



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Variabilidad Espacial y Temporal de la Calidad del Agua en Relación a  
las Actividades Antrópicas en Pantanos de Villa – 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Lazo Urbano, Alissa Karin (ORCID: 0000-0001-8746-7313)

**ASESOR:**

Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco (ORCID: 0000-0002-5821-5886)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo es dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y la fortaleza de resistir y continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados (el título profesional).

Asimismo, agradezco a nuestros padres, por los años de apoyo incondicional en la carrera de ingeniería ambiental.

Por último, a los profesores que confiaron en mi persona y en la investigación, brindándome ánimos para continuar y no rendirme, enseñándome que la perseverancia es el camino al éxito, pese a los obstáculos.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme seguir con mis metas y gozar de buena salud. Del mismo modo, se busca resaltar la importancia del manejo de la información brindada gracias a la Universidad Cesar Vallejo, el cual se encarga de reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso. Por consiguiente, se logra destacar el soporte académico de parte de los siguientes docentes: Dr. Cabrera Carranza Carlos Francisco, el Mgtr. Susanibar Zevallos Jorge Luis, el Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio, el Mgtr. Quintana Paetan Sigfredo Alexander, el Mgtr. Ordoñez Sánchez Luis Alberto, la Mgtr. Aliaga Martínez María Paulina y amigos, los principales motivadores durante el proceso del desarrollo del proyecto de investigación con el fin de buscar soluciones a los problemas medioambientales.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos .....	24
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	25
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	72
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	76
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	77
<b>REFERENCIAS</b> .....	78
<b>ANEXOS</b> .....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de validación de los instrumentos .....	15
Tabla 2. Las 13 bandas de Sentinel 2 .....	20
Tabla 3. Bandas seleccionadas para los modelos matemáticos. ....	21
Tabla 4. Bandas seleccionadas para evaluar los índices espectrales.....	22
Tabla 5. Promedio mensual del NDVI en las 3 lagunas en PV, 2019.....	29
Tabla 6. Promedio mensual del NDBI en las 3 lagunas en PV, 2019.....	34
Tabla 7. Promedio mensual del NDBI en PV, 2019.....	36
Tabla 8. Cobertura / uso del suelo de PV, 2019.....	38
Tabla 9. INRA según categorías y valores de antropización en PV, 2019. ....	39
Tabla 10. Promedio mensual del BSI en PV, 2019. ....	45
Tabla 11. Promedio mensual del NDWI en las 3 lagunas en PV, 2019.....	50
Tabla 12. Promedio mensual del pH en las 3 lagunas en PV, 2019.....	55
Tabla 13. Promedio mensual de turbidez en las 3 lagunas en PV, 2019. ....	60
Tabla 14. Promedio mensual la clorofila A en las lagunas en PV, 2019. ....	65
Tabla 15. Promedio mensual del OD en las 3 lagunas en PV, 2019.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo .....	18
Figura 2. Técnica cuantitativa.....	19
Figura 3. Resultados mensuales del NDVI: V – P, 2019. ....	26
Figura 4. Datos mensuales de NDVI de 3 lagunas en PV, 2019. ....	27
Figura 5. Variabilidad del NDVI de 3 lagunas en PV, 2019. ....	29
Figura 6. Resultados mensuales del NDBI: V - P, 2019. ....	31
Figura 7. Datos mensuales de NDBI DE 3 lagunas en PV, 2019. ....	33
Figura 8. Variabilidad del NDBI de 3 lagunas en PV, 2019. ....	34
Figura 9. Datos mensuales de NDBI en PV, 2019. ....	35
Figura 10. Variabilidad del NDBI en PV, 2019. ....	36
Figura 11. Distribución de las (UA) del INRA en PV, 2019. ....	37
Figura 12. Valores de INRA por cada UA en PV, 2019. ....	40
Figura 13. Porcentaje de antropización por cada categoría en PV, 2019. ....	41
Figura 14. Resultados mensuales del BSI: V - P, 2019. ....	43
Figura 15. Datos mensuales de BSI de 3 lagunas en PV, 2019. ....	44
Figura 16. Valores de BSI de las 3 lagunas en PV, 2019. ....	45
Figura 17. Resultados mensuales del NDWI: V – P, 2019. ....	47
Figura 18. Datos mensuales de NDWI de 3 lagunas en PV, 2019 .....	49
Figura 19. Variabilidad del NDWI de las 3 lagunas, 2019. ....	50
Figura 20. Resultados mensuales del pH: V – P, 2019. ....	52
Figura 21. Datos mensuales de pH de las 3 lagunas en PV, 2019. ....	54
Figura 22. Variabilidad del pH de las 3 lagunas, 2019. ....	55
Figura 23. Resultado mensual de TURBIDEZ: V – P, 2019. ....	57
Figura 24. Datos mensuales de turbidez de 3 lagunas en PV, 2019. ....	59
Figura 25. Variabilidad de la turbidez de 3 lagunas en PV, 2019. ....	60
Figura 26. Resultados mensuales de la Cl-a: V - P, 2019. ....	62
Figura 27. Datos mensuales de la clorofila A de 3 lagunas en PV, 2019. ....	64
Figura 28. Variabilidad de la clorofila A de 3 lagunas en PV, 2019. ....	65
Figura 29. Resultados mensuales de OD: V - P, 2019. ....	67
Figura 30. Datos mensuales de OD de 3 lagunas en PV, 2019. ....	69
Figura 31. Variabilidad del OD de 3 lagunas en PV, 2019. ....	70

