monitoreo de calidad de agua aplicando la teledetección con imágenes Landsat 8, ya que nos facilitará datos de diferentes parámetros fisicoquímicos que se requiere analizar. Por otra parte, a nivel **social** la teledetección es un método efectivo para el monitoreo de la calidad de agua en lagunas, de tal manera se pueda generar un ambiente adecuado, una calidad de agua apta para el consumo animal y para el turismo. Así mismo el estudio se **justificó metodológicamente** mediante la correlación de información obtenida del análisis de los parámetros fisicoquímicos y el empleo de la técnica de teledetección dirigidos a la obtención de la calidad del agua. Finalmente, a nivel **teórico** la teledetección permitió estimar los parámetros de la calidad del agua de la laguna de Conache, utilizando herramientas para la gestión rápida y eficaz desarrollándose con la teledetección siendo una utilidad para nuestra vida profesional, aplicando en el monitoreo del agua a través de imágenes satelitales mediante un análisis multiespectral.

La investigación se basó en la aplicación de teledetección usando imágenes Landsat 8 para el monitoreo de calidad de agua y así tener un control de los parámetros a analizar, en el satélite Landsat 8 se llevan sensores que trabajan en el rango espectral de las microondas, en estas se proporcionan monitores y evaluaciones ocasionados por el cambio climático de las aguas subterráneas o superficiales. El presente trabajo tuvo como **objetivo general**: Determinar la efectividad de la teledetección de imágenes Landsat 8 para monitorear la calidad de agua de la laguna de Conache – 2023 **objetivos específicos 1**: Evaluar la variación de los niveles de T, ST, turbidez, pH y clorofila-a mediante análisis de laboratorio del agua de la laguna de Conache durante el periodo de abril - junio de 2023 , **objetivo específicos 2**: Determinar los niveles de T, ST, turbidez, pH y clorofila-a utilizando teledetección espectral a partir de las imágenes del satélite Landsat 8; **objetivo específico 3**: Estimar el nivel de confiabilidad y precisión al utilizar la teledetección para estimar los parámetros de calidad del agua de la laguna de Conache durante el periodo de abril - junio de 2023 , como **Hipótesis general**: La teledetección espectral Landsat 8 es efectivo para el monitoreo de la calidad del agua de la laguna de Conache que utiliza la población, turistas y animales **especifica 1**: con el análisis de los estudios en laboratorio, permitirá evaluar los resultados de T, Turbidez, ST, pH y Clorofila del agua en la Laguna de Conache en el periodo abril- junio 2023, hipótesis específica **2**: determinar la T, ST, Turbidez, pH y clorofila-a a través de la aplicación de la teledetección espectral de imágenes Landsat 8 en la Laguna de Conache – 2023, hipótesis específica **3**: se obtendrá el nivel de confiabilidad del uso de la teledetección para estimar los parámetros de calidad del agua de la Laguna de Conache-Laredo, 2023.

H1: existe un alto nivel de confiabilidad y precisión los parámetros de calidad del agua a partir de las imágenes landsat 8.

II. MARCO TEÓRICO

Para el monitoreo de la Calidad de agua es recomendable realizarse In situ, ya que se puede obtener estimaciones puntuales en una temporada y lugar predeterminado. Sin embargo, este método tiene algunas limitaciones ya que el muestreo y mediciones las tiene que realizar el investigador; tal como estudios de áreas significativas ya que es casi imposible realizar estudios por las variaciones espaciales y temporales también por la data exacta y precisa de los datos in situ recogidos pueden ser cuestionables. (Bretreger et al., 2022). De este modo, para conocer la calidad de agua se debe realizar un monitoreo de los diferentes parámetros físicos, químicos según el propósito de uso o conservación del recurso.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, se establecen parámetros para diferentes categorías en el uso del recurso hídrico. Asimismo, para el caso de calidad del agua en ríos y lagunas se consideró la categoría 4 se basa en la conservación del ambiente acuático, esta normativa modifica y elimina algunos categorías, parámetros, subcategorías y valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), estos parámetros son detallados en (anexo 02). (MINAM, 2017).

Para Villena (2018) la calidad del agua, la salud y el crecimiento económico son fundamentales para el bienestar humano, debido a los diferentes usos que se le da a este recurso, tanto como, consumo humano, consumo animal, agricultura y/o recreacional, sujeto a esto, Acuña y Teperino (2021) menciona que para monitorear parámetros fisicoquímicos y determinar que el agua sea apropiada se aplica diferentes técnicas como la teledetección, definido como la herramienta y/o técnica, que tiene como objetivo adquirir datos de la superficie a través de los sensores que se encuentran instalados en la plataforma.

Quezada et al (2020), en su investigación sostiene que el uso de imágenes satelitales ayudó determinar los valores de calidad de agua de los ríos Neshuya y Aguaytía, los parámetros evaluados fueron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Carbono Orgánico Total (COT), donde se observó que en el índice de Permanganato (COD_{mn}) y Nitrógeno Amoniacal, los resultados mostró que DBO, DQO y COT tienen una correlación lineal con la longitud de onda perfecta de la imagen. Esto quiere decir que estos tres parámetros se pueden medir y correlacionar a través de imágenes satelitales de acuerdo con las combinaciones de bandas correspondientes.

Rivera (2020), en su investigación, tuvo como objetivo determinar parámetros de calidad de agua de la laguna Santa Elena, utilizando imágenes satelitales Landsat 8, evaluó modelos pre-existentes y modelos empíricos, estos evaluaron el parámetro clorofila-a: que tuvo como resultados un $R^2 = 0,853$ y RMSE (Error cuadrático medio) = $0,503 \mu\text{g/L}$ también Turbidez con un $R^2 = 0,578$ Y RMSE = $0,960 \text{FNU}$.

Markogianni et al, (2018) en su estudio de investigación estimaron la eficiencia del instrumento Operational Land Imager (OLI) en el satélite Landsat 8 para determinar la precisión de algunos parámetros del agua, como clorofila y nutrientes. Obtuvo como resultados la relación estadística entre la reflectancia in situ y $R \log \text{chl-a} : 0,58$, $R \text{NH}_4^+ : 0,26$, $R \text{chl-a} : 0,44$. Valores del coeficiente de correlación (R) informados de hasta 0,7 para concentraciones de amonio y también de hasta 0,5 y hasta 0,4 para concentración de chl-a. Estos resultados representan una mayor precisión de Landsat 8 en comparación con sus predecesores en la serie de satélites Landsat.

Ayala et al, (2019) en su estudio de investigación estimó las variables de la calidad del agua del lago Chinchaycocha, haciendo uso de la teledetección Landsat 8 y sensor OLI, los parámetros analizados fueron clorofila usando las bandas 3 y 5 donde obtuvo un valor de correlación de 0,77 y sólidos suspendidos con 0,69 usando la banda 5, para transparencia uso las bandas 3 y 4 el cual no se logró correlacionar con ninguna técnica utilizada.

Satélite Landsat 8, puesto en órbita el 11 de febrero de 2013 y hasta la actualidad se encuentra en órbita. El satélite lleva dos sensores, el primero es el OLI (Operational Land Imager) y el segundo es el Sensor Infrarrojo Térmico (TIRS). OLI opera en las partes visible, infrarrojo cercano y de longitud de onda corta del espectro infrarrojo (VNIR, NIR y SWIR), mientras que TIRS mide la temperatura de la superficie de la Tierra en dos grupos térmicos. Este satélite cada 16 días pasa por el mismo lugar, está compuesto por 11 bandas espectrales, la resolución espacial es de 30 metros para las bandas 1 a 7 y 9. La banda ultra azul 1 se usa para los estudios costeros aerosoles, mientras que la banda 9 es útil para la teledetección de nubes cirrus. La banda 8 tiene como resolución 15 metros, por tanto, las bandas 10 y 11 se usan para proporcionar datos de temperatura, estas son recogidas a más de 100 metros. (USGS, 2022) Caballero (2022) quien refiere que la **teledetección**, es una técnica que permite la medición remota de objetos sin contacto físico, la cual la hace muy útil para diversos aspectos de la gestión del agua, tanto a nivel de cuencas como en pequeños levantamientos de cuerpos de agua, brindando información de riesgos ambientales, como Para ello también, se requiere de imágenes satelitales ya que estas son representaciones visuales de los datos recopilados por un sensor montado en una órbita artificial, esperando que se procese adecuadamente, proporcionando así información valiosa sobre las características del área que se representa (German, R. 2021). Al mismo tiempo Wen Et al (2022) menciona también se usa **Bandas Espectrales** determina la intensidad de luz que se transmite por ondas, forman diferentes filtros de bandas espectrales que cubren la parte visible del espectro electromagnético. Una banda espectral se determina en función de su perfil de transmisión, es decir, la intensidad de la luz emitida a través de una longitud de onda particular. Cuando la superficie se altera, el fenómeno corresponde a un aumento en la rugosidad de la superficie, por lo que hay una fluctuación notable en las propiedades reflectantes (Peguero,2016).

Espectro electromagnético es la gama completa de las posibles frecuencias de radiación electromagnética, que abarca la transmisión de información de las ondas. Se compone de diferentes regiones o bandas, cada una con características y propiedades específicas. (Horning, 2019, p.10). Incluye ondas electromagnéticas con frecuencias inferiores a un hercio y superiores a 1025 Hz, correspondientes a longitudes de onda desde miles de kilómetros hasta el tamaño de un núcleo atómico. Consiguientemente, se circunscriben en varios grupos separados en la lista de ondas electromagnéticas, donde cada periodicidad incluye distintas ondas electromagnéticas, conocidas con diferentes seudónimos, por ejemplo, longitud de onda, microondas, infrarrojos, rayos X, luz visible y ultravioleta. (Addanki et al, 2018, p.5).

Existe el infrarrojo cercano el cual se divide en regiones espectrales que se usa para la observación remota de la tierra como espectro visible esta puede ser vista por el ojo humano y se encuentra entre la radiación infrarroja y la radiación ultravioleta, reciben estos nombres precisamente porque sus frecuencias están por debajo del rojo o por encima del violeta. (Luque, 2017, p.26)

Infrarrojo cercano se encuentra con mayor longitud de onda. Se utiliza en diversas aplicaciones, como espectroscopia, fotografía infrarroja, sensores de proximidad, comunicaciones ópticas y aplicaciones médicas. (Bravo, 2017, p.9).

Infrarrojo medio En el rango de los infrarrojos medios, tanto la radiación solar como la emisión térmica y la interacción con la atmósfera desempeñan un papel significativo. Estas interacciones se aprovechan en aplicaciones para medir concentraciones de vapor de agua, ozono, aerosoles y otros componentes atmosféricos mediante técnicas como la espectroscopía de infrarrojo medio. (Bravo, 2017, p.9)

Infrarrojo térmico es una onda larga emitida por la superficie terrestre, cuya intensidad depende de la temperatura de la superficie. TIRS es sensible a las longitudes de onda del infrarrojo térmico, lo que permite distinguir la temperatura de la superficie terrestre y la atmósfera. (USGS, 2016, p.12)

Tabla 1 Características de landsat 8

	BANDA	LONGITUD DE ONDA (MICROMENTROS)	RESOLUCIÓN EN METROS
Landsat 8 - OLI (Operativo imagen terra) y SITR (Térmica infrarrojo del sensor)	Ultra azul costero / aerosol	0.43 - 0.45	30m
	Azul	0.45 - 0.51	30m
	Verde	0.53 - 0.59	30m
	Rojo	0.64 - 0.67	30m
	Infrarrojo cercano NIR	0.85 - 0.88	30m
	Onda corta infrarroja (SWIR 1)	0.57 - 0.65	30m
	Onda corta infrarroja (SWIR 2)	02.11 - 02.29	30m
	Pancromatica	0.50 - 0.68	15m
	Cirrus	1.36 - 1.38	
	Infrarrojo térmico (SITR 1)	10.60 - 11.19	100m
	Infrarrojo térmico (SITR 2)	11.50 - 12.51	100m

Los siguientes parámetros forman parte de esta investigación tales como **temperatura** es un parámetro físico que se puede utilizar para medir el calor y el frío. Desde un punto de vista, este parámetro es una estimación de la energía cinética interna promedio de las moléculas que componen el objetivo del estudio de los recursos hídricos la banda 7 se usa para las imágenes satelitales (02,11-02,29) (Swain y Sahoo,2017) Por otra parte, Lintern et al (2018) menciona que La **turbidez** se refiere al grado en que el agua pierde su transparencia debido a las partículas en suspensión. Cuantas más sustancias hay en el agua, más sucia y turbia está el agua, este se considera un buen indicador de la calidad del agua. Asimismo, el otro parámetro conocido como la **Clorofila**, aporta informaciones sobre la cantidad de biomasa presente en el medio acuático analizado (Acuña, 2021) para determinar la clorofila mediante la teledetección se usa la banda 4 (0.64-0.67) y la Banda 5 (0.85-0.88) cercano luego se realiza la combinación de las bandas mencionadas para la obtención de resultados (Ariza, A. 2013). Finalmente, se conoce a **PH** Es un parámetro que determina la concentración de iones Hidrógeno [H⁺] su algoritmo se mide desde 0 a 14. esto quiere decir que si en una fuente de agua la concentración de H⁺ es de 7.0 está en neutro, pero si sobrepasa o es mayor que 7,0 la concentración es básica o alcalina y este valor está por debajo de 7,0 la concentración es acida por lo tanto se debe realizar monitoreos constantes a los cuerpos de agua, las bandas 2,3,4 se utilizan para determinar este parámetro (0,45-0,51). (Portal, Zambrano 2021)

Sólidos Totales (ST), son compuestos inorgánicos presentes en el agua ya disueltos como sales, metales pesados y pequeñas trazas de compuestos orgánicos, cuando la concentración de solidos totales está entre 50-600 mg/l, el agua da un sabor agradable que se deteriora gradualmente, sin embargo, al exceder su límite superior de 1500 mg/l, puede que el agua sea inaceptable por falta de sabor. La banda 5 se usa para determinar este parámetro con imágenes satelitales (0,85-0,88).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación se realizó de manera aplicada, busca complementar con el aprendizaje adquirido y de la información recopilada teóricamente de otras investigaciones para solucionar dificultades en el futuro, es por ello que se basa netamente en avances tecnológicos mediante procesos entre teoría y producto.

Se utilizó el enfoque cuantitativo porque trata de fenómenos que se pueden medir utilizando métodos estadísticos para analizar los datos recopilados, tiene como propósito principal describir, explicar, predecir y verificar objetivamente sus causas; el cual también basa sus conclusiones en el uso de métricas o cuantificación, en la recolección, procesamiento y análisis de resultados. (Sánchez, 2019)

3.1.2 Diseño de investigación

Con referencia al diseño, fue de carácter no experimental, porque no se crea una situación, sino que se observan datos existentes, que no son provocadas deliberadamente durante la investigación realizada. En este estudio, las variables independientes no se pueden manipular, estas variables no se controlan directamente y no se pueden influir porque ya ocurrieron, como sus efectos. (Hernández et al, 2017).

3.2 Operacionalización de Variables:

El proceso de investigación, al realizarse el Planteamiento del Problema, fueron identificadas las variables; las cuales, para llegar a comprenderlas, se debe mejorar en el marco teórico en este punto se definen conceptualmente, de acuerdo con las interrogantes del problema y los objetivos planteados en la investigación. (Bauce,2018)

- **Bandas espectrales de imágenes Landsat 8:** Las bandas espectrales es la fracción de intensidad luminosa transmitida por una longitud de onda dada. (Wen et al, 2022)
- **Calidad de Agua:** Es la capacidad que tiene el agua para responder a los diferentes usos que se le puede dar, a estos cuerpos se realizan análisis hidrológicos características fisicoquímicas y biológicas. (Sierra.C 1ª edición, 2011)

3.3 Población, muestras y muestreo

Población: está conformada por todo el cuerpo de agua de la laguna de Conache monitoreada en el año 2023.

Criterios de inclusión: el monitoreo de la calidad de agua de la laguna de Conache en los meses de abril a junio se encuentra en la época de verano, cielo despejado para obtener datos con mayor precisión debido a que estas estarán libres de nubosidad.

Criterios de Exclusión: cuando la laguna de Conache se encuentra en otras estaciones que no sea verano, como en los meses de Julio y diciembre dificulta obtener imágenes Landsat 8 con alta resolución, como también si hubiese un fenómeno natural que altere su estado ya sea en épocas de invierno o verano puede dificultar la obtención de imágenes.

Muestra: se estableció cinco puntos de muestreo de la calidad del agua de la laguna de Conache, se monitoreo en tres periodos (mes 1, 2,3).

Muestreo: El estudio de muestreo fue no probabilístico, esto quiere decir que el investigador tomó las muestras de acuerdo a su criterio de tal modo que eligió el espacio y tiempo, cumpliendo con las características requeridas para la investigación.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.
técnica de observación con recolección de datos

Observación directa y análisis correlacional: La observación directa permite determinar el área de estudio, brinda las imágenes satelitales necesarias para el estudio. Mientras que el análisis correlacional permite ver si dos variables están relacionadas entre sí.

Para realizar el monitoreo del agua Superficial, se utilizó algunas técnicas planteadas por el Protocolo, esto incluye muestras compuestas, planificación del monitoreo, establecimiento de la red de monitoreo y frecuencia. Para esto los instrumentos de recolección de datos se tomará los anexos I, II del Protocolo Nacional. (Anexo 14 y 15)

Instrumentos de recolección de datos:

Este estudio se realizó mediante teledetección usando imágenes satelitales para obtener datos de parámetros físico químicos.

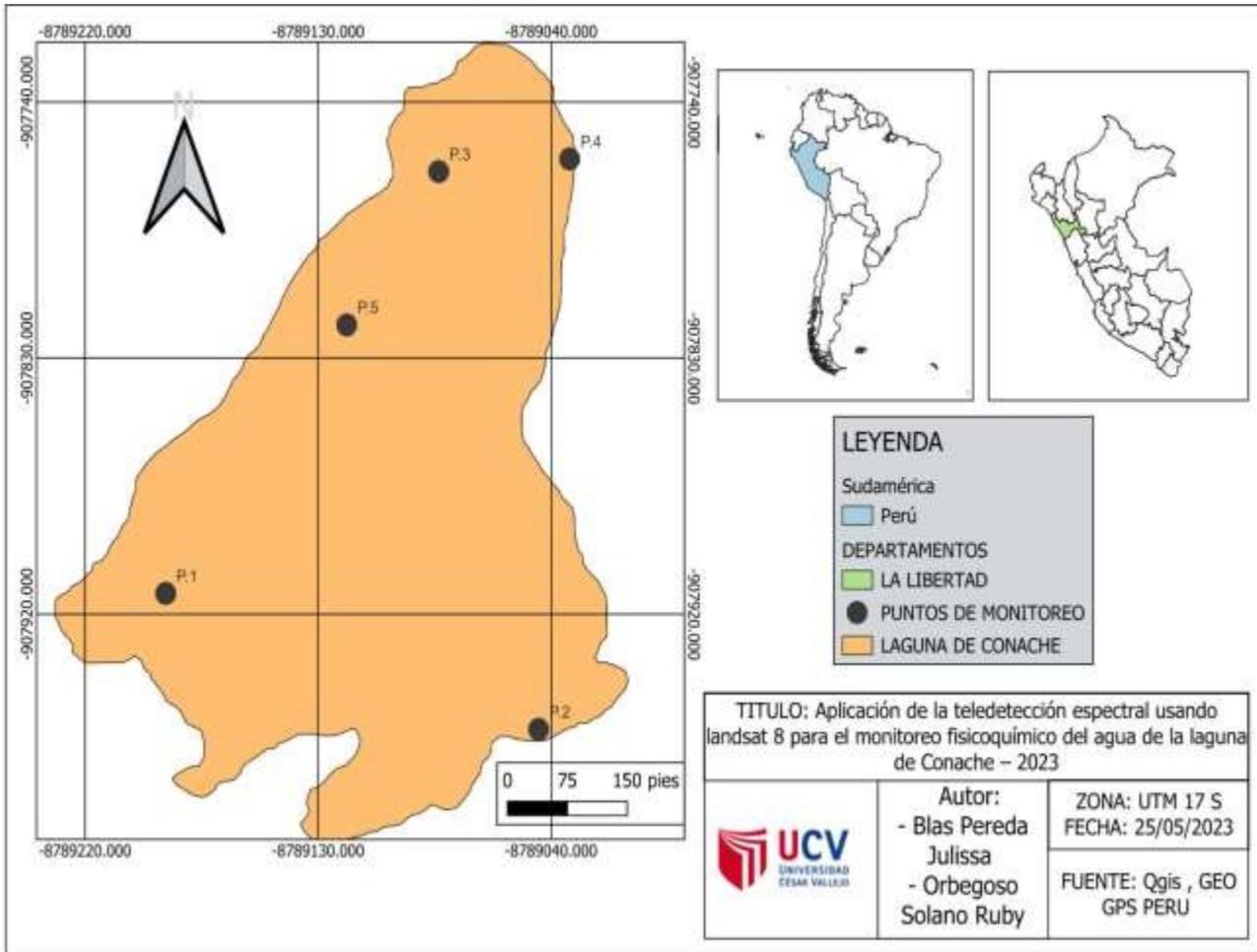
3.4 Procedimientos

Para realizar el monitoreo correspondiente se realizó un trabajo de campo, en las cuales se determinó los parámetros fisicoquímicos de la Laguna de Conache, y así poder corroborar los datos que se recopila con el uso de las imágenes Landsat 8 y los 5 puntos seleccionados para correlacionar con información del laboratorio.

3.4.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se desarrolló en la Laguna de Conache que se encuentra en el distrito Laredo Provincia Trujillo y Región la Libertad, la zona de estudio comprende aproximadamente 30.304m², tiene un perímetro de 903.00 m con una longitud aproximadamente de 240 m., de ancho de 140 m y 3m de profundidad.

Figura N°1: Ubicación de la Laguna de Conache.



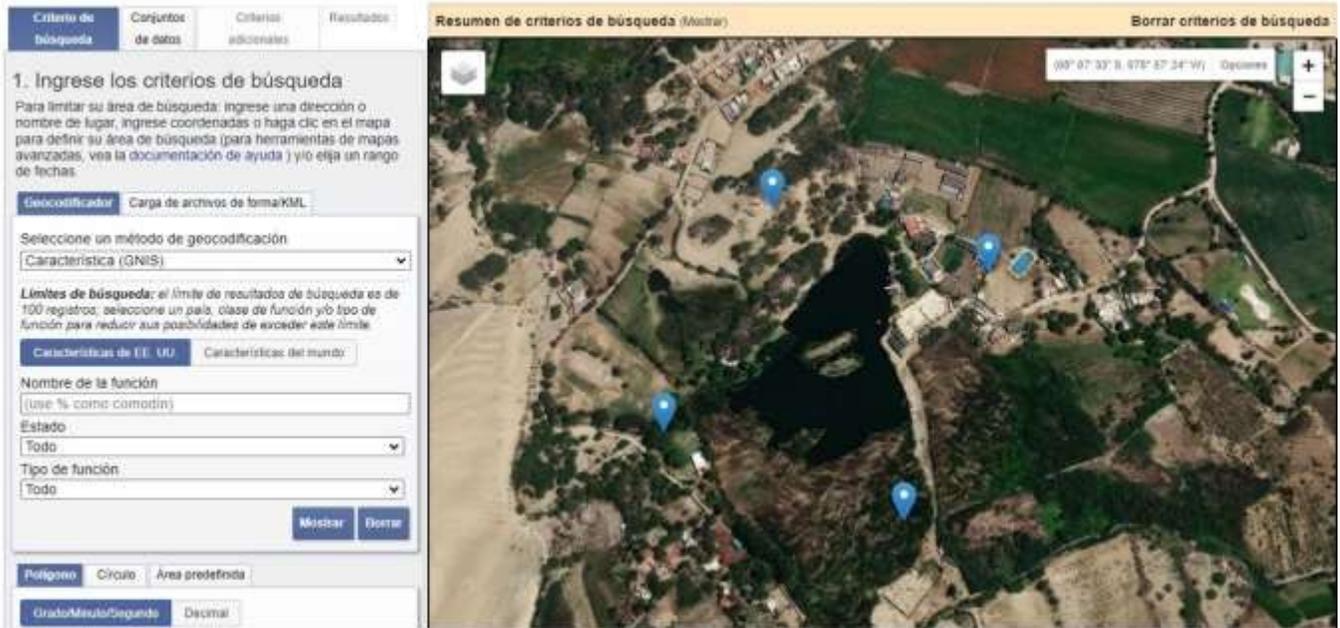
3.4.2 Procesamiento de las Imágenes Landsat 8

Primero se hace una selección de las imágenes Landsat 8 que tengan una mayor reflectancia, que estén libres de nubosidad para poder realizar el análisis de los parámetros, luego se procesaron las imágenes aplicando el software QGIS, para la corrección atmosférica aplicando la combinación de las bandas y la fórmula específica para cada parámetro seleccionado de tal manera realizar una correlación lineal aplicando el SPSS de los diferentes datos obtenidos, en laboratorio y de las imágenes Landsat 8 y así poder demostrar si existe efectividad entre las dos variables.

3.5.2.1 Descarga de la Imagen Landsat 8

Para descargar la zona de estudio, en este caso Laguna de Conache, se consideró un archivo KMZ procesado con el software Qgis. Así que se ingresó a uno de los servidores de descarga de imágenes gratuitos disponibles landsat 8, el Servicio Geológico de los Estados Unidos: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

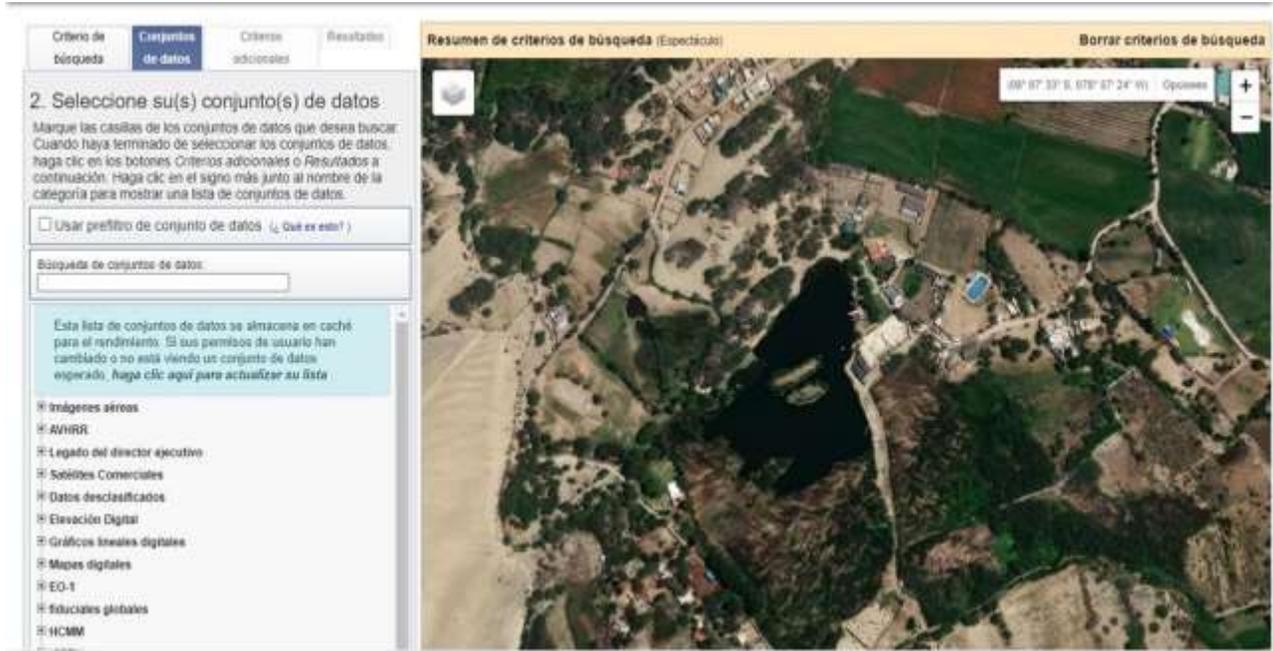
Figura N°2 Servicio Geológico de los Estados Unidos.



Fuente: Servicio Geológico De Estados Unidos

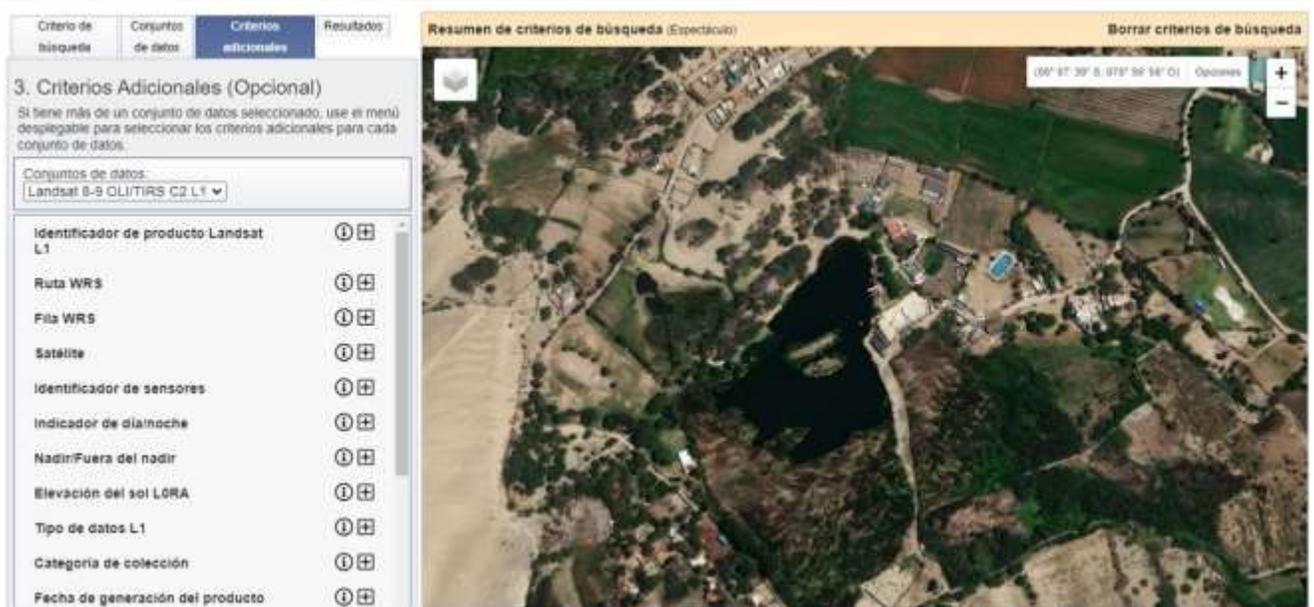
El Servicio Geológico de Estados Unidos, muestra 4 pestañas que se relacionan con los criterios de búsqueda, el conjunto de datos, los criterios adicionales y los resultados. Todas estas pestañas se rellenan para permitir la carga de imágenes Landsat 8, correspondientes al año 2023.

Figura N°3 Criterios de Búsqueda del Servicio Geológico de los Estados Unidos.



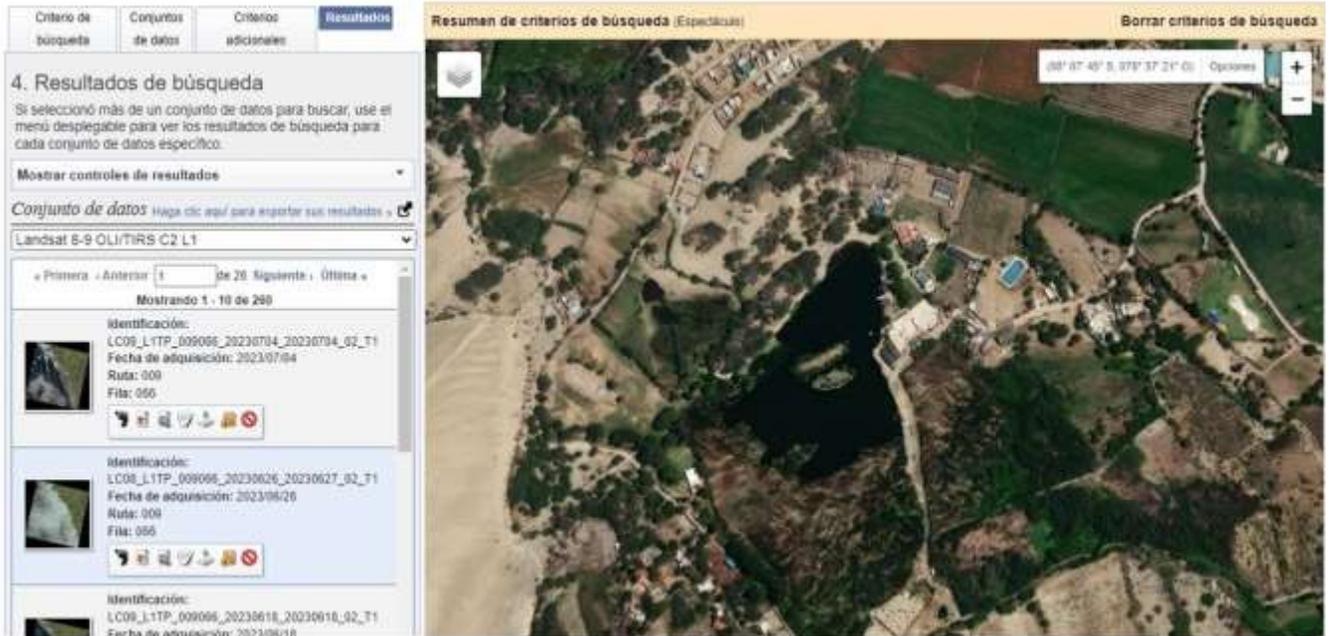
Fuente: Servicio Geológico De Estados Unidos

Figura N° 4 Conjuntos de Datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos



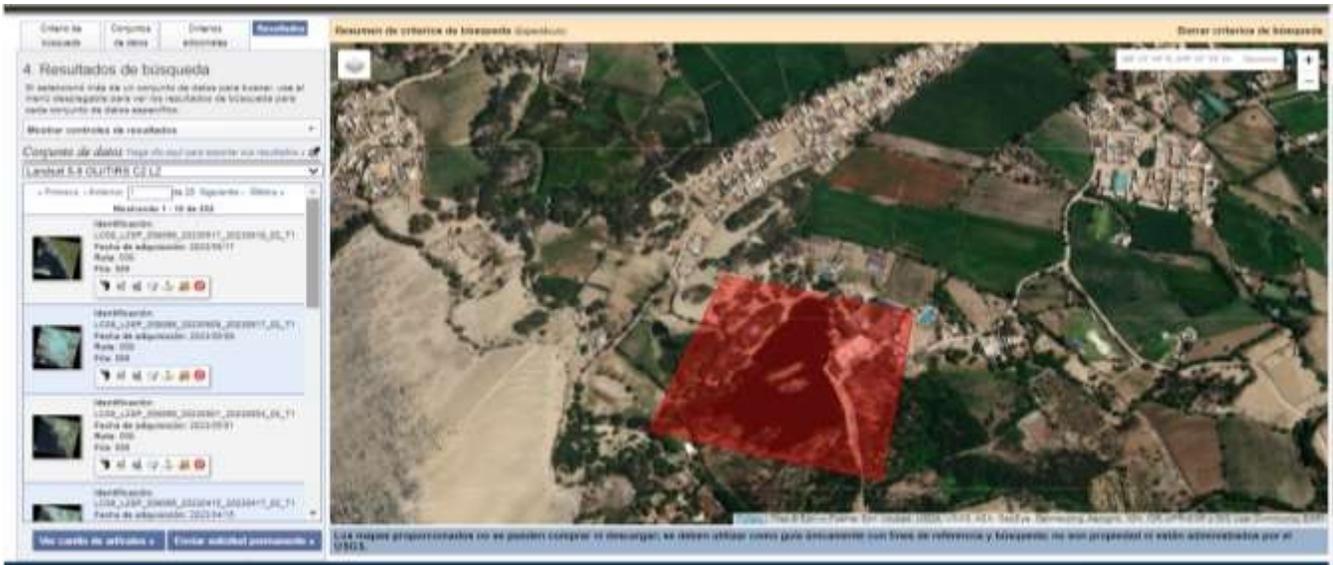
Fuente: Servicio Geológico De Estados Unidos

Figura N° 5 Criterios de resultados del Servicio Geológico de los Estados Unidos



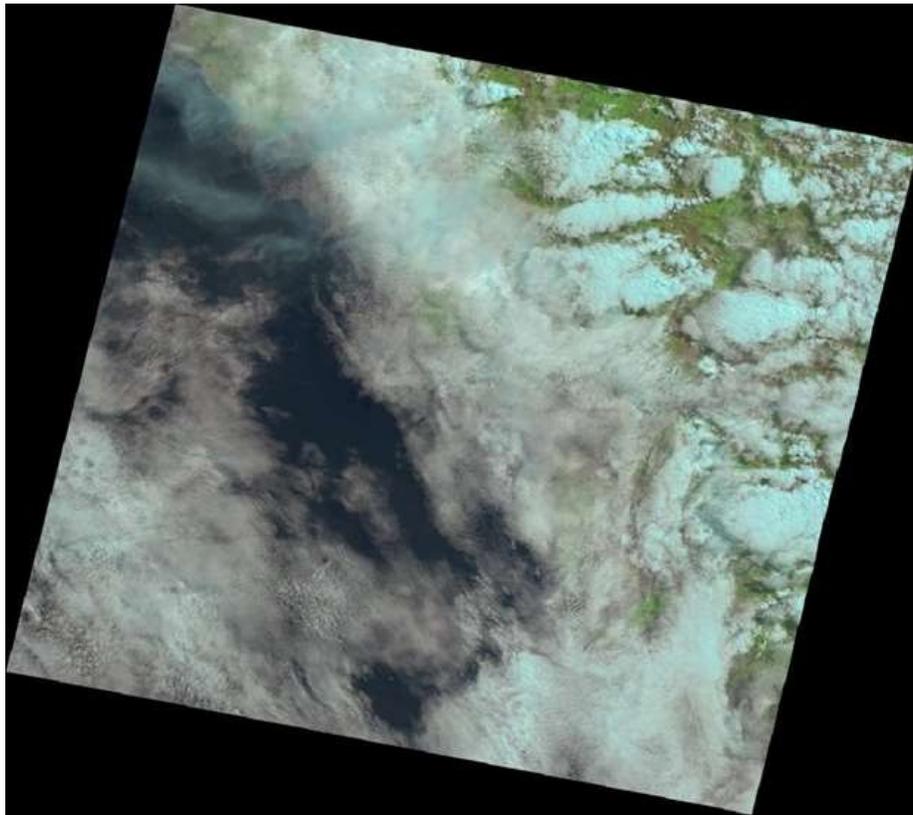
Fuente: Servicio Geológico De Estados Unidos