## Resumen

Las actividades antrópicas son generadas por la intervención humana, ya que modifica la naturaleza y dan origen al " sistema antrópico" (desarrollo urbanístico, crecimiento demográfico, industrial, tecnológico y cultural) que influyen en la calidad de los recursos naturales como: el agua, suelo, aire, etc.; asimismo afecta el equilibrio entre el hombre y la naturaleza. De ahí que, la investigación va evaluó la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019, con la metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel descriptivo, diseño no experimental; transversal descriptivo, además se consideró la obtención y adquisición de imágenes satelitales sometidas a correcciones geométricas y algoritmos; todo ello con el uso de software SNAP y ENVI. Asimismo, los resultados obtenidos por medio del cálculo del INRA estimó la antropización influyente en la calidad de los cuerpos de agua (lagunas: delicias, mayor y maravilla), reflejados en las unidades de análisis. Finalmente, se concluye que, para evaluar la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019 fue mediante el NDWI, los parámetros: físico, biológicos y la estimación de la categoría E = Zona urbana muy densa (actividad industrial, turismo y transporte) del INRA que se obtuvo el 29% de actividad antrópica en la RVSPV.

**Palabras clave:** actividad antrópica, calidad del agua, imágenes satelitales, variabilidad espacial y temporal.

## **Abstract**

Anthropic activities are generated by human intervention, since they modify nature and give rise to the "anthropic system" (urban development, population growth, industrial, technological and cultural) that influence the quality of natural resources such as: water, soil, air, etc.; also affects the balance between man and nature. That is why, the research evaluated the spatial and temporal variability of water quality in relation to anthropic activities in Pantanos de Villa - 2019, with the methodology of quantitative approach, applied type, descriptive level, non-experimental design; transversal descriptive, besides it was considered the obtaining and acquisition of satellite images submitted to geometric corrections and algorithms; all of it with the use of SNAP and ENVI software. Likewise, the results obtained by means of INRA's calculation estimated the anthropization that influences the quality of water bodies (lagoons: delights, major and maravilla), reflected in the analysis units. Finally, it is concluded that, in order to evaluate the spatial and temporal variability of water quality in relation to anthropic activities in Pantanos de Villa - 2019, it was through the NDWI, the parameters: physical, biological and the estimation of the category E = very dense urban zone (industrial activity, tourism and transport) of the INRA that 29% of anthropic activity in the RVSPV was obtained.