Figura N° 6 Resultados del Servicio Geológico de los Estados Unidos



Fuente: Servicio Geológico De Estados Unidos

Figura N° 07 Características de la imagen landsat 8



Características landsat 8

Atributo de conjunto de datos	Valor atributo
Identificador de producto Landsat L1	LC09_L1TP_009066_20230415_20230415_02_T1
Identificador de escena Landsat	LC90090662023105LGN00
Fecha de adquisición	15/04/2023
Categoría de colección	T1
Número de colección	2
Ruta WRS	9
Fila WRS	66
Ruta WRS de destino	9
Fila WRS objetivo	66
Nadir / Fuera del nadir	NADIR
Identificador de estación	LGN
Cubierta de nubes terrestres	61.05
Escena Cubierta de nubes L1	48.19
Modelo de puntos de control de tierra	28
Versión de puntos de control de tierra	5
Modelo geométrico RMSE	8.054
Modelo geométrico RMSE X	4.598
Modelo geométrico RMSE Y	6.613
Versión del software de procesamiento	LPGS_16.2.0
Elevación del sol LORA	56.36753784
Sol Azimut LORA	57.24646847
Modelo TIRS SSM	N/A
Tipo de datos L2	OLI_TIRS_L2SP
Identificador de sensores	OLI_TIRS
Satélite	8
Proyección del mapa del producto L1	UTM
Zona UTM	17
Dato	WGS84
Centro de escena Lat DMS	8°40'36.73" S
Escena Centro Largo DMS	78°47'20.29"O
Esquina Superior Izquierda Lat	7°37'58.80"S

Esquina superior izquierda larga DMS	79°49'56.32"O
Esquina superior derecha Lat DMS	7°37'20.75"S
Esquina superior derecha DMS largo	77°45'31.14"O
Esquina inferior izquierda Lat DMS	9°44'17.84"S
Esquina inferior izquierda larga DMS	79°49'32.77"S
Esquina inferior derecha Lat DMS	9°43'29.10"S
Esquina inferior derecha Largo DMS	77°44'26.02"O
Latitud del centro de la escena	-8.67687
Longitud del centro de la escena	-78.78897
Latitud de la esquina superior izquierda	-7.633
Esquina superior izquierda longitud	-79.83231
Latitud de la esquina superior derecha	-7.62243
Esquina superior derecha longitud	-77.75865
Latitud inferior izquierda de la esquina	-9.73829
Esquina Inferior izquierda longitud	-79.82577
Esquina inferior derecha latitud	-9.72475
Esquina inferior derecha longitud	-77.740556

3.5.2.2 Corrección radiométrica y atmosférica de la imagen LANDSAT 8. Conversión a radiancia en el techo de la atmosfera (TOA)

Los productos estándar Landsat 8 LDCM, brindados por el USGS consiste en una de calibración, cuantificación y escala de niveles digitales (ND), estos representan datos de imágenes multiespectral adquirida por ambos sensores. Operational Land Imagen (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS). (Portal, Zambrano, 2021).

Estos sensores OLI y TIRS estan derivados en 16 bits en este formato pueden ser no cifrados o reescalados a los valores de reflectancia y/o radiancia en el techo de la atmosfera (TOA), para ello usa coeficientes radiométricos provistos en el archivo de metadato.

$$LA = MLQ_{cal} + AL$$

Donde

$L\lambda$ = Es el valor de radiacia espectral en el techo de la Atmosfeta (TOA) medida en valores de ($\frac{watts}{m^2} * srad * um$)

ML = Factor multiplicado de escalado especifico obtenido del metadato (*Radiance mult band x donde x es el numero de la banda*)

AL = Banda – factor aditivo de escalado especifico que se obtiene del metadato (*Radiance add band x x es el numero de la banda*)

Q cal = Producto estándar cuantificado y calibrado por valores de pixel (DN). Este valor se refiere a cada una de las bandas de la imagen.

3.5.2.3 Conversión a Reflectancia TOA

Los datos del sensor OLI se pueden convertir a valores TOA utilizando los coeficientes de reflectancia reescalados proporcionados en el archivo de metadatos MTL. Esta ecuación se llega a utilizar para convertir los niveles digitales de ND en valores de reflectancia del sensor:

$P\lambda'$ = Este es el reflejo del planeta sin corrección por el ángulo del sol. Teniendo en cuenta que $P\lambda'$ no incluye la corrección del ángulo solar.

M_p = Es el factor multiplicativo de escalado específico por banda obtenido del metadato (*Reflectance_{multi_{band_x}}*), donde x es el número de la banda.

A_p = Es el factor aditivo de escalado específico por banda obtenido del metadato (*Reflectance_{add_{band_x}}*), donde x es el número de la banda.

Q cal = Producto estándar cuantificado y calibrado para valores de píxeles (DN). Este valor se aplica a cada grupo de imágenes.

Figura N°08: Imágenes sin Corregidas

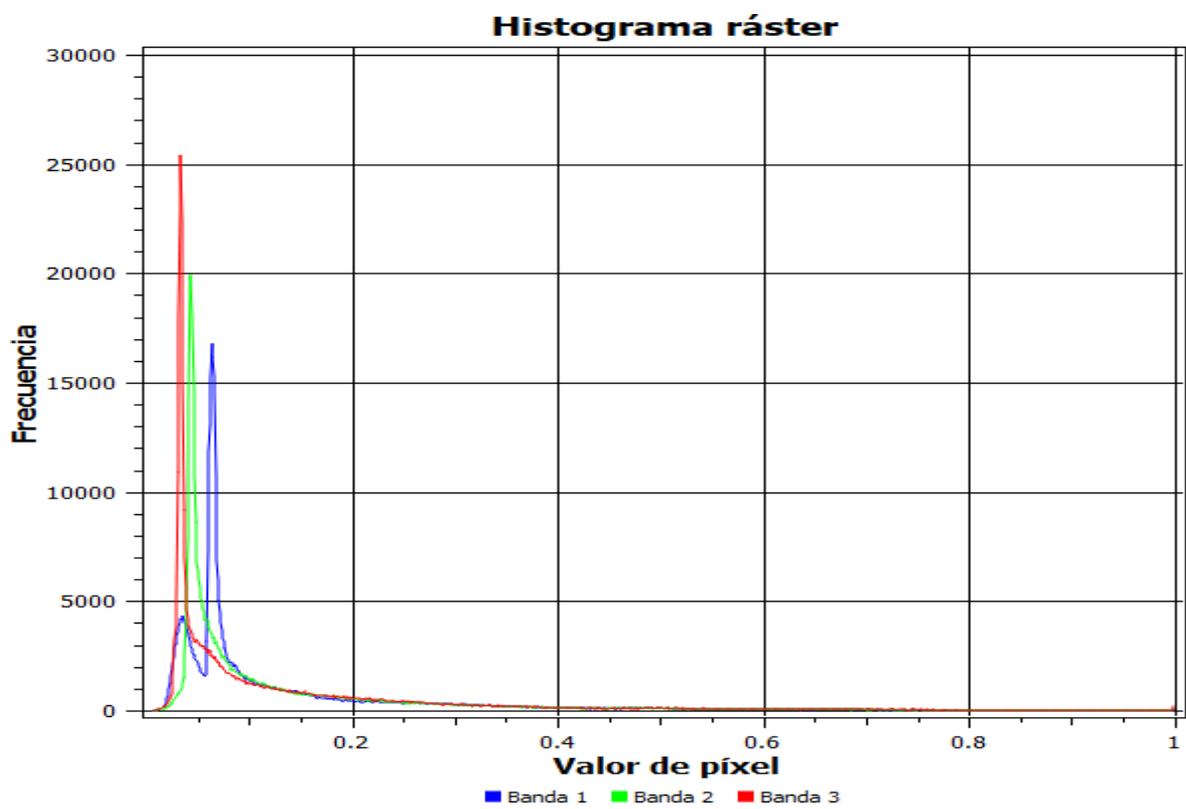
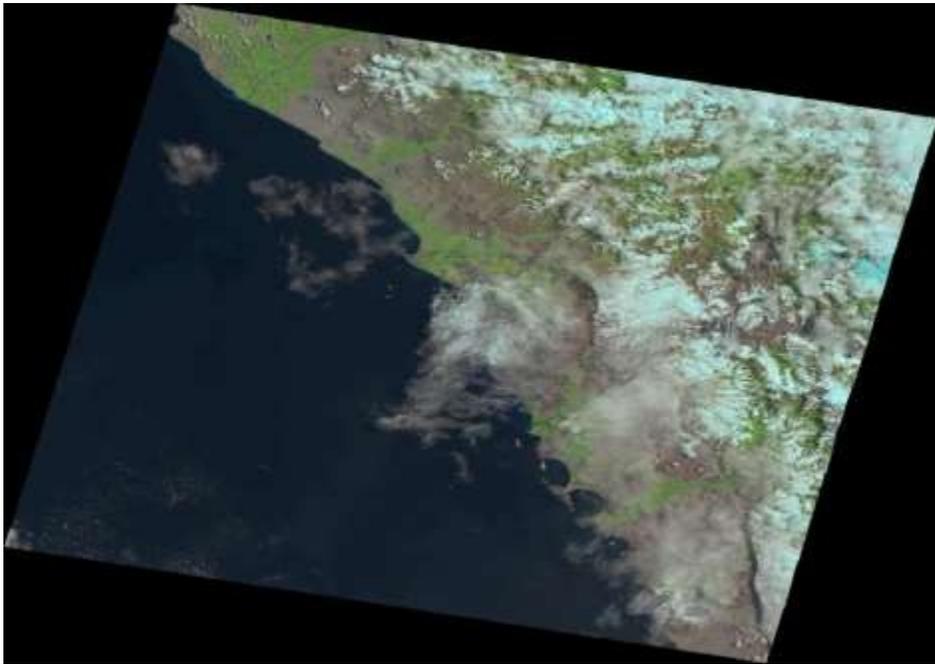
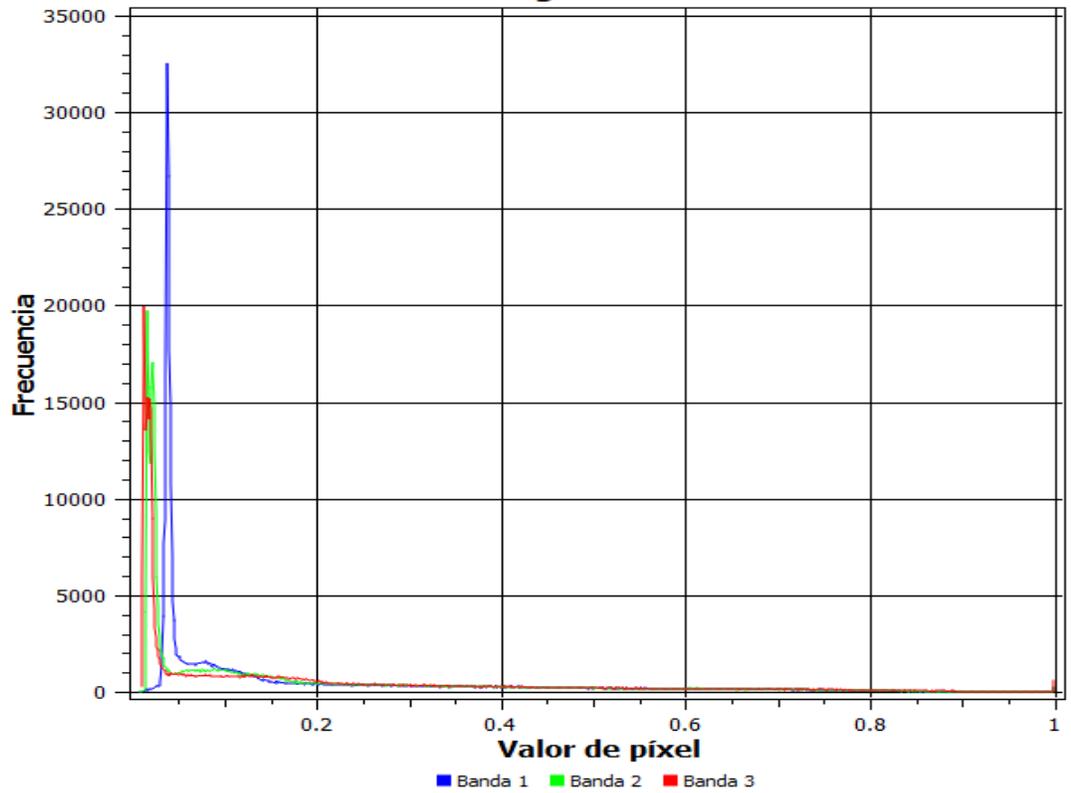


Figura N° 09: Imágenes corregidas



Histograma ráster



3.5.2.4 Reporte de Zona de estudio

Una vez realizado la descarga de las imágenes landsat 8, se realizó el recorte del área de estudio que abarca la Laguna de Conache.

Figura N° 10 Laguna de Conache



Fuente: Propia

3.5.2.5 Extracción de datos para cada punto de monitoreo

Para obtener los datos de las imágenes landsat 8, se utilizará modelos matemáticos que permitirán el cálculo de cada parámetro.

Para ingresar los algoritmos se utilizó la herramienta de la Calculadora Ráster del Software Qgis y seleccionar correctamente cada banda espectral de acuerdo al parámetro. (Portal, R. Zambrano, E 2021).

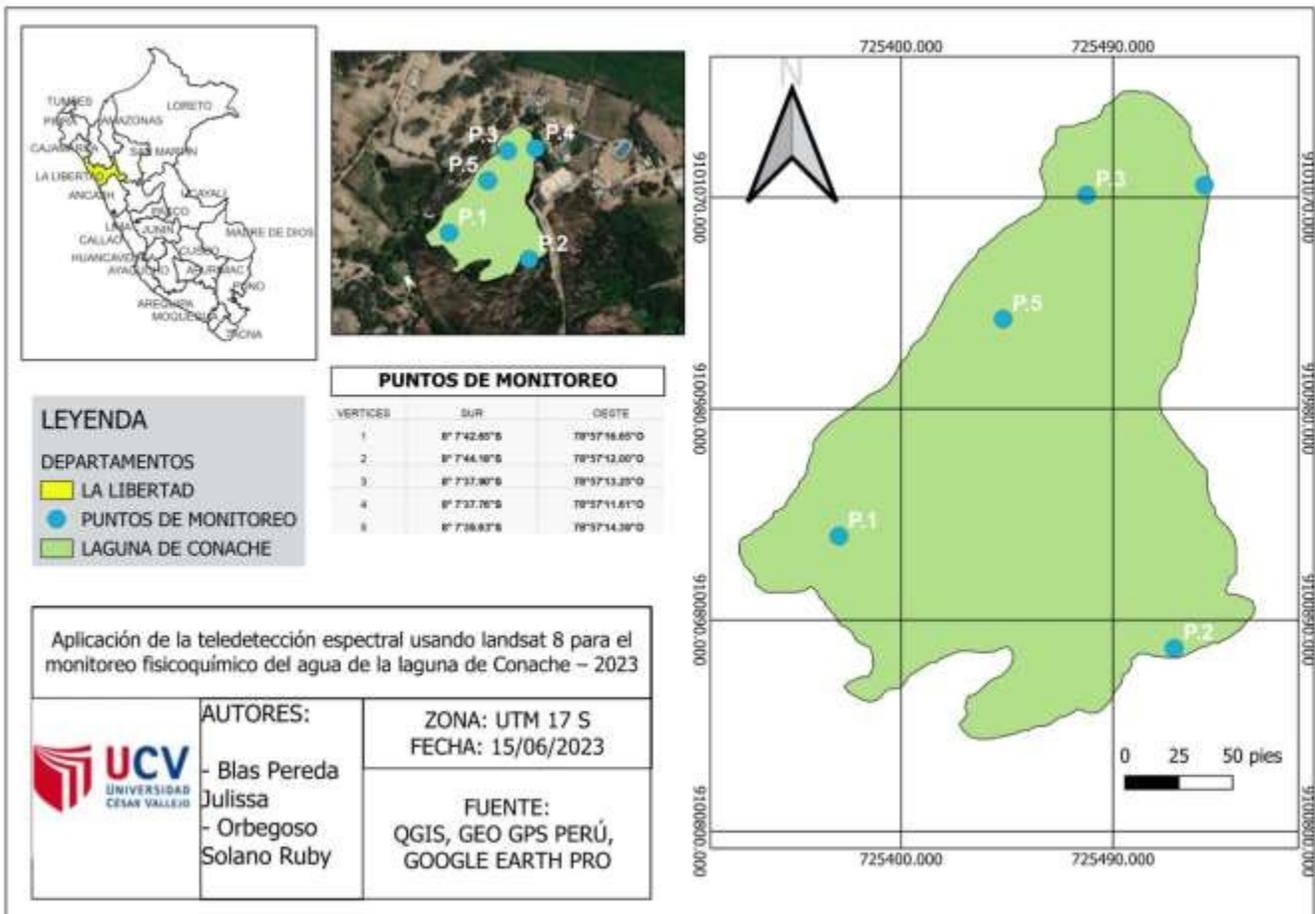
- Ph: $-(8,36 + 2,64 * \text{banda2} - 3,96 * \text{banda3} - 1,47 * \text{banda4}) * \frac{1,17}{1000}$
- Temperatura (°c): $(13,6162 - 1,1781 * \log(\text{banda7})) * 2,5$
- Turbidez: $-(0,96 - 1,25 * \log(\text{banda1})) * 2,5$
- Solidos Totales: $(0,899 + 130,12 * \text{banda5}) * \frac{2,16}{1000}$
- Clorofila: $(35,75 * \frac{\text{banda3}}{\text{banda2}} - 22,3) * 1,124$

3.4.3 Procedimiento en campo

3.5.3.1 Muestreo y recolección de datos en campo

El muestreo de campo se realizó tomando como referencia el “Protocolo Nacional para el Control de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, para lo cual se seleccionó el tipo de muestra exacto en base a las condiciones de accesibilidad de la laguna previo al muestreo. Fue necesario determinar los puntos de muestreo para lo cual se identificaron 5 puntos de muestreo.