Keywords: anthropic activity, water quality, satellite images, spatial and temporal variability.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los humedales fueron considerados como ecosistemas productivos y beneficiosos (Abalansa et al., 2020; Aponte, 2017) debido a su alta biodiversidad y regulación de escorrentías superficiales; además, se consideró importante en la reducción del riesgo de inundaciones y en la purificación de las aguas entrantes; sin embargo, fueron amenazados por el incremento de las actividades económicas y el desarrollo urbano; por ello, fueron considerados sensibles a los cambios que afectaron las aguas superficiales o subterráneas en sus alrededores (Blanco, 2020). Además, el cambio global y la intensa presión antrópica, destruyeron más de la mitad de los humedales mundiales (Hong et al., 2020); del mismo modo, la expansión continua de la industrialización y la urbanización proveniente de la actividad antrópica, incluido el transporte, la construcción, la fabricación, etc., que afectaron al medioambiente a nivel global y que generó una mayor producción de residuos peligrosos, contaminación del aire, suelo, agua, problemas a la salud pública y desequilibrio ambiental (Cai et al., 2019, 19 pp); así mismo, las principales actividades antrópicas con impactos ambientales implícitos (generación de residuos, emisiones de gases, etc.) consistieron en diversas actividades como: turísticas, deportivas, recreativas e investigación (Mare et al., 2020).

Por otro lado, Longyang (2018) y Dippong et al. (2018) sostuvieron que, los recursos hídricos presentaron una gran importancia debido a su valor social, cultural y ambiental, ya que proporcionaron beneficios económicos a la sociedad. Por ello, el agua fue considerado el soporte clave para la biodiversidad: asimismo, el Department of the Environment (2016) mencionó, la importancia de los humedales en Australia para restablecer las características del agua suministrada en los ambientes de aguas subterráneas [...] ya que, se consideraron saludables para eliminar, sólidos en suspensión, bacterias y agentes patógenos; además, controla el agua de lluvia y los efluentes urbanos antes de su retorno al medio ambiente. Del mismo modo, Taleba, Tahraouib y Kerfoufc (2015) manifestaron crecimiento poblacional en la ciudad costera de Stidia y la generación de grandes descargas de aguas residuales originados por las zonas urbanas e industriales, sin previo tratamiento inicial [...] de ahí que, las aguas residuales de esta ciudad

fluyeron hacia las lagunas costeras cercanas a las tierras de cultivo, siendo la principal fuente de riego agrícola; por ello, evaluaron la calidad física y química de las aguas residuales, tomando referencia el muestreo del mes de febrero y agosto en el 2013, con los datos que se obtuvo de las principales descargas que llegaron a las lagunas.

Ciertamente, el Perú se consideró poseedor de casi 8 millones de hectáreas en humedales, que confirmaron lugares muy hermosos y protegidos por el “SINANPE”, actualmente conocido como el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado “Sernanp” (Wust, s.f); no obstante, el territorio de Lima presentó importantes humedales costeros, como: la Reserva Regional Albufera de Medio Mundo, Carquin, el Paraíso, la zona de Reserva Ecológica Intangible “humedal Santa Rosa” y Puerto Viejo (Huamán et al, 2017).

Por otro lado, los humedales de Santa Rosa (El Cascajo) demostraron una alta contaminación causada por las actividades humanas con escasa protección en el entorno natural desde hace más de dos décadas; además, SERNANP (2016) mencionó, el efecto de los últimos 60 años de expansión urbana en los humedales de Pantanos de Villa causó reducción de hábitats, pérdida de la comunidad vegetal y biológica, debido a la presión antrópica. Dicho lugar, contaron con lagunas ligeramente salubres [...] estas fueron parte del sistema hidrológico del afluyente de Ate-Surco-Chorrillos, ya que proporcionó la filtración del agua en la parte baja del valle (SERNANP, s.f).

Posteriormente, Pahlevan et al (2019); Tylera et al. (2019); Page, Kumar, and Mishra, D (2018) y Haji, Melesse, and Reddi (2016) consideraron el desarrollo de la teledetección porque brinda herramientas para el monitoreo de la calidad del agua [...] Ansper y Aliskas (2019); Pahlevan et al. (2019); Soria et al. (2019); Page, Kumar y Mishra (2018) también Toming et al (2016) mediante el satélite Sentinel-2 (S2) de la Agencia Espacial Europea (ESA), se obtuvo representaciones de mejor calidad radiométrica, resolución espacial y temporal en beneficio de los estudios para cuerpos de agua. Por ello, varios estudios fueron realizados, logrando estimar la calidad del agua con el satélite (S2) con el fin de implementar y validar algoritmos en la evaluación de la calidad del agua.

Para la realización del proyecto de investigación se formuló el siguiente problema general: ¿Cuál es Evaluar la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa – 2019?, los siguientes problemas específicos: ¿Qué índices espectrales y estadísticos guardan relación con las actividades antrópicas, que puedan influir en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa - 2019?, ¿Qué índices espectrales y estadísticos, permiten conocer la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua, en relación con las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019? y ¿Cuáles son los parámetros físicos y biológicos de la calidad del agua que influyen en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa -2019?

En cuanto a la justificación se detalló lo siguiente: en el aspecto social; la calidad del agua de Pantanos de Villa se consideró importante para el crecimiento y/o expansión de los humedales indispensables por sus innumerables beneficios o "servicios ecosistémicos" que se deben conservar y/o preservar, ya que brindan a la humanidad suministro de agua dulce hasta control de crecidas, además retrasa el inicio de las sequías, recarga de aguas subterráneas para mejorar la salud y calidad de vida de las personas. Por otro lado, en el aspecto económico; la calidad del agua de Pantanos de Villa ayudó a que los humedales proporcionen productos y medios de vida sostenible tales como: plantas medicinales, acuicultura para su sustento, materia prima (junco, etc.) para elaborar tejidos y forraje para los animales. De esta manera, se buscó generar empleo y una economía verde sostenible. Por último, en el aspecto ambiental; la calidad del agua de Pantanos de Villa resultó ser importante para el desarrollo sostenible de los humedales que en buenas condiciones amortiguan la naturaleza (inundaciones, reducción de la erosión a causa de las olas, absorben y/o almacena el exceso de precipitaciones, reduce la erosión eólica (viento), minimiza uno de los principales gases de efecto invernadero el CO<sub>2</sub>), también considerados como: filtradores naturales de agua para preservar la biodiversidad de especies. De esta manera, se logró identificar que opciones de gestión mitigaron los efectos del cambio climático.

Por consiguiente, se propuso el objetivo general: evaluar la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas

en Pantanos de Villa – 2019. Asimismo, los objetivos específicos: analizar los índices espectrales y estadísticos que guardan relación con las actividades antrópicas y que puedan influir en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa - 2019. Determinar los índices espectrales y estadísticos, que permitió conocer la variabilidad espacial y el temporal de la calidad del agua, en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019. Identificar los parámetros físicos y biológicos de la calidad del agua que influyen en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa - 2019.

De tal manera, se planteó la siguiente hipótesis general: la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua estarán relacionadas con la incidencia de las actividades antrópicas que se lograrán interpretar con los índices espectrales de las imágenes satelitales en Pantanos de Villa - 2019; por último, se mencionarán las siguientes hipótesis específicas: los índices espectrales y estadísticos guardan relación con las actividades antrópicas, e influyen en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa -2019 , los índices espectrales y estadísticos permiten conocer la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua, en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019 y los parámetros físicos y biológicos que influyen en la calidad del agua en Pantanos de Villa son: pH, turbidez, clorofila A y oxígeno disuelto OD.



## II. MARCO TEÓRICO

El contenido informativo de otros autores guardó relación con las variables desarrolladas. Según Wang et al. (2018); Kurunc et al. (2016) y Jacek et al. (2015) demostraron la presencia de nutrientes en los ecosistemas acuáticos dependieron en gran medida del uso del suelo y sus características, la intensidad agrícola y la descarga de aguas residuales.