Figura N° 11 Puntos de Monitoreo



Fuente: Propia

Se consideró el siguiente procedimiento para el muestreo de cada punto de monitoreo: Para lagos y lagunas, el procedimiento del “Protocolo Nacional para el Control de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” sugiere que para realizar el monitoreo correspondiente se debe hacer en la orilla, utilizando un brazo de muestreo para llegar a una profundidad de 20 o 30 cm. Se repitió el muestreo en tres periodos abril, mayo y junio.

3.5 Método de análisis de datos

Los datos que arroje los resultados de las imágenes Landsat 8 al combinar las bandas espectrales, para cada parámetro y los resultados de laboratorio en los diferentes parámetros analizados serán procesadas mediante el programa QGIS para luego llevar los datos al spss, para evaluar la correlación lineal entre los dos resultados, pero antes de ello se seleccionará las imágenes con mayor resolución para obtener datos precisos (R2).

3.6 Aspectos éticos

En este trabajo se revisó adecuadamente trabajos previos para saber qué información se obtuvo para lograr los objetivos de este trabajo, además de considerar los principios éticos de la norma ISO 690-2, donde se respetó el 20% de similitud, que es lo máximo que puede contener el proyecto de investigación. Por lo tanto, se buscó la autenticidad de la información, además, en caso de ser necesario, se refirió a información externa, y las herramientas utilizadas en el trabajo fueron evaluadas y confirmadas por expertos según seanecesario. (Viorato et al, 2019)

Para la realización de nuestro proyecto se solicitó el permiso de los representantes legales de la Laguna de Conache, para la difusión de los resultados usando el nombre de la entidad. (ANEXO 06)

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación de los parámetros de calidad del agua analizados en laboratorio

A continuación, en la tabla 2 se presentan los resultados de los monitoreos que se han realizado en laboratorio (ANEXO 11 , 12 y 13), los cuales se han realizado en 5 puntos de monitoreo que abarcan el área de la laguna de Conache, los monitoreos se realizaron mensualmente el cual evaluó diferentes parámetros obteniendo como resultados: Temperatura, este parámetro oscila entre 23,2°C y 24,8°C, siendo mayor en el mes de abril; Turbidez se encuentra entre 6 NTU y 8,38NTU siendo el mes de abril con mayor turbiedad, esto se pudo ver afectado por las lluvias que se produjeron en estos meses, Clorofila se encuentra entre 13,44L/mg y 14,16L/mg, Sólidos Totales este parámetro esta entre 577L/mg y 561,7L/mg y pH se encuentra entre 6,78 y 6,26 dentro de los parámetros establecidos por el MINAM, estos resultados obtenidos se presenta en la tabla a continuación de los dos monitoreos de campo que se realizó.

Tabla 2 : Resultados de monitoreo a partir de análisis en laboratorio

PERIODO DE MONITOREO	FUENTE	PUNTO DE MONITOREO	T (°C)	pH	ST (mg/L)	TUR (NTU)	CHL- A (mg/L)
1	LAB	1	24,8	5,86	584	8,48	13,5
1	LAB	2	24,8	6,95	587	8,10	14,2
1	LAB	3	24,8	6,85	625	8,76	15,4
1	LAB	4	24,8	5,99	574	8,35	14,2
1	LAB	5	24,8	5,64	515	8,25	13,5
PROMEDIO			24,80	6,26	577	8,39	14,16
2	LAB	1	23,2	6,53	597	6	13,3
2	LAB	2	23,2	6,71	565	6	14,7
2	LAB	3	23,2	6,88	506	6	12,7
2	LAB	4	23,2	6,93	591	6	13,8
2	LAB	5	23,2	6,83	550	6	12,7
PROMEDIO			23,20	6,78	561,80	6	13,44
3	LAB	1	23,2	6,78	615	14	13,6
3	LAB	2	23,2	6,75	620	8	13,7
3	LAB	3	23,2	6,72	612	8	14,2
3	LAB	4	23,2	6,75	614	6	14,3
3	LAB	5	23,2	6,65	611	6	14,4
PROMEDIO			23,20	6,73	614,40	8,40	14,04

Fuente: Propia

4.2 Estimación de los parámetros de calidad del agua a partir de imágenes landsat 8

Para la obtención de resultados de imágenes landsat 8 se realiza un trabajo minucioso debido a que en la mayoría de monitoreos se debe hacer una selección de imagen antes de llevar a cabo el proceso para obtener resultados coherentes para ello se realizó los monitoreos en el mes de abril a junio en donde se tuvo como resultados que el parámetro Temperatura se encuentra entre 23,48 °C y 24,12 °C siendo el mes de abril con el valor más alto; El pH se encuentra dentro de los parámetros según el ECA para aguas superficiales de lagunas categoría 4 con un promedio de 6,28 esto quiere decir que el agua se encuentra ligeramente acida; En el mes de mayo la Turbidez según los puntos monitoreados el promedio es de 6,02 NTU con el valor más bajo de los otros meses, para Solidos totales el promedio más alto con 615,9 mg/L se encontró en el mes de junio; sin embargo para clorofila el promedio menor en el mes de Mayo con una cantidad de 13,06 mg/L.

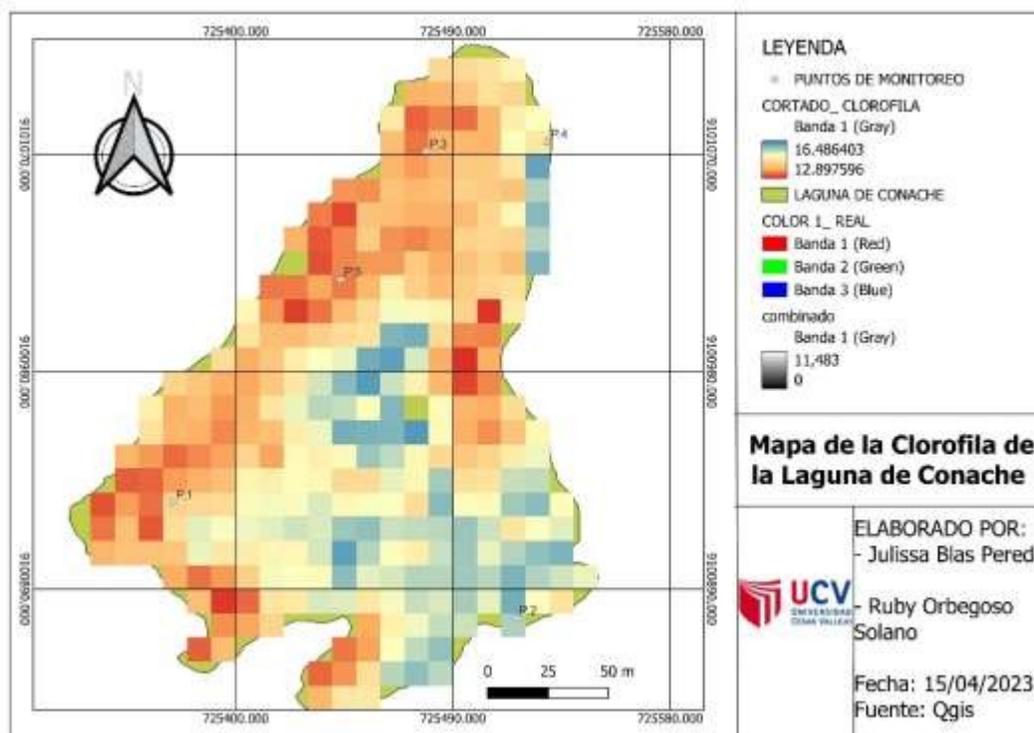
Tabla 3 : Resultados los Monitoreos mediante las Imágenes Landsat 8

PERIODO DE MONITOREO	FUENTE	PUNTO DE MONITOREO	T (°C)	pH	ST (mg/L)	TUR (NTU)	CHL- A (mg/L)
1	SAT	1	24,26	5,84	517,99	8,23	13,93
1	SAT	2	23,97	6,67	581,79	8,29	14,75
1	SAT	3	23,93	6,99	612,14	8,29	15,89
1	SAT	4	24,16	5,95	549,47	8,20	14,55
1	SAT	5	24,26	5,59	525,58	8,20	13,89
PROMEDIO			24,12	6,21	557,39	8,24	14,60
2	SAT	1	23,54	6,16	506,4	6	13,1
2	SAT	2	23,04	6,31	579	6,02	14,2
2	SAT	3	23,48	6,07	536,2	6,03	12,5
2	SAT	4	23,21	6,84	581,7	6,07	13,4
2	SAT	5	23,46	6,03	537	6,01	12,1
PROMEDIO			23,35	6,28	548,06	6,03	13,06
3	SAT	1	23,8	5,8	551,2	8,31	13,1
3	SAT	2	23,3	6,33	615,8	8,36	15,9
3	SAT	3	23,5	6,07	616,7	8,44	13,6
3	SAT	4	23,1	7,55	746,7	8,65	14,8
3	SAT	5	23,7	5,98	549	8,36	14,3
PROMEDIO			23,48	6,35	615,88	8,42	14,34

Fuente: Propia

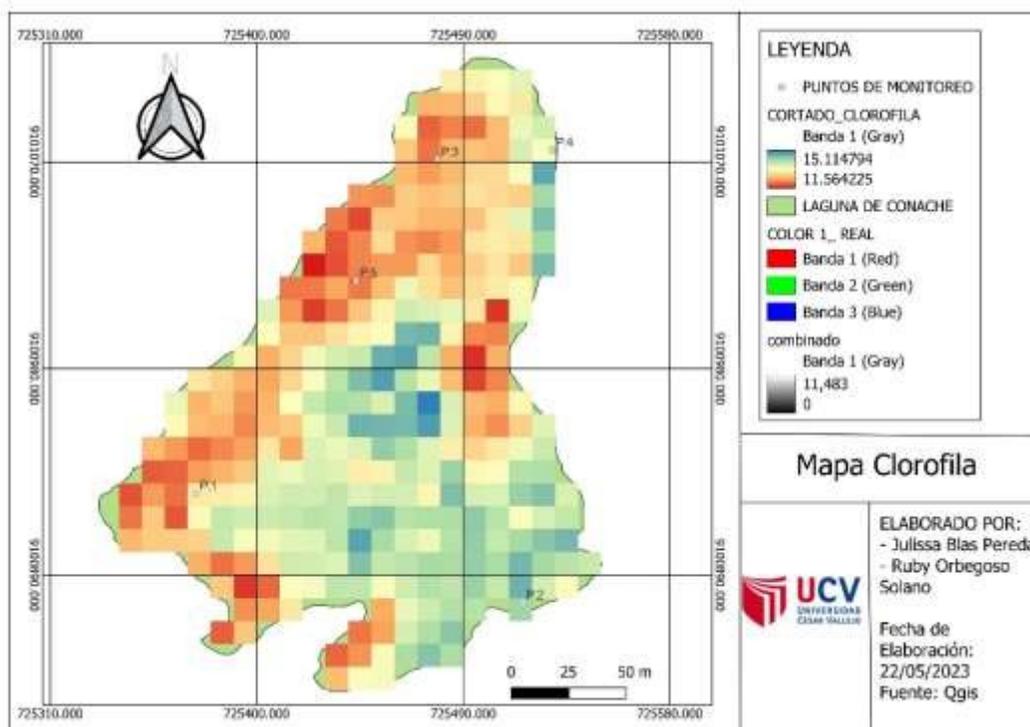
IMÁGENES SATELITALES OBTENIDAS DEL SOFTWARE QGIS DURANTE EL MONITOREO PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS

Figura N° 12: Primer Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de Conache



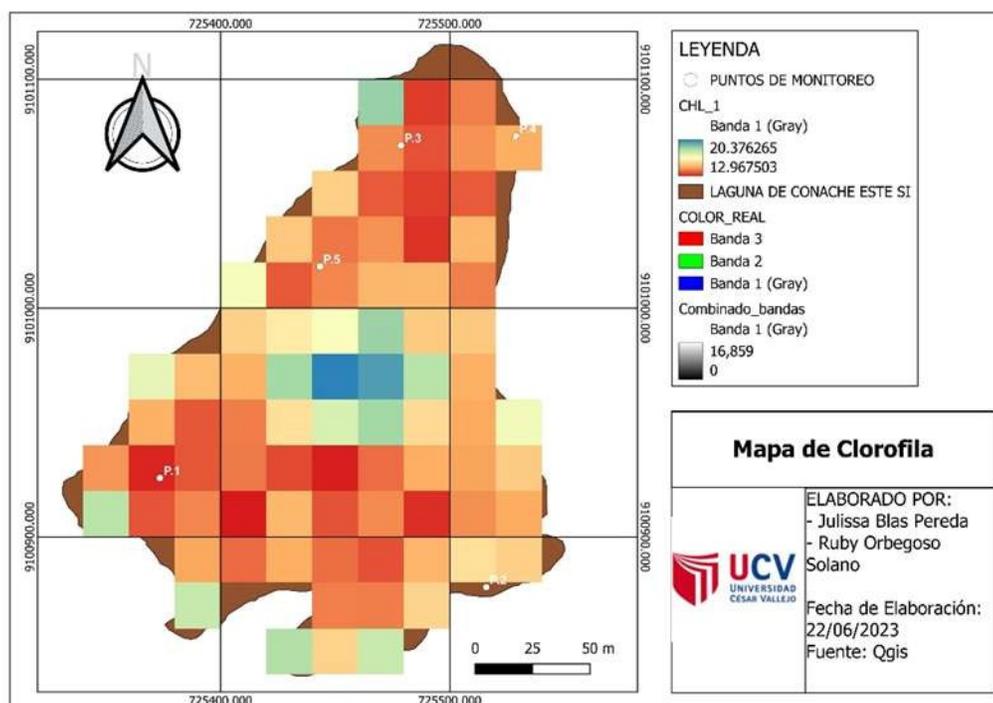
Fuente: Elaboración Propia

Figura N°13: Segundo Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de



Fuente: Elaboración propia

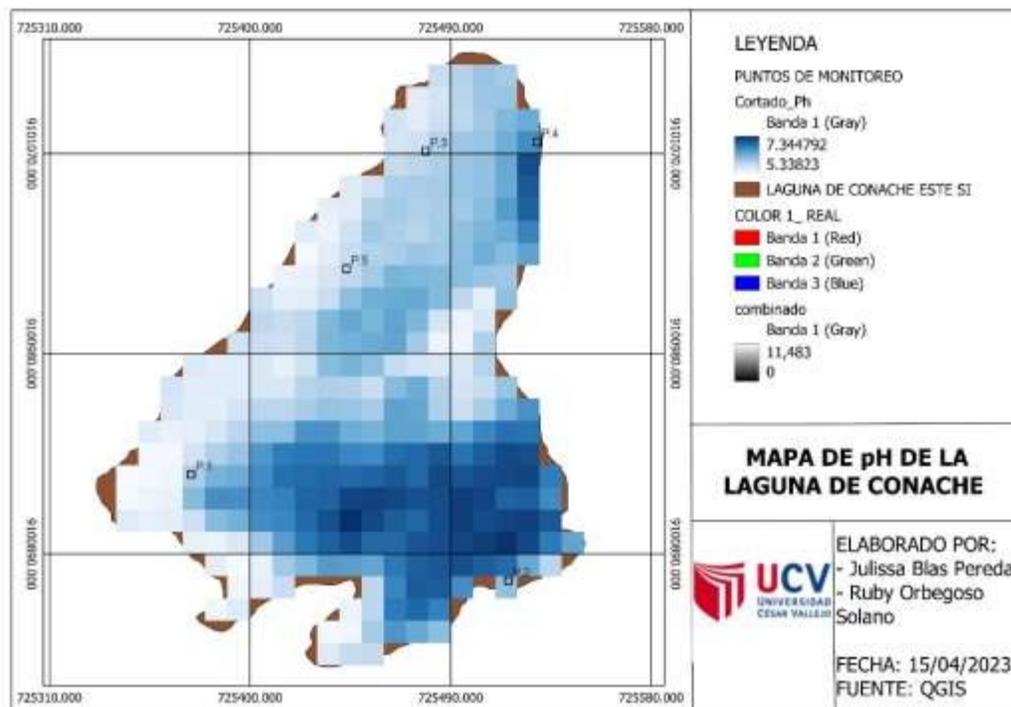
Figura N°14: Tercer Monitoreo Satelital de Clorofila de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

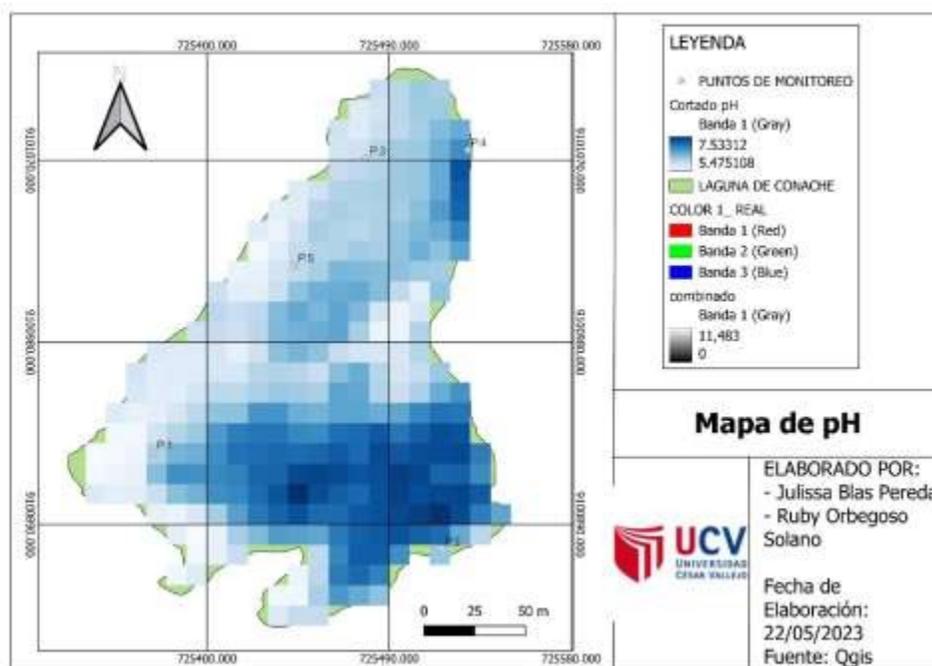
En las figuras 13, 14 y 15, se puede apreciar que los resultados de las imágenes utilizando el siguiente algoritmo $(35,75 * \frac{banda3}{banda2} - 22,3) * 1,124$, obtuvieron valores de Clorofila, en el primer monitoreo siendo en el mes de abril, se adquirieron valores de 16,4 a 12,8 mg/L, en las cuales se registraron valor mínimo de 13,89 mg/L y el valor máximo de 15,89 mg/L, para el segundo monitoreo del mes de mayo, los valores que obtuvimos son de 15,1 a 11,5 mg/L, para el valor mínimo es 12,1 mg/L y el valor máximo es 14,2 mg/L, y por último el tercer monitoreo del mes de junio con un rango de valores entre 20,3 a 12,9 mg/L, para este último monitoreo el valor mínimo es 13,1 mg/L y el valor máximo es 15,9 mg/L

Figura N°15: Primer Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache



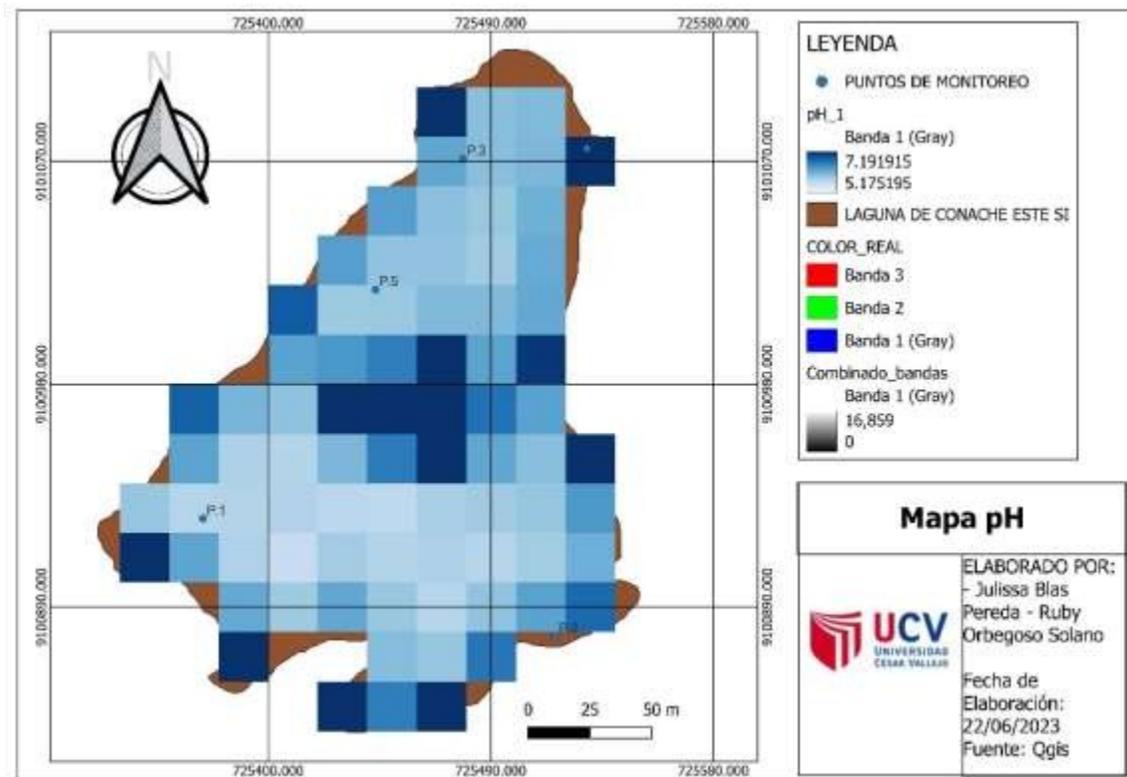
Fuente: Elaboración Propia

Figura N°16: Segundo Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

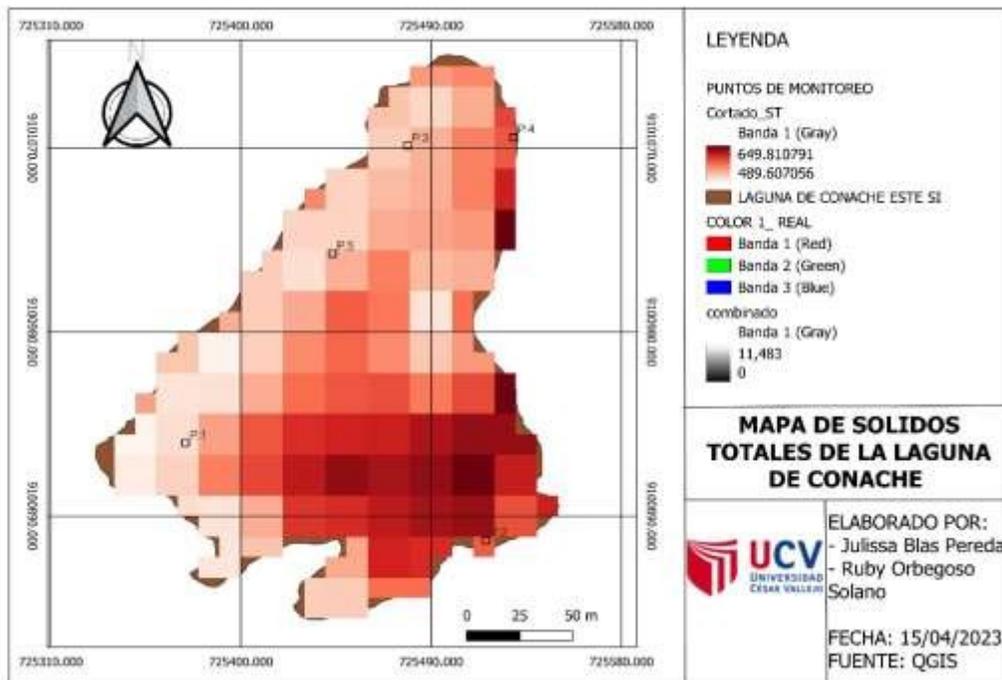
Figura N° 17: Tercer Monitoreo Satelital de pH de la Laguna de Conache



Fuente: elaboración propia

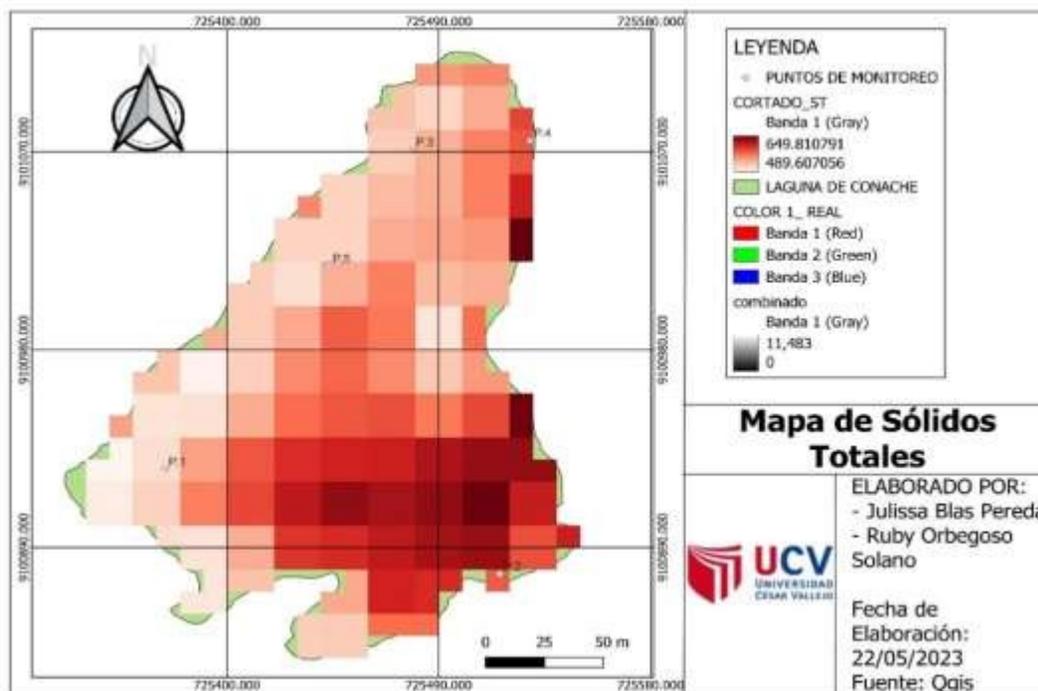
En las figuras 16, 17 y 18, se puede apreciar que los resultados de las imágenes utilizando el siguiente algoritmo $-(8,36 + 2,64 * banda2 - 3,96 * banda3 - 1,47 * banda4) * \frac{1,17}{1000}$, los valores obtenidos del parámetro pH, en el primer monitoreo con un rango de valores entre 5,3 a 7,3 de pH, el valor mínimo es de 5,59 y el valor máximo es de 6,99, en el caso del segundo monitoreo los datos recopilados están entre 5,47 a 7,53 de pH, se observó que el valor mínimo es de 6,03 y el valor máximo es de 6,84 de pH, para finalizar el tercer monitoreo se presentan valores entre 5,17 a 7,19 de pH, se reportó un valor mínimo 5,80 y el valor máximo 7,55 de pH. Los resultados obtenidos son ligeramente ácidos de la toma de muestra de agua de la Laguna de Conache.

Figura N°18: Primer Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache



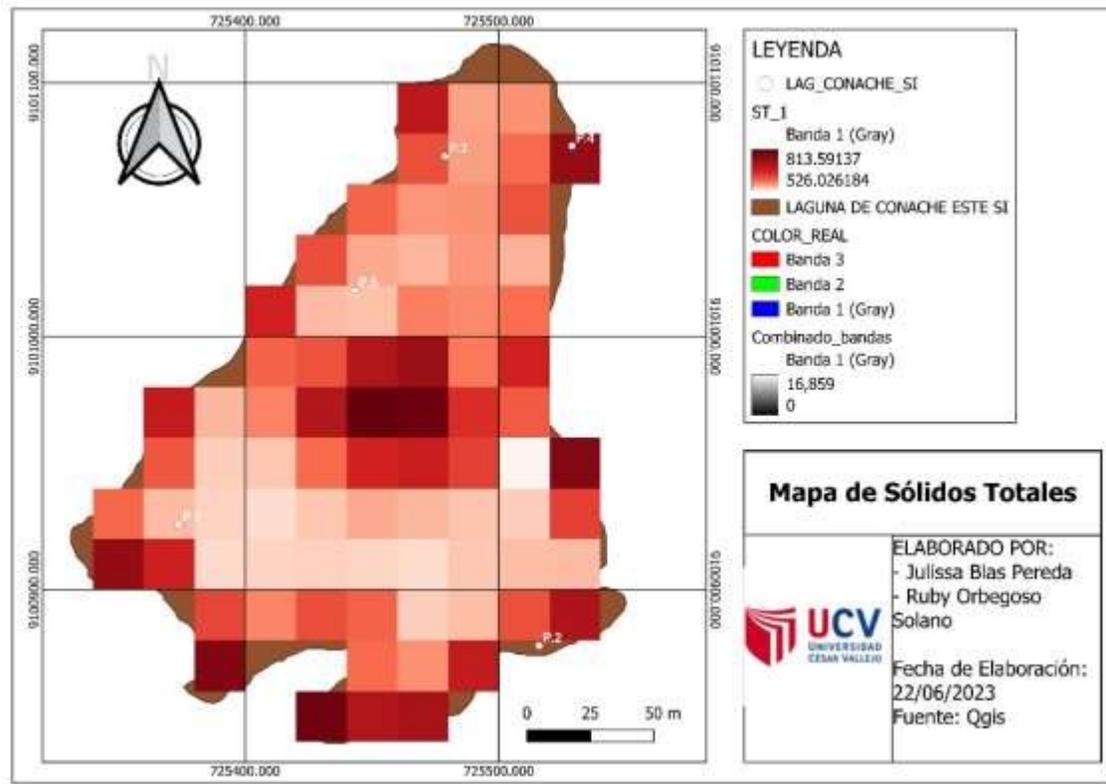
Fuente: Elaboración propia

Figura N°19: Segundo Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

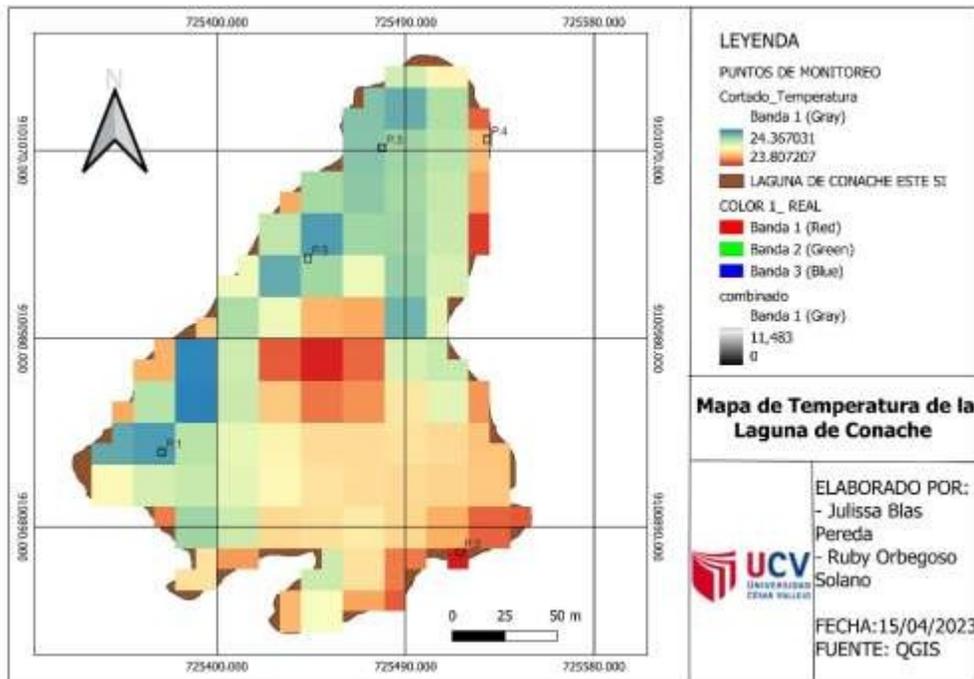
Figura N°20: Tercer Monitoreo Satelital de Sólidos Totales de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

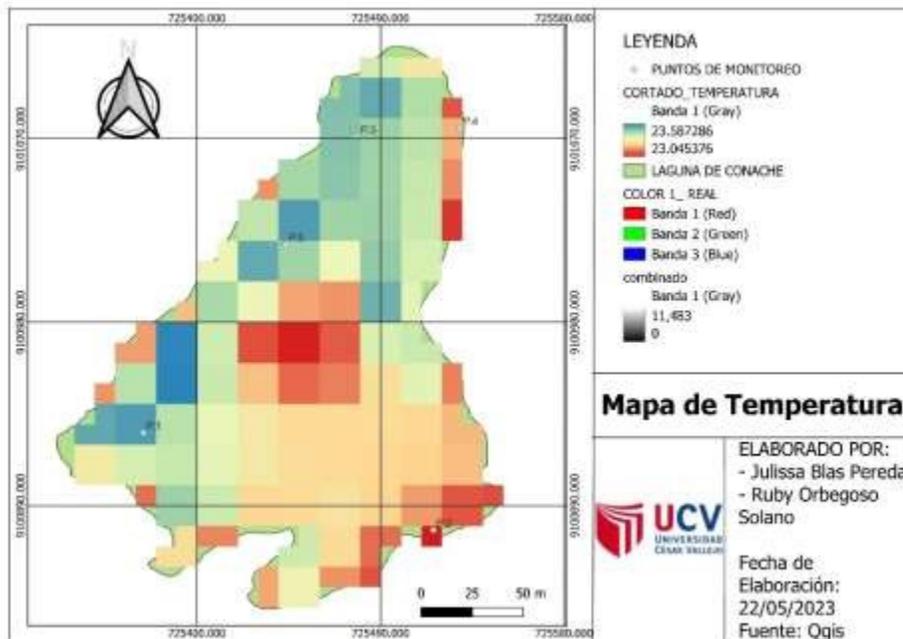
Con respecto a las figuras 19, 20 y 21, se aprecia los resultados utilizando la siguiente fórmula ST: $(0,899 + 130,12 * banda5) * \frac{2,16}{1000}$, los datos obtenidos del parámetro Sólidos Totales, se puede apreciar que en el primer monitoreo en el mes de abril el rango de valores está entre 489,60 a 649,81 mg/L, se registró un valor mínimo de 517,99 mg/L y un valor máximo 612,14 mg/L. De la misma forma tenemos el segundo monitoreo en el mes de mayo, se adquirieron valores de 489,61 a 649,81 mg/L, se registró que el valor mínimo de 506,4 mg/L y el valor máximo de 581,7 mg/L. Para finalizar el tercer monitoreo del mes de junio, para este monitoreo se presentó un rango de valores entre 526,02 a 813,59 mg/L, para este último monitoreo el valor mínimo 549 mg/L y el valor máximo 746,7 mg/L.