Por otro lado, Allafta (2020), examinó la repartición espacial de metales en los sedimentos del área Shatt Al-Arab donde los análisis revelaron los elevados niveles de contaminación en el río que guardaban relación con los valores históricos y los estándares internacionales, donde los análisis estadísticos demostraron que la varianza total acumulativa representaba el 74%. Por ello, los análisis de los componentes principales entre el análisis factorial señalaron que gran parte de los metales examinados fueron originados por las actividades antropogénicas (residenciales, agrícolas e industriales). En conclusión, el estudio abarcó una gran variedad de las principales limitaciones respecto al conocimiento actual sobre los análisis de la contaminación del río (número limitado de contaminantes y muestras registradas actualmente) para poner en marcha estrategias de gestión que sean capaces de controlar la contaminación del río.

Del mismo modo Suleiman (2017), durante 3 décadas (1985-2015) empleó técnicas de teledetección demostrando los análisis espacio-temporal, donde que los bosques densos, moderados y los bosques más abiertos presentaron una reducción de la tasa promedio anual de 3,1 a 0,4 % y los bosques abiertos se ampliaron las hectáreas de 21,127 en 1985 a 53,392 en 2015, también se encontraron los principales impulsores de la degradación en los recursos forestales de la zona de estudio como; la recaudación exorbitante de leña, el pastoreo desmesurado, el crecimiento agrícola y los incendios forestales. Finalmente se concluyó que las estrategias que se aplicaron para proteger la Reserva de Casa de Falgore no lograron tener éxito debido a la presencia de la deforestación. Por esta razón, las ONG deberían tener como prioridad una estrategia que conserve en óptimas condiciones los recursos forestales y así garantizar el bienestar socioeconómico y la preservación sostenible de la diversidad biológica de la zona.

Asimismo, Vidal (2017), en el periodo 2007- 2017 distrito de Vegueta, Provincia de Huaura, demostró reducción en la vegetación con el pasar de los años, ya que la población al incrementarse a su vez se dio la construcción de las viviendas alrededor del ACRAMM y como consecuencia se apreció la perturbación del hábitat de la fauna, debido al alto nivel de ruido, de residuos sólidos, etc.

Por ende, Gisadminbeers (2016) demostró que el NDVI conocido como índice de vegetación diferencial normalizado, respondió a la combinación de bandas 8 y 4, para examinar las cubiertas vegetales, donde su fundamento radicó en el análisis de los valores de reflectancia de longitudes de onda en diferentes secciones del espectro electromagnético. De esta manera, el resultado ayudó a identificar de manera rápida la distribución y la vegetación en imágenes aéreas. Se obtiene como:  $NDVI = (Banda\ infrarroja\ cercana - Banda\ roja) / (Banda\ infrarroja\ cercana + Banda\ roja)$

Mientras que Gisadminbeers (2018) señala que el NDBI conocido como Índice de Diferencia Normalizada Edificada permitió llevar a cabo la estimación de zonas con superficies edificadas o en desarrollo de construcción frente a las habituales zonas naturalizadas con vegetación o desnudas. El índice NDBI se consideró como una vía de análisis territorial en estudios urbanísticos, infraestructuras y la comparación de la evolución de las urbes en el tiempo, su intervalo de valores resultantes oscila entre -1 y 1 (la tendencia negativa indicó presencia de zonas con vegetación los valores intermedios determinó zonas desnudas, cultivos en crecimiento o zonas o en fase de construcción, ya que los valores positivos indicó zonas territoriales con coberturas de suelo edificadas o infraestructuras antrópicas, obteniendo como fórmula el  $NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR)$ .

El Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA) fue considerado para la estimación tanto en los aspectos urbanísticos, como otro tipo de coberturas y usos del suelo identificables en una unidad del paisaje, lo que permitió entender la antropización de manera cuantitativa y cualitativa como un mosaico o un gradiente de ecosistemas con diferentes grados de modificación antropogénica (Martínez, 2010).