Figura N°21: Primer Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache



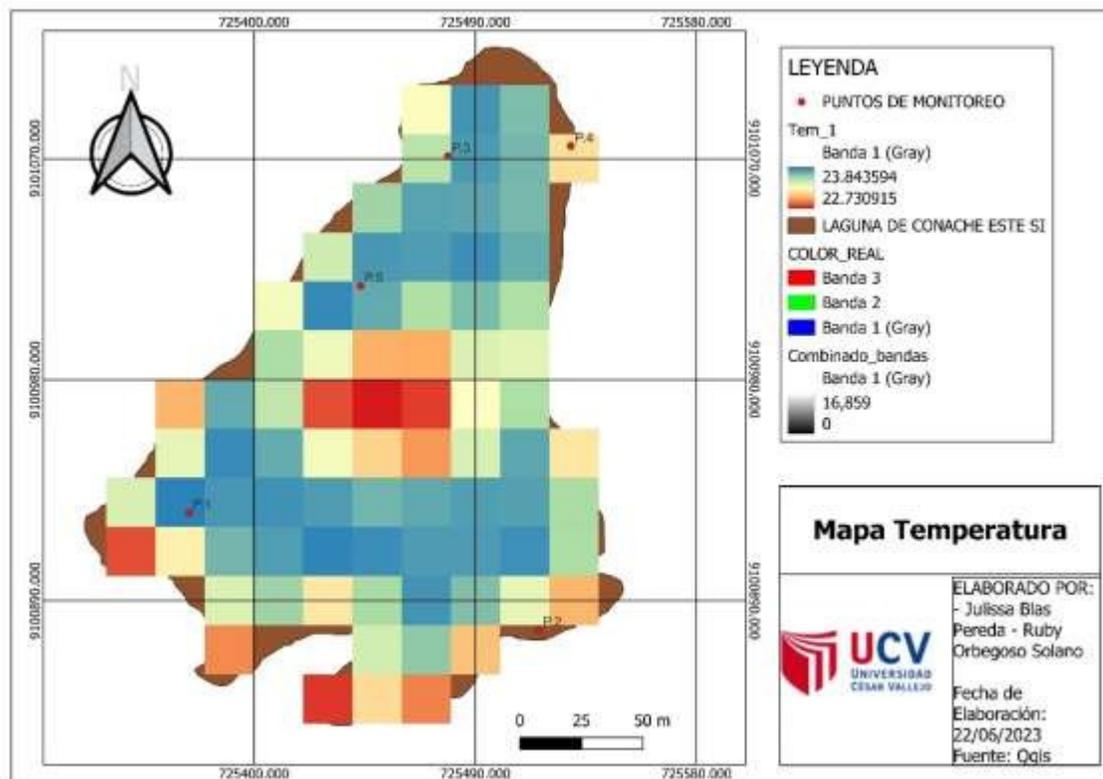
Fuente: Elaboración propia

Figura N°22: Segundo Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

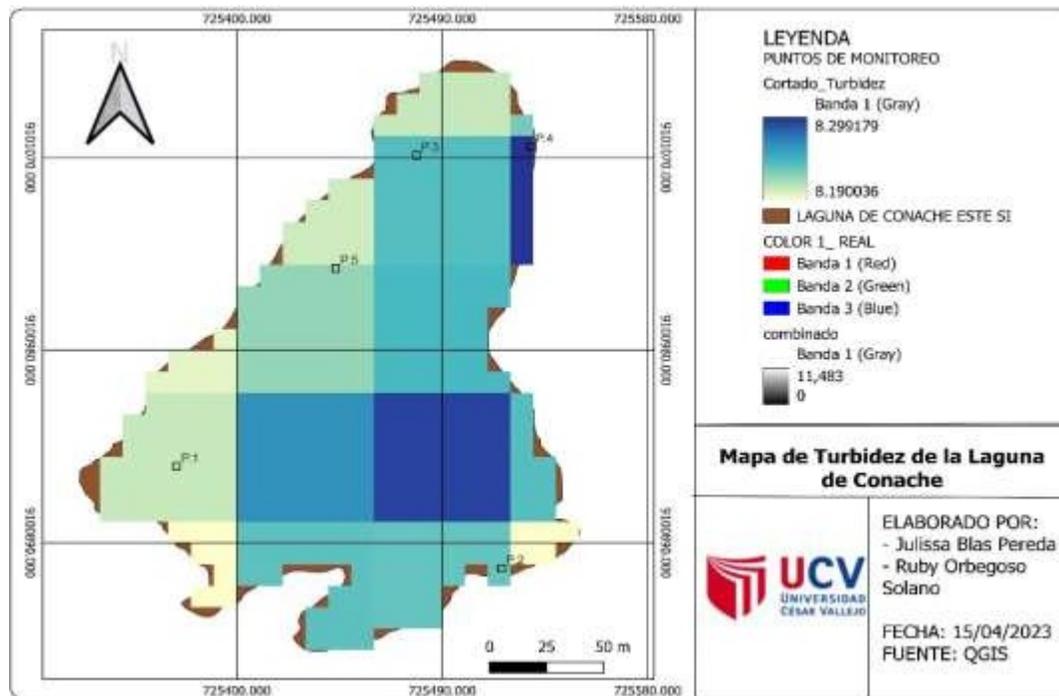
Figura N° 23: Tercer Monitoreo Satelital de Temperatura de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

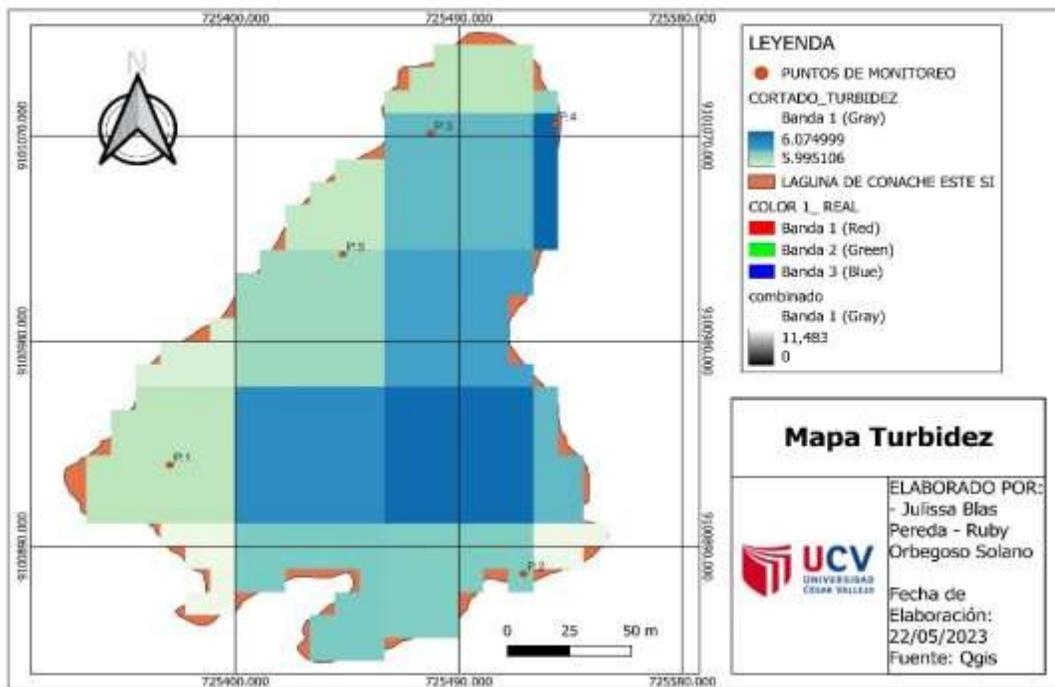
Con respecto a las figuras 22, 23 y 24, se puede apreciar que los resultados de las imágenes utilizando el siguiente algoritmo $Temperatura (^{\circ}C) = (13,6162 - 1,1781 * \log(banda7)) * 2,5$, el rango del primer monitoreo del mes de abril, el cual se obtuvo valores de 23,80 a 24,36 °C, presentando así un valor mínimo de 23,93 °C y un valor máximo de 24,26 °C. En el caso del segundo monitoreo del mes de mayo, los valores que presentaron fueron de 23,04 a 23,58 °C, para ello este monitoreo obtuvo el valor mínimo de 23,04 °C y el valor máximo de 23,54 °C. Para finalizar el tercer monitoreo del mes de junio con un rango de valores entre 22,73 a 23,84 °C, se reportó el valor mínimo 23,1 °C y el valor máximo de 23,8 °C.

Figura N° 24: Primer Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache



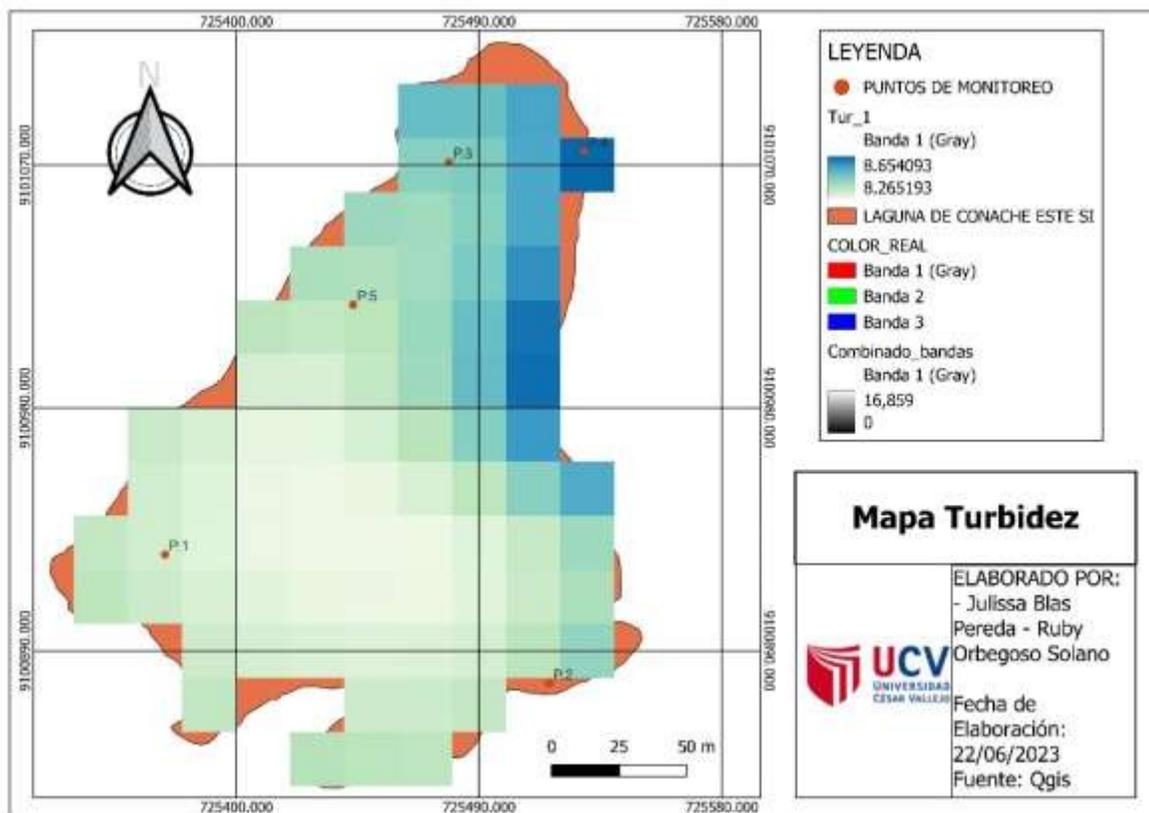
Fuente: elaboración propia

Figura N° 25: Segundo Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Tercer Monitoreo Satelital de Turbidez de la Laguna de Conache



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 25, 26 y 27, se puede apreciar que los resultados de las imágenes utilizando la siguiente formula $Turbidez = -(0,96 - 1,25 * \log(banda1)) * 2,5$, obtuvieron valores de Turbidez, en el primer monitoreo siendo en el mes de abril, se adquirieron valores de 8,19 a 8,29 NTU, este monitoreo presento valor mínimo de 8,20 NTU mientras que el valor máximo de 8,29 NTU. Por otro lado, tenemos el segundo monitoreo en el mes de mayo los datos recopilados están entre 5,99 a 6,07 NTU, para este monitoreo se registró un valor mínimo de 6 NTU y un valor máximo de 6,07 NTU. Para finalizar el ultimo monitoreo del parámetro turbidez del mes de junio, se presentó un rango oscilaron entre 8,26 a 8,65 NTU, se observó que el valor mínimo es de 8,31 NTU y el valor máximo de 8,65 NTU.

4.3 Nivel de confiabilidad usando teledetección para estimar parámetros de calidad del agua

El agua de lagunas debe ser monitoreada constantemente para determinar si este se encuentra dentro de los parámetros establecidos de tal manera que se puede realizar a partir de imágenes landsat 8 y también en el laboratorio para ello la investigación presente, realizó una prueba no paramétrica Spearman mediante el software SPSS(Statistical Package for Social Sciences) el cual se obtuvo como resultados que solo tres parámetros analizados fueron los que se correlacionaron entre si; tanto para los resultados del análisis en laboratorio como los resultados provenientes de imágenes landsat 8, como es el caso de el parámetro temperatura si se correlacionan entre las dos variables con un nivel de significancia de **,819** esto quiere decir que el nivel de confiabilidad es alto debido que tiene un acercamiento profundo a 0.01, para el parámetro de pH la correlación es significativa para 0,05 con un valor de **,597**. También tenemos el parámetro de clorofila, el cual es altamente significativo para 0,01 con un valor de **,721** se puede decir que el nivel de confiabilidad es alto para los parámetros mencionados; sin embargo, Turbidez tiene un valor de **0,309** no se aproxima al requerimiento por lo tanto este parámetro no se correlaciona; Solidos totales el valor de correlación es de **0,150** por ende el nivel de confiabilidad es muy bajo.

Tabla 4 : Nivel de confiabilidad de los parámetros establecidos

			temperatura landsat 8	temperatura laboratorio	Ph landsat 8	Ph laboratorio	solidos totales landsat 8	solidos totales laboratorio	turbidez landsatt 8	turbidez laboratorio	clorofila_a lansat 8	clorofila_a laboratorio
Rho de Spearman	temperatura landsat 8	Coeficiente de correlación	1.000	,819**	-,589'	-0.385	-0.438	0.281	0.049	,745**	0.073	-0.133
		Sig. (bilateral)		0.000	0.021	0.157	0.103	0.311	0.862	0.001	0.795	0.637
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	temperatura laboratorio	Coeficiente de correlación	,819**	1.000	-0.197	-0.229	-0.164	0.131	0.000	,691**	0.393	0.132
		Sig. (bilateral)	0.000		0.483	0.411	0.560	0.642	1.000	0.004	0.147	0.640
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Ph landsat 8	Coeficiente de correlación	-,589'	-0.197	1.000	,597'	,661**	-0.316	0.149	-0.365	0.445	0.461
		Sig. (bilateral)	0.021	0.483		0.019	0.007	0.251	0.597	0.181	0.096	0.084
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Ph laboratorio	Coeficiente de correlación	-0.385	-0.229	,597'	1.000	0.458	-,533'	0.031	-0.156	-0.057	0.050
		Sig. (bilateral)	0.157	0.411	0.019		0.086	0.041	0.912	0.580	0.839	0.859
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	solidos totales landsat 8	Coeficiente de correlación	-0.438	-0.164	,661**	0.458	1.000	0.150	,680**	0.040	,584'	,654**
		Sig. (bilateral)	0.103	0.560	0.007	0.086		0.594	0.005	0.889	0.022	0.008
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	solidos totales laboratorio	Coeficiente de correlación	0.281	0.131	-0.316	-,533'	0.150	1.000	0.480	0.379	0.318	0.101
		Sig. (bilateral)	0.311	0.642	0.251	0.041	0.594		0.070	0.164	0.248	0.721
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	turbidez landsatt 8	Coeficiente de correlación	0.049	0.000	0.149	0.031	,680**	0.480	1.000	0.309	,586'	0.496
		Sig. (bilateral)	0.862	1.000	0.597	0.912	0.005	0.070		0.263	0.022	0.060
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	turbidez laboratorio	Coeficiente de correlación	,745**	,691**	-0.365	-0.156	0.040	0.379	0.309	1.000	0.279	0.093
		Sig. (bilateral)	0.001	0.004	0.181	0.580	0.889	0.164	0.263		0.314	0.742
		N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
clorofila_a lansat 8	Coeficiente de correlación	0.073	0.393	0.445	-0.057	,584'	0.318	,586'	0.279	1.000	,721**	
	Sig. (bilateral)	0.795	0.147	0.096	0.839	0.022	0.248	0.022	0.314		0.002	
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
clorofila_a laboratorio	Coeficiente de correlación	-0.133	0.132	0.461	0.050	,654**	0.101	0.496	0.093	,721**	1.000	
	Sig. (bilateral)	0.637	0.640	0.084	0.859	0.008	0.721	0.060	0.742	0.002		
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	

ANALISIS DE REGRESION PARA EL PARAMETRO TEMPERATURA

Tabla 5 : Resumen de modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R CUADRADO	R cuadrado ajustado	error estándar estimación
1	0,846	0,716	0,694	0,04316
a. predictores: (C constante), temperatura landsat 8				

Interpretación: El coeficiente de correlación múltiple (R) se encuentra con el valor 0,846 indicando que si existe correlación lineal entre las variables dependiente e independiente del parámetro temperatura evaluado con imágenes landsat y laboratorio, con un $R^2 = 0,716$ de precision.

Tabla 6 : ANOVA

ANOVA						
Modelo	suma de cuadrados	gl	Media Cuadratica	F	Sig.	
1	Regresión	6,111	1	6,111	32,799	0,000
	Residuo	2,422	13	0,186		
	Total	8,533	14			

- Anova indica que hay diferencias entre las dos variables del modelo de regresión, p valor ($p=000$) es altamente significativo, de tal manera que rechazamos la hipótesis nula.

Tabla 7 : coeficientes

Correlaciones										
Modelo	Coeficientes no estandarizados		coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B		Correlaciones		
	B	Desv.Error	Beta			Limite inferior	superior	Orden cero	Parcial	Parte
Constante	-14,810	6,731		-2,200	0,046	-29,352	-269			
Temperatura landsat	1,630	0,285	0,846	5,727	0,000	1,015	2,245	0,846	0,846	0,846
a. Variable dependiente: temperatura Laboratorio										

$$T = -14,810 + 1,630 * T_{L8}$$

Para el coeficiente del modelo de regresión las puntuaciones t indican que las variables que se tienen en cuenta aportan significativamente al modelo de predicción.

CORRELACION DEL PARAMETRO pH

Tabla 8 : Variables, resumen de modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar estimación
1	0,547	0,299	0,245	0,35783
a. Predictores: (Constante), pH landsat 8				

La correlación lineal en este parámetro es de $R = 0,547$ indica que existe correlación entre las Variables con un nivel de confiabilidad bajo y un $R^2 = 0,299$ de precisión notable variabilidad.

Tabla 9 : ANOVA

ANOVA						
Modelo		Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,711	1	0,711	5,554	0,035
	Residuos	1,665	13	0,128		
	Total	2,376	14			
a. Variable dependiente: pH laboratorio						
b. Predictores: (Constantes), pH landsat 8						

Anova del modelo de regresión indica que tiene un valor bajo de significancia 0,035 puesto que es $< 0,05$ rechazamos la hipótesis nula H_0 . Podemos decir que si existe relación entre las variables.

Tabla 10 : Coeficientes

Coeficientes						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes Estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	3,890	1,149		3,386	0,05
	pH landsat 8	0,430	0,182	0,547	2,357	0,035

$$pH = 3,890 + 0,430 * pH_{L8}$$

Para el coeficiente del modelo de regresión las puntuaciones t indican que las variables que se tienen en cuenta aportan significativamente al modelo de predicción.

CORRELACION PARA SOLIDOS TOTALES

Tabla 11 : Resumen de modelo

RESUMEN DEL MODELO				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de estimación
1	,156	,024	-,051	37,995
a. Predictores: (Constante), sólidos totales landsat 8				

El coeficiente de correlación es de 0,**156** indica que no existe correlación entre las variables para el parámetro sólidos totales, el $R^2 = 0,024$ bajo en precisión.

Tabla 12 : ANOVA

ANOVA						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	465,802	1	465,802	,323	,580
	Residuo	18767,131	13	1443,625		
	Total	19232,933	14			
a. Variable dependiente: sólidos totales laboratorio						
b. Predictores: sólidos totales landsat 8						

Anova del modelo de regresión indica que el resultado no es significativo, por lo tanto no existe relación alguna entre las variables puesto que el valor de significancia $p 0,580 > 0,05$ de tal manera que acepta la hipótesis nula.

Tabla 13 : coeficientes

COEFICIENTES						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig
		B	Desv. Error	Beta		
1	Constante	538,657	98,388		5,475	,000
	Sólidos totales landsat 8	,097	,171	,156	,568	,580

Para los coeficientes del modelo de regresión valores obtenidos T indican que las variables no son significativas, por lo tanto, en este parámetro no existe correlación.

CORRELACION PARA TURBIDEZ

Tabla 14 : resumen de modelo

RESUMEN DEL MODELO				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de estimación
1	,520	,271	,215	1,87316
a. Predictores: (Constante), turbidez landsat 8				

este parámetro oscila un $R = 0,520$ indica que la correlación entre las variables y la confiabilidad es baja con un $R^2 = 0,271$ de precisión, notable variabilidad.