El Índice de Suelo Desnudo (BSI) fue considerado un indicador numérico que mezcla bandas espectrales azules, rojas, infrarrojas cercanas e infrarrojas de onda corta para captar variaciones del suelo. Estas bandas espectrales se emplearon de manera normalizada, ya que las bandas de infrarrojos de onda corta y las bandas espectrales rojas fueron utilizadas para cuantificar la composición mineral del suelo, mientras que las bandas azules y las bandas espectrales de infrarrojos cercanos identificaron la presencia de vegetación. Por ello, la fórmula es el siguiente fue  $BSI = ((Red+SWIR) - (NIR+Blue)) / ((Red+SWIR) + (NIR+Blue))$  y para Sentinel 2 es;  $BSI (Sentinel 2) = (B11 + B4) - (B8 + B2) / (B11 + B4) + (B8 + B2)$ . (GEO university, 2019)

A través del cálculo del Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI) se identificó las masas de agua y zonas con alta saturación de humedad con el análisis de imágenes satélites. De esta forma, se empleó el índice para determinar el estrés hídrico en vegetación, saturación de humedad en suelo, delimitaciones directas de masas de agua como lagos y embalses (Gisadminbeers, 2016).

La teledetección es la ciencia para obtener información de objetos o áreas distantes, generalmente de aviones o satélites (NOAA, 2020). Consiste en obtener información a larga distancia. La NASA observa y registra la energía reflejada o emitida a través de sensores remotos en satélites y/o aviones, para ver la tierra y otros cuerpos planetarios. Los sensores remotos proporcionan una visión global y una variedad de datos sobre el sistema de la Tierra, para tomar decisiones basadas en datos del estado actual y futuro del planeta (Earthdata Powered by EOSDIS, 2020).

Sin embargo, Haji, Melesse y Reddi (2016) argumentan que la tecnología de teledetección es una técnica adecuada para estudiar las variaciones espaciales y temporales de las variables de calidad del agua, ya que estima parámetros cualitativos de cuerpos de agua [...] y la cantidad de radiación de diferentes longitudes de onda reflejadas desde la superficie del agua. Por otro lado, los sensores de observación [...] son necesarios para comprender las propiedades que se eligen según el estudio. De modo que, varios satélites de teledetección y sistemas en el aire (sensores espaciales) serán comúnmente utilizados en las evaluaciones de calidad del agua, junto con sus propiedades espectrales, incluida

la resolución espacial, las bandas espectrales y el intervalo de revisión, permitiendo tener una visión espacial y temporal de los parámetros de calidad del agua superficial para monitorear de manera más efectiva y eficiente las masas de agua y cuantificar los problemas característicos del agua, que incluyen once parámetros: clorofila- a (chl- a), materia orgánica disuelta coloreada (CDOM), profundidad del disco Secchi (SDD), turbidez, sedimentos suspendidos totales (TSS), temperatura del agua (WT), fósforo total (TP), salinidad de la superficie del mar (SSS), oxígeno disuelto (DO) , demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO). Sin embargo, existen varias restricciones importantes que requieren consideraciones precisas antes de realizar esta técnica. Los modelos desarrollados a partir de datos de teledetección requieren una calibración y validación adecuadas mediante mediciones in situ, y solo se pueden usar en ausencia de nubes. Además, la precisión de los parámetros de calidad del agua extraída puede ser discutible para algunas situaciones.

Según Wang et al. (2014) y Jiang et al. (2014) consideraron la calidad del agua como expresión general de la concentración de sustancias inorgánicas y orgánica; por ende, la degradación afectaba seriamente la función del ecosistema del humedal.

Por lo tanto, Abidi, Ben y Gueddari (2018) señalan los resultados que indican la distribución espacial de temperatura, salinidad y pH está bajo el control de la circulación del agua en la laguna sur de Túnez demuestran un ligero aumento de este a oeste, ya que el agua de la laguna muestra un alto nivel de nutrientes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  y orto-P) en comparación con el agua entrante del mar. Esto se debe esencialmente a fuentes naturales (nitrificación, liberación de sedimentos y producción primaria) y antropogénicas (aguas residuales y escorrentía), basado en el contenido de nutrientes, OD y clorofila a.