Tabla 15 : Anova

ANOVA						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	16,941	1	16,941	4,828	,047
	Residuo	45,613	13	3,509		
	Total	62,555	14			
a. Variable dependiente: turbidez laboratorio						
b. Predictores: turbidez landsat 8						

Anova del modelo de regresión indica que el resultado no es significativo, debido a que $p_{0,047} \geq 0,05$ por lo tanto no existe correlación alguna entre este parámetro acepta la hipótesis nula.

Tabla 16 : coeficientes

COEFICIENTES						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig
		B	Desv. Error	Beta		
1	Constante	,239	3,383		,071	,945
	Turbidez landsat 8	,973	,433	,520	2,197	,047
a. Variable dependiente: turbidez laboratorio						

Para los coeficientes del modelo de regresión valores obtenidos T indican que las variables no son significativas, con un valor de significancia 0,945 mayor de lo establecido por lo tanto no existe correlación con este parámetro.

CORRELACION PARA CLOROFILA

Tabla 17 : resumen del modelo

RESUMEN DEL MODELO				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de estimación
1	,758	,574	,541	,4879
a. Predictores: (Constante), Clorofila a landsat 8				

Este parámetro tiene una correlación de $R=0,846$ indica que su nivel de significancia es alto y las variables se correlacionan entre sí, de la misma manera para el $R^2 = 0,574$ indica el nivel de precisión.

Tabla 18 : ANOVA

ANOVA						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4,169	1	4,169	17,509	,001
	Residuo	3,095	13	,238		
	Total	7,264	14			
a. Variable dependiente: clorofila a laboratorio						
b. Predictores: clorofila a landsat 8						

Anova del modelo de regresión indica rechaza la hipótesis nula, debido que el nivel de significancia se ajusta a lo establecido $p_{0,001} < 0.05$, quiere decir que si existe correlación entre las variables.

Tabla 19 : Coeficiente

COEFICIENTES						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig
		B	Desv. Error	Beta		
1	Constante	6,913	1,670		4,140	,001
	Turbidez landsat 8	,489	,119	,780	4,184	,001
a. Variable dependiente: clorofila a laboratorio						

$$CHLa = 6,913 + 0,498 * CHLaL8$$

Para el coeficiente del modelo de regresión las puntuaciones t indican que las variables que se tienen en cuenta aportan significativamente al modelo de predicción.

V. DISCUSION

- ✓ En esta investigación la teledetección espectral utilizando imágenes Landsat 8 puede ser una herramienta útil para determinar los valores de la T, pH y clorofila en cuerpos de agua de la laguna de Conache, aunque la precisión puede variar y se requiere validación con mediciones de campo para obtener resultados más confiables, en este caso nuestros resultados para el parámetro de Temperatura en el mes de abril el promedio es de 24,12 °C, en mayo el promedio es de 23,34 °C, en junio el promedio es de 23,48 °C, asimismo los resultados del parámetro de pH, para el mes de abril el promedio es de 6,21, en mayo el promedio es de 6,28 y en junio el promedio es de 6,35, por último los resultados del parámetro de clorofila, para el mes de abril el promedio es de 14,60 mg/L, en mayo el promedio es de 13,06 mg/L, en junio el promedio es de 14,34 mg/L. Según Portal R., Zambrano (2021) en su trabajo aplico la teledetección para la obtención de parámetros fisicoquímicos del agua de la Laguna de San Nicolás, los parámetros que utilizaron fueron Ph, OD, Turbidez y Temperatura, para en este caso los resultados que obtuvieron para el parámetro de Temperatura para el 18 del mes de febrero el promedio que el obtuvo fue de 21,85°C, de la misma forma para el 28 de febrero el promedio obtenido es de 21,86 °C, como último monitoreo del parámetro el día 10 del mes de marzo el promedio que llegaron a obtener es de 21,82 °C, en el caso de los resultados de parámetro de pH, para el 18 del mes febrero el promedio que se adquirió es de 8,44 pH, asimismo para el 28 del mes de febrero el promedio que adquirió es de 8,36 pH, por último el día 10 del mes de marzo el promedio que obtuvo es de 8,41 pH. Por otro lado, Rivera (2020) menciona que obtuvo como resultado que el parámetro de la clorofila predomina con un promedio para el mes de enero de 13,30 mg/L y el mes de febrero un promedio de 12,5 mg/L.

- ✓ Los parámetros del agua de la Laguna de Conache analizados en laboratorio están dentro del rango de la calidad de agua establecido en el ECA Categoría 4, Decreto Supremo N°004 – 2017 - MINAM, en nuestra investigación los resultados del parámetro de la Temperatura del mes de abril el promedio es de 24,80°C, entre el mes de mayo y junio dieron el mismo promedio de 23,20 °C, por otra parte el parámetro de pH, en el mes de abril el promedio es de 6,26 pH, en el mes de mayo el promedio es de 6,78 pH y el mes de junio con un promedio de 6,73 pH, asimismo el parámetro de Sólidos Totales en el mes de abril el promedio es de 577 mg/L, en mayo el promedio es de 561,80 mg/L y en el mes de junio el promedio es de 614,40 mg/L, por otro lado el parámetro de la Turbidez, en el mes de abril el promedio es de 8,39 NTU, en mayo el promedio es de 6 NTU y el mes de junio el promedio es de 8,40 NTU, asimismo el parámetro de la Clorofila, en el mes de abril el promedio es de 14,16 mg/L, en mayo el promedio es 13,44 mg/L y en junio el promedio es de 14,04 mg/L, se puede deducir que estos concuerdan con Altuna (2018), en su trabajo de investigación analizó diferentes parámetros físicos químicos de la laguna de Conache, para determinar si se encuentra dentro de los Estándares de calidad Ambiental (ECA), teniendo como resultados que el Potencial de Hidrogeno (pH) el promedio del mes de abril es de 7,50 pH, en mayo el promedio es 7,98 pH y el mes de junio el promedio de 7,42 pH, ligeramente alcalino, por otro lado también el parámetro de Temperatura, el promedio del mes de abril es de 22,20 °C, mes de mayo el promedio de 23,20 °C y el promedio del mes de junio es de 22,90 °C, por último resultado del parámetro de Sólidos totales, en el mes de abril el promedio es de 535,10 mg/L, en mayo el promedio es de 582,20 mg/L y en junio el promedio es de 578,90 mg/L.

- ✓ La correlación lineal fue exitosa para los parámetros significativos de Temperatura, pH y Clorofila, en este caso para la temperatura el nivel de confiabilidad es de ,819, para el pH el nivel de confiabilidad de ,597 y para la clorofila el nivel de confiabilidad es de ,721, en el caso de precisión de los parámetros significativos se indicaron que la temperatura ,716, para el pH la precisión es de ,299 y para la clorofila es de ,574, sin embargo, para solidos totales y turbidez no se logró la correlación correcta debido que los resultados obtenidos fueron muy bajos por lo tanto entre estos dos parámetros no existe correlación lineal quizá si se opta por cambiar las bandas al momento de introducir la información con la formula se puede obtener otros datos con una significancia relevante. Según Ayala et al. (2019), en su tesis el coeficiente de regresión del parámetro de la clorofila obtuvo una regresión de 0,77, en las cuales los resultados no fueron amenos debido a los altos errores y el bajo valor de ajuste, asimismo el parámetro de transparencia, se adquirió una correlación de 0,69, como última correlación está el parámetro solidos suspendidos totales, se tuvo en cuenta la correlación de 0,81, dando a conocer que los parámetros de clorofila y solidos suspendidos son correlaciones aceptables.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró determinar que la teledetección de imágenes landsat 8 es efectiva para monitorear la calidad del agua de la laguna de Conache y de diferentes cuerpos de agua que requieran el uso, aplicado en los siguientes parametros, temperatura con un R^2 0,716 del mismo modo para pH obteniendo un R^2 0,299, y Clorofila *a* oscila un valor de R^2 0,574 altamente efectiva. Para solidos totales y turbidez no se encontró una efectividad alta debido que las variables no se correlacionan entre sí.
- ✓ Se logró evaluar los parámetros establecidos mediante los análisis de laboratorio el cual se observó que la temperatura se encuentra dentro del rango establecido por los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 4 para lagunas y ríos con un promedio de 23,73°C, el pH se encuentra dentro de la categoría con un promedio de 6.59 el cual es ligeramente ácido, Solidos totales tiene un promedio de 584,4 mg/L el cual sobrepasa los ECAS, Turbidez tiene un promedio de 7,60 NTU esto quiere decir que el agua de la laguna de Conache se encuentra ligeramente limpia con menos partículas en suspensión, clorofila esta entre 13,44 y 14,4 mg/L un valor aceptable ya que gracias a ello se puede realizar la eutrofización de esta laguna.
- ✓ Los parámetros analizados mediante la teledetección de imágenes Landsat 8, varían de la siguiente forma, la Clorofila adquieren valores entre 12,8 a 20,3 mg/L, pH registrando un rango de valores entre 5,7 a 7,53 de pH, Sólidos Totales presento valores entre 489,60 a 813,59 mg/L, temperatura el rango de valores esta entre 22,73°C a 24,36 °C y turbidez proporciono valores entre 5.99 a 8,65 NTU, los valores conseguidos y comprobados en campo respaldan el manejo de la teledetección como un instrumento eficaz y limpia para el monitoreo en tiempo real. La teledetección utiliza sensores remotos para adquirir información sobre el área terrestre sin necesidad de un contacto directo. Esta tecnología permite procesar grandes áreas de estudio, lo que resulta especialmente beneficioso para el monitoreo de cuerpos de agua extensos.

- ✓ Se logró determinar el nivel de confiabilidad mediante SPSS- Spearman por lo que se concluye que existe correlación significativa solo con tres parámetros fisicoquímicos por lo que los valores obtenidos son los que más se acercan a ± 1 , como Temperatura con un valor de 0,819 de acuerdo con las reglas para spearman es altamente significativo, Ph con el valor de 0,592 la relación es moderada, Clorofila se encuentra con un valor de 0,721 la correlación es altamente significativo, sin embargo para turbidez tiene un valor de 0,309 el cual se encuentra una correlación muy baja, solidos totales su valor es de 0,150 en este caso no hay correlación en lo absoluto para este parámetro.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar los monitoreos de la calidad del agua, de acuerdo a la fecha que el satélite hace su recorrido por el área de estudio para obtener datos precisos en investigaciones futuras.

- ✓ Se recomienda usar la teledetección con imágenes landsat 8 para el monitoreo de la calidad de agua de diversos cuerpos hídricos, ya que gracias a ello se puede acceder a áreas remotas donde el ser humano no podría haber ingresado, además de ello se puede obtener datos hasta 10 años a mas ya que existen imágenes desde el año 1984.

- ✓ Se recomienda el uso de imágenes satelitales para el monitoreo de la calidad del agua aplicado en los parámetros de temperatura se usó la banda b7 obteniendo un nivel de confiabilidad de $R= 0,819$, pH utilizo las bandas b2, b3 y b4 se obtuvo un nivel confiabilidad de $R=0,597$ y para clorofila-a las bandas empleadas fueron b2 y b3 el nivel de confiabilidad es de $R=0,721$.

REFERENCIAS

1. ACUÑA PINTOS, Ricardo y TEPERINO ECHARTE, Paula. Monitoreo de concentración de clorofila en la Laguna del Sauce mediante técnicas de teledetección. [en línea]. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería. 2021. [Fecha consulta: 25 de setiembre de 2022].
2. ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. [En línea]. Perú, 2016. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
3. Bretreger David, In-Young Yeo, Greg Hancock. Quantifying irrigation water use with remote sensing: Soil water deficit modelling with uncertain soil parameters. Agricultural Water Management. Volume 260. 2022. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107299>
4. Blount Tegan R., A. Rita Carrasco, Sónia Cristina, Sonia Silvestri. Exploring open- source multispectral satellite remote sensing as a tool to map long-term evolution of salt marsh shorelines. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Volume 266, 2022. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107664>
5. Caballero [et al]. Water quality monitoring with Sentinel-2 and Landsat-8 satellites during the 2021 volcanic eruption in La Palma (Canary Islands). Science of The Total Environment. Volume 822. 2022. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722005253?via%3Dihub>

6. Germán et al. Space-time monitoring of water quality in an eutrophic reservoir using SENTINEL-2 data - A case study of San Roque, Argentina, Remote Sensing Applications: Society and Environment, Volume 24, 2021. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100614>.
7. Mahdi Sedighkia, Asghar Abdoli. Linking remote sensing analysis and reservoir operation optimization for improving water quality management of reservoirs. Journal of Hydrology. Volume 613, 2022. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128445>
8. MINAGRI. Recurso agua del sector agrario. 2015. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: [https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/325-rios#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20existen%20m%C3%A1s,m%C3%A1s%20representativas%20\(ver%20mapa\)](https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/325-rios#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20existen%20m%C3%A1s,m%C3%A1s%20representativas%20(ver%20mapa))
9. Monaledi Modiegi, Isaac T. Rampedi, Solomon G. Tesfamichael. Comparison of multi-source satellite data for quantifying water quality parameters in a mining environment. Journal of Hydrology. Volume 591. 2020. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125322>
10. Portal, R. I., & Zambrano, E. Teledetección espectral usando el satélite Landsat 8 para el monitoreo físicoquímico del agua de la laguna San Nicolás – Cajamarca 2021. [Fecha consulta: 25 de setiembre de 2022]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28978/Portal%20Pierola%20Ruth%20Indira%20Zambrano%20Alcantara%20Edwar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. Quezada, M. Uso de imágenes satelitales para determinar los parámetros de calidad del agua en los ríos amazónicos Neshuya y Aguaytía – Perú. Universidad la Molina.2020. [Fecha consulta: 25 de setiembre de 2022].
12. Sánchez, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. 2019. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-0144-9892>
13. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: MC Graw Hill Education, 2017.600 pp. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
14. Viorato Romero, N. S., & Reyes García, V. La ética en la investigación cualitativa.2019. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cuidarte/article/view/70389>
15. Leo Carro-Calvo, Carlos Casanova-Mateo, Julia Sanz-Justo, José Luis Casanova- Roque, Sancho Salcedo-Sanz. Efficient prediction of total column ozone based on support vector regression algorithms, numerical models and Suomi-satellite data.2017. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/ATM.2017.30.01.01>.
16. Ruiz Ramírez, D. C. Método de estimación de sólidos suspendidos totales como indicador de la calidad del agua mediante Imágenes satelitales (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá). 2019. Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59720/2949594699_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

17. Altuna, Karen. Calidad del Agua en la Laguna de Conache Distrito de Laredo - Trujillo, Entre Abril y Agosto del 2018. 2018. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en:
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11349/Altuna%20Velasquez%2c%20Karen%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Villena, Jorge. Calidad del agua y desarrollo sostenible. 2018. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
19. Palma, M.; Torres, J.; Cisneros, H.; Caliri, M.; Ordoñez, M.; Nora, B. Aportes de la teledetección para la caracterización de amenazas para la conservación del sitio Ramsar humedal Ilancanelo, Malargüe, Argentina. 2019. [Fecha de consulta: 01 octubre del 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.umaza.edu.ar/bitstream/handle/00261/1261/APORTES%20DE%20LA%20TELEDETECCI%c3%93N%202019%20Palma%20Leotta%20LL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Vassiliki Markogianni, Dionissios Kalivas, George P. Petropoulos and Elias Dimitriou. Una evaluación del potencial de Landsat 8 para estimar las concentraciones de clorofila-a, amonio y otros indicadores de la calidad del agua. 2018. [Fecha de consulta: 13 de junio del 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs10071018>
21. Rivera, Daniela. Estimación de parámetros de calidad de agua en la Laguna Santa Elena usando imágenes satelitales. 2020. [Fecha de consulta: 13 de junio del 2023]. Disponible en:
<http://152.74.17.92/bitstream/11594/928/5/Tesis%20Estimacion%20de%20parametros%20de%20calidad%20de%20agua%20en%20la%20Laguna%20de%20Santa%20Elena.Image.Marked.pdf>
22. Diaz et al. Estimación de los Parámetros de Calidad de Agua y su Relación con la Reflectividad del Superficie del Satélite Landsat 8 en el Lago Chinchaycocha – Junín. [En Línea] Lima, 2019. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72629/Diaz_LEK-Llave_BWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

23. BRICEÑO, I, [et al.]. Determinación de calidad de agua en el Lago Vichuquén, con imágenes de satélite Landsat 8, sensor OLI, año 2016, Chile. [En línea]. Chile, 2018. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/raet.2018.10126>
24. Satish Addanki, I.S. Amiri y P. Yupapin. Review of optical fibers-introduction and applications in fiber lasers. Results in Physics. [en línea]. Volume 10,2018. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.07.028>
ISSN 2211-3797
25. Bravo, Frank. Teledetección espacial Landsat, sentinel2, aster l1t y Modis. [en línea]. Huánuco -Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2017. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en: https://acolita.com/wp-content/uploads/2018/01/Teledeteccion_espacial_ArcGeek.pdf
26. Ned Horning. Remote Sensing. [en línea]. Encyclopedia of Ecology (Second Edition). Elsevier. 2019. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10607-4>
ISBN 9780444641304
27. Luque, Javier. Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf
28. USGS. Landsat 8 (l8) data users handbook. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en: <https://dl.icdst.org/pdfs/files/2512b7ec8c34f3a7330e7fa339792e5e.pdf>
29. Christian Ayala Jesús, & Marco Antonio Herrera Díaz. Monitoreo de la calidad del agua del lago Chinchaycocha, mediante técnicas de teledetección espacial. 2019. *Revista iberoamericana ambiente & sustentabilidad*, 2(2), 23–31. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2023]. Disponible en: <http://www.ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/46/49>

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de operalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Bandas espectrales de imágenes Landsat 8	Las bandas espectrales es la fracción de intensidad luminosa transmitida por una longitud de onda dada. Un conjunto de filtros de bandas espectrales diferentes, y que generalmente	Las bandas espectrales asociadas a las imágenes satelitales son muy útiles hoyen día para los análisis y monitoreos de agua, debido asu información instantánea que brinda, esto	Imágenes Landsat 8	<ul style="list-style-type: none"> -Número de imágenes de cobertura de nube menor al50 % -Periodo de selección de imágenes 2000 al 2022 - - Intensidad luminosa - Longitud de onda 	

<p>Calidad de agua</p>	<p>Es la capacidad que tiene el agua para responder a los diferentes usos que se le puede dar, a estos cuerpos se realizan análisis hidrológicos características fisicoquímicas y biológicas. (Sierra.C 1° edición, 2011)</p>	<p>Se tiene una calidad de agua adecuada si los monitoreos se hacen constantemente analizando los parámetros fisicoquímicos del agua</p>	<p>Parámetros hidrológicos</p> <p>Parámetros fisicoquímicos</p> <p>Parámetros biológicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - evaporación - espejo de agua - volumen de agua - escorrentía - Temperatura - DBO - COT - ST - Cobertura vegetal 	
------------------------	---	--	--	---	--

Anexo 2

parámetros fisicoquímicos, MINAN 2017

18

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2

Anexo 3

Presupuesto de Proyecto de Investigación

PRESUPUESTO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TITULO: APLICACIÓN DE TELEDETECCIÓN ESPECTRAL USANDO IMÁGENES LANDSAT 8 PARA EL MONITOREO

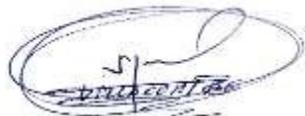
FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE LA LAGUNA DE CONACHE – 2023

Partida presupuestal	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)	Recurso propio	Externo
PERSONAL					1,500.00	0	1,500.00
2.3.2.7.11.99 S	Honorarios para análisis de laboratorio	HH - Laboratorio	5	300.00	1,500.00	-	1,500.00
BIENES					3,599.50	-	3,519.50
Bienes de consumo					99.50	-	19.50
2.3.1.5.1.2 Pap	Papel bond A4 x 80 gr x 500 hojas	Paquete	1	12.00	12.00	-	12.00
2.3.1.5.1.2 Pap	Lapiceros tinta seca 035 color AZUL	Unidad	2	1.00	2.00	-	2.00
2.3.1.5.1.2 Pap	Lápiz triangular 2HB con borrador	Unidad	3	1.50	4.50	-	4.50
2.3.1.5.1.2 Pap	Calculadora CASIO FX 9750	Unidad	1	80.00	80.00	-	1.00
2.3.1.5.1.2 Pap	Tajador metalico pequeño	Unidad	1	1.00	1.00	-	3,500.00
Bienes de inversión					3,500.00	-	3,500.00
2.6.3.2.3.1 Equ	Laptop Intel Core i5-10210U Processor (1.60GHz	HH-MM	1	3,500.00	3,500.00	-	970.00
SERVICIOS					970.00	-	180.00
2.3.1.1.1.1 Ali	Alimentos (almuerzos)	Menú	20	9.00	180.00	-	150.00
2.3.2.1.2.1 Pas	Pasajes transporte publico	Pasajes ida/v	10	15.00	150.00	-	100.00
2.3.2.1.2.99 Ot	Servicio de taxi	Servicios	5	20.00	100.00	-	540.00
2.3.2.2.2.3 Ser	Servicio de internet	Mes	6	90.00	540.00	-	5,989.50
TOTAL S/.					6,069.50	-	1,512.50
F: 7/11/2022	Tipo de Cambio= 3.96	SUNAT	TOTAL US\$		1,532.70	0%	99%

Anexo 4

Ficha de validación para parámetros fisicoquímicos

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS					
APLICACIÓN DE TELEDETECCIÓN ESPECTRAL USANDO IMÁGENES LANDSAT 8 PARA EL MONITOREO FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE LA LAGUNA DE CONACHE – 2023					
Línea de Investigación					
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
DATOS GENERALES:					
Facultad de Ingeniería		Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental		Universidad Cesar Vallejo	
Departamento		Provincia		Distrito	
La Libertad		Trujillo		Laredo.	
DATOS DE LA PRUEBA					
Fecha de prueba					
Cantidad de Turbidez (NTU)					
Cantidad de PH					
Cantidad de Clorofila (µmoles / m²)					
Cantidad de Solidos totales (mg/l)					
Grados de Temperatura (C)					
Tiempo de contacto	días (T1)				
Grupo de Prueba	T1	T2	T3	T4	T5
Concentración usada: Xi	<i>Hora de toma de muestra</i>				
Responsables de la prueba		FIRMA		FIRMA	
Verificado por:		Verificado por:		Verificado por:	
					



Anexo 5

Ficha de Validación de Parámetros fisicoquímicos con imágenes landsat

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION					
APLICACIÓN DE TELEDETECCIÓN ESPECTRAL USANDO IMÁGENES LANDSAT 8 PARA EL MONITOREO FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE LA LAGUNA DE CONACHE – 2023					
Línea de Investigación					
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
DATOS GENERALES:					
Facultad de Ingeniería		Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental		Universidad Cesar Vallejo	
Departamento		Provincia		Distrito	
La Libertad		Trujillo		Laredo.	
DATOS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT 8					
Fecha de prueba					
Turbidez (NTU)					
Cantidad de PH					
Cantidad de Clorofila (µmoles / m²)					
Cantidad de Solidos totales (mg/l)					
Grados de Temperatura (C)					
Tiempo de contacto	días (T1)				
Grupo de Prueba	T1	T2	T3	T4	T5
Concentración usada: Xi	<i>Hora de toma de muestra</i>				
Responsables de la prueba		FIRMA		FIRMA	
Verificado por:	Verificado por:		Verificado por:		
					



Anexo 6

Autorización para el desarrollo del proyecto



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Conache, 26 de noviembre de 2022

Señoritas:

RUBY ANALY, ORBEGOZO SOLANO
JULISSA ALEXANDRA BLAS PEREDA

PRESENTE.-

De mi mayor consideración:

Mediante la presente es grato dirigirme a Ustedes a fin de saludarle muy cordialmente a nombre de mi representada y a la vez informarles la **aceptación respectiva para realizar estudios de investigación** para el desarrollo de su proyecto de investigación titulado: "APLICACIÓN DE TELEDETECCION ESPECTRAL USANDO IMÁGENES LANDSAT 8 PARA EL MONITOREO FISICOQUIMICO DEL AGUA DE LA LAGUNA DE CONACHE - 2023".

Esperamos que la culminación de este proyecto se lleve a cabo bajo las condiciones y características estipuladas en los acuerdos firmados por ustedes.

Sin más por el momento, saludos cordiales.

Atentamente.

COMPLEJO ECOTURISTICO
LAGUNA DE CONACHE SAC

Ismael Cruz Meza
GERENTE GENERAL

Anexo 7

Solicitudes de validación de instrumento

Trujillo, 15 de noviembre del 2022

Estimado (a):

Presente:

Me dirijo a usted con la finalidad de solicitar su valiosa colaboración en calidad de JUEZ (a) para validar el contenido del instrumento:

“Cuestionario de opinión del proyecto de investigación titulado aplicación de la teledetección espectral usando Landsat 8 para el monitoreo fisicoquímico del agua de la Laguna de Conache -2023”

Para lo cual se hace entrega formal de la delimitación conceptual y operacional del constructo, formatos de evaluación y el protocolo de aplicación, el cual deberá llenar siguiendo su criterio profesional y teórico, a fin de evaluar la relevancia, coherencia, claridad y contexto de los ítems.

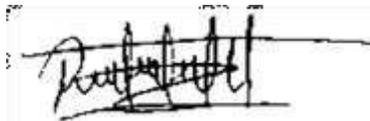
Agradezco de antemano su receptividad y colaboración, su apoyo permitirá utilizar un instrumento con garantía de validez científica en contexto peruano. Quedo de Ud. en espera de su evaluación.

Atentamente:



Julissa Alexandra Blas Pereda

DNI: 73198976



Ruby Analy Orbegoso Solano

DNI:71117313

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: *“Aplicación de la Teledetección espectral usando Landsat 8 para el Monitoreo Físicoquímico del Agua de la Laguna de Conache - 2023”*
- 1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto: Roldan Mora Dilmer Roy
- 1.3. Grado Académico: Ingeniero Civil
- 1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto: Empresa Constructora COVIDA S.R.L Consorcio – Palermo
- 1.5. Cargo que desempeña: Residente de obras
- 1.6. Instrumento motivo de evaluación: Observación directa correlacional
- 1.7. Autor del instrumento: Julissa Alexandra Blas Pereda y Ruby Analy Orbegoso Solano

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE LOS ITEMS

CRITERIO DE CALIFICACIÓN:

CLARIDAD : Los Parámetros físicoquímicos a evaluar tanto en laboratorio y mediante la teledetección están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades.

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	0	3	4

ACTUALIDAD : El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal.

Nada actual	Poco actual	Actual	Totalmente actual
0	0	4	4

ORGANIZACIÓN : Los parámetros físicoquímicos de este instrumento traducen organicidad lógica en concordancia con la definición operacional y conceptual relacionada con las variables en todas dimensiones e indicadores, de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a los problemas y objetivos de la investigación.

Nada organizado	Poco organizado	Organizado	Totalmente organizado
0	0	4	4

COHERENCIA : Los parámetros fisicoquímicos del instrumento expresan coherencia entre la variable, dimensiones e indicadores.

Nada coherente	Poco coherente	Coherente	Totalmente coherente
0	0	3	5

1. OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

Este instrumento se evaluó correctamente, siendo favorable para la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos.

2. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Esperemos que cuando se realice el desarrollo de este proyecto, las estudiantes puedan facilitar su toma de muestras ya efectuadas, y así poder corroborar y/ aplicar en diferentes estudios de investigación.

Trujillo, 22 de Noviembre del 2022



Dilmer Roy Roldan Mora
INGENIERO CIVIL
CIP: 260604


Anexo 8

Evaluación del juez experto para la validación del instrumento

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

1. DATOS GENERALES

1.1. Título de la Investigación: *“Aplicación de la Teledetección espectral usando Landsat 8 para el Monitoreo Físicoquímico del Agua de la Laguna de Conache - 2023”*

1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto: Méndez Murga, David Exón

1.3. Grado Académico: Ingeniero Agrónomo

1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto: Municipalidad Distrital de Usquil

1.5. Cargo que desempeña: Jefe del Área de Defensa Civil

1.6. Instrumento motivo de evaluación: Observación directa correlacional

1.7. Autor del instrumento: Julissa Alexandra Blas Pereda y Ruby Analy Orbegoso Solano

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE LOS ITEMS

CRITERIO DE CALIFICACIÓN:

CLARIDAD: Los Parámetros físicoquímicos a evaluar tanto en laboratorio y mediante la teledetección están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades.

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	0	3	4

ACTUALIDAD: El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal.

Nada actual	Poco actual	Actual	Totalmente actual
0	0	4	4

ORGANIZACIÓN: Los parámetros físicoquímicos de este instrumento traducen organicidad lógica en concordancia con la definición operacional y conceptual relacionada con las variables en todas dimensiones e indicadores, de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a los problemas y objetivos de la investigación.

Nada organizado	Poco organizado	Organizado	Totalmente organizado
0	0	4	4

COHERENCIA: Los parámetros fisicoquímicos del instrumento expresan coherencia entre la variable, dimensiones e indicadores.

Nada coherente	Poco coherente	Coherente	Totalmente coherente
0	0	3	5

1. OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

Este instrumento se evaluó correctamente, siendo favorable para la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos.

2. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Esperemos que cuando se realice el desarrollo de este proyecto, los estudiantes puedan facilitar su toma de muestras ya efectuadas, y así poder corroborar y/ aplicar en diferentes estudios de investigación.

Trujillo, 22 de Noviembre del 2022



DAVID EXÓN
MÉNDEZ MURGA
Ingeniero Agrónomo
CIP N° 252865

Méndez Murga, David Exón

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: *“Aplicación de la Teledetección espectral usando Landsat 8 para el Monitoreo Físicoquímico del Agua de la Laguna de Conache - 2023”*
- 1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto: Misael Villacorta Gonzales
- 1.3. Grado Académico: Ingeniero Químico
- 1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto: Universidad Cesar Vallejo
- 1.5. Cargo que desempeña: Docente
- 1.6. Instrumento motivo de evaluación: Observación directa correlacional
- 1.7. Autor del instrumento: Julissa Alexandra Blas Pereda y Ruby Analy Orbegoso Solano

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE LOS ITEMS

CRITERIO DE CALIFICACIÓN:

CLARIDAD: Los Parámetros físicoquímicos a evaluar tanto en laboratorio y mediante la teledetección están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades.

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	0	3	4

ACTUALIDAD: El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico y legal.

Nada actual	Poco actual	Actual	Totalmente actual
0	0	4	4

ORGANIZACIÓN: Los parámetros físicoquímicos de este instrumento traducen organicidad lógica en concordancia con la definición operacional y conceptual relacionada con las variables en todas dimensiones e indicadores, de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a los problemas y objetivos de la investigación.

Nada organizado	Poco organizado	Organizado	Totalmente organizado
0	0	4	4

COHERENCIA: Los parámetros fisicoquímicos del instrumento expresan coherencia entre la variable, dimensiones e indicadores.

Nada coherente	Poco coherente	Coherente	Totalmente coherente
0	0	3	5

1. OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

Este instrumento se evaluó correctamente, siendo favorable para la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos.

2. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Esperemos que cuando se realice el desarrollo de este proyecto, las estudiantes puedan facilitar su toma de muestras ya efectuadas, y así poder corroborar y/ aplicar en diferentes estudios de investigación.

Trujillo, 22 de Noviembre del 2022



Mg. Misael Ydilbrando Villacorta Gonzales
CIP 34478

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta Gonzales

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



INFORME DE ANÁLISIS F.Q.A. PERÚ S.A.C.

SOLICITANTE	: RUBY ANALY ORBEGOSO SOLANO
	JULISSA BLAS PEREDA
MUESTRA	: AGUA
PROCEDENCIA	: LAGUNA DE CONACHE
FECHA DE INGRESO	: 22 DE ABRIL DE 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

COORDENADAS S 08°07'36.66" W 78°57'12.76"

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	24.8
PH	-	5.45
TURBIDEZ	NTU	8.48
SOLIDOS TOTALES	mg/L	584
CLOROFILA A	mg/L	13.5

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de Clorofila.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

COORDENADAS S 08°07'37.07" W 78°57'13.43"

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	24.8
PH	-	6.35
TURBIDEZ	NTU	8.10
SOLIDOS TOTALES	mg/L	587
CLOROFILA A	mg/L	14.2

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de Clorofila.



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

COORDENADAS S 08°07'37.91" W 78°57'13.91"

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	24.8
PH	-	6.85
TURBIDEZ	NTU	8.76
SOLIDOS TOTALES	mg/L	625
CLOROFILA A	mg/L	15.4

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de Clorofila.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

COORDENADAS S 08°07'37.76" W 78°57'11.61"

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	24.8
PH	-	5.75
TURBIDEZ	NTU	8.35
SOLIDOS TOTALES	mg/L	574
CLOROFILA A	mg/L	14.2

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de Clorofila.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

COORDENADAS S 08°07'38.80" W 78°57'11.78"

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	24.8
PH	-	5.35
TURBIDEZ	NTU	8.25
SOLIDOS TOTALES	mg/L	515
CLOROFILA A	mg/L	13.5

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de Clorofila.



LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



**INFORME DE ANÁLISIS
F.Q.A. PERÚ S.A.C.**

SOLICITANTE	: RUBY ANALY ORBEGOSO SOLANO
	JULISSA BLAS PEREDA
MUESTRA	: AGUA
PROCEDENCIA	: LAGUNA DE CONACHE
FECHA DE INGRESO	: 16 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°7'42.65 – W 78°57'17.57

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.53
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	597
CLOROFILA A	mg/L	13.3

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°7'44.14 – W 78°57'12.31

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.71
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	565
CLOROFILA A	mg/L	14.7

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: COORDENADAS S 08°07'37.91 – W 78°57'13.91

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.88
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	506
CLOROFILA A	mg/L	12.7

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: COORDENADAS S 08°07'37.76 – W 78°57'11.61

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.93
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	591
CLOROFILA A	mg/L	13.8

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: COORDENADAS S 08°07'39.66 – W 78°57'15.03

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.83
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	550
CLOROFILA A	mg/L	12.7

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

TRUJILLO, 20 DE MAYO 2023



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

**INFORME DE ANÁLISIS
F.Q.A. PERÚ S.A.C.**

SOLICITANTE	: RUBY ANALY ORBEGOSO SOLANO
	JULISSA BLAS PEREDA
MUESTRA	: AGUA
PROCEDENCIA	: LAGUNA DE CONACHE
FECHA DE INGRESO	: 16 DE JUNIO DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°7'42.65 – W 78°57'16.65

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.78
TURBIDEZ	NTU	14
SOLIDOS TOTALES	mg/L	615
CLOROFILA A	mg/L	13.6

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°7'44.18 – W 78°57'12.31

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.75
TURBIDEZ	NTU	8
SOLIDOS TOTALES	mg/L	620
CLOROFILA A	mg/L	13.7

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

Carlos Alberto...
CARLOS ALBERTO...
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122588

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°07'37.90 – W 78°57'13.25

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.72
TURBIDEZ	NTU	8
SOLIDOS TOTALES	mg/L	612
CLOROFILA A	mg/L	14.2

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°07'37.76 – W 78°57'11.61

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.75
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	614
CLOROFILA A	mg/L	14.3

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:
COORDENADAS S 08°07'39.63 – W 78°57'14.39

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
TEMPERATURA	°C	23.2
pH	-	6.65
TURBIDEZ	NTU	6
SOLIDOS TOTALES	mg/L	611
CLOROFILA A	mg/L	14.4

El método utilizado es el método de fluorometría de Welschmeyer para determinación de clorofila

TRUJILLO, 21 DE JUNIO 2023

INGENIERO QUÍMICO
CIP 122533



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



Autorización de la organización para publicar su identidad en los resultados de las investigaciones

Datos Generales

Nombre de la Organización:	RUC: 20482647198
Complejo ecoturístico Laguna de Conache	
Nombre del Titular o Representante legal:	
<i>Ismael Cruz Macaya</i>	DNI: 181978559

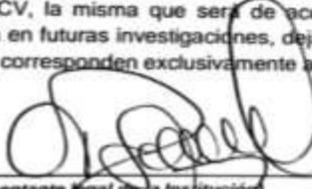
Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 8º, literal "c" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (RCU Nro. 0470-2022/UCV) (*), autorizo [] no autorizo [] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
Aplicación de la Teledetección Espectral usando Landsat 8 para el monitoreo fisicoquímico del agua de la Laguna de Conache - 2023	
Nombre del Programa Académico: Ingeniería Ambiental	
Autor: Julissa Alexandra Blas Pereda	DNI: 73198976
Autor: Ruby Analy Orbegoso Solano	DNI: 71117313

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Trujillo, 30 de junio de 2023

Firma: 
(Titular o Representante legal de la Institución)

(* Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo artículo 8º literal "c" Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario inspeccionar bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en las tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, ni en el cuerpo de la tesis ni en los anexos, pero sí será necesario describir sus características.

Anexo 14 Instrumento Recolección de Datos

Anexo IV. Registro de identificación del punto de monitoreo

Nombre del cuerpo de agua
Clasificación del cuerpo de agua

Código y Nombre de la cuenca o del cuerpo marino o costero - código

--

Identificación Del Punto:

Código del punto de monitoreo

--

Descripción:
(Origen / Ubicación)

--

Accesibilidad:

--

Representatividad:

--

Finalidad del monitoreo:

--

Reconocimiento del entorno:

--

Ubicación

Distrito

Provincia

Departamento

--	--	--

Localidad:

--

Coordenadas
(WGS 84)

Sistema de coordenadas

Proyección UTM

Geográficas

Norte/Latitud
Este/Longitud

Zona
Altitud

17,18,19; para UTM solamente
(metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo(referencia)

--

Fotografía: tomada a un mínimo de 20 mts del punto de monitoreo

--