Mientras que, Delegido et al. (2014) consideró que la concentración de clorofila-a forma parte de los principales indicadores de la calidad del agua continental, utilizando imágenes CHRIS / PROBA de cuatro lagos en Colombia y España, obtuvieron un modelo empírico para estimar la concentración de clorofila a, que puede aplicarse a los sensores MSI Sentinel-2 y OLCI Sentinel-3 Imágenes de futuro, ya que el modelo basado en el índice de banda espectral se ha verificado

utilizando datos del sensor hiper espectral HICO de la Estación Espacial Internacional. Para la Clorofila se descargó imágenes S2 para la toma de datos de campo, nivel L1C del servidor de la ESA (Open Access Hub), es así que se analizó los índices R490/R560, R490/R705 y R560/R705; ello demostró los mejores índices para la estimación de SD a partir de imágenes simuladas de S2 según Pereira et al. (2019). Además, se calculó los índices R665/R490 y R490/R665, cocientes entre el azul y el rojo que han sido muy utilizados por diferentes autores para la estimación de SD. También se buscó correlacionar de forma directa entre la reflectividad de determinadas bandas y SD, que fue un método muy utilizado por otros autores, ya que seleccionó la banda del rojo R665, dos de Red Edge R705 y R740.

Por consiguiente, Delegido et al. (2019) mencionó el cálculo del índice espectral después de calcular los cinco índices, para cada una de las tres correcciones atmosféricas, representa gráficamente los valores SD medidos in situ para cada uno de estos índices y las tres bandas, y calcula la suma lineal de coeficientes. El valor determinado ( $R^2$ ) y el error cuadrático medio (RMSE) de cada ajuste de la función potencial.

Además, Quiroz (2019) señaló que para la formulación de modelos matemáticos-i en esta sección se presenta los modelos matemáticos, generados para algunos de los parámetros físico-químicos determinados en la primera campaña de muestreo con los resultados de 26 puntos de muestreo (desde el punto 1 al 26) dado que los puntos 27 y 28 no se encontraban dentro del espejo de agua de la laguna principal del ACRAMM. Asimismo, la imagen satelital utilizada fue Sentinel-2 adquirida el 15 de diciembre de 2018.

Al relacionar las reflectancias de las bandas de la imagen Sentinel-2, con las concentraciones de OD a 0 cm (mg. L<sup>-1</sup>) se determinó que la banda 4 presentaba mayor relación ( $r^2 = 0.576$ ), seguidamente de la 3 ( $r^2 = 0.559$ ) y 2 ( $r^2 = 0.515$ ) (Tabla 19): se realizó un ajuste al modelo obteniendo las reflectancias de la banda 4. Este consistió en convertir las reflectancias en logaritmo natural al igual que las concentraciones del OD a 0 cm, logrando un  $r^2 = 0.592$  con 0.1057 de error de estimación. Asimismo, se realizó un análisis exploratorio con modelos de regresión lineal múltiple pero no logró resultados consistentes. La relación entre el logaritmo

natural de las bandas 3, 6 y 7 con el logaritmo de OD a 0 cm resultó el mayor ( $r^2 = 0.620$ ): los coeficientes de las bandas 6 y 7 no fueron significativas. Por esta razón, Quiroz, (2019) formuló el modelo con el Ln (B4) para el potencial de hidrógeno (pH) en el análisis exploratorio, relacionando las reflectancias de las bandas con los valores del pH a 0 cm, ya que ello determinó la mayor relación con la banda 6, en cambio, al relacionar con los valores del pH a 30 cm, se determinó que la banda 8 presentaba mayor relación ( $r^2 = 0.604$ ). Del mismo modo, las reflectancias de esta banda, presentó mayor relación ( $r^2 = 0.619$ ) con los valores del pH a 60 cm, de profundidad de muestreo: la constante del modelo no fue significativo. Por esta razón, el ajuste del  $r^2$  solo realizó para pH a 30 cm mediante la conversión de las variables en logaritmo natural y modelos de regresión lineal múltiple.

Según SERNANP (2018) indicó que Los Pantanos de Villa (RVSPV) fue considerado santuario de vida silvestre ubicado en el centro de Lima, distrito de Chorrillos. Este oasis natural es el hogar de muchas especies de plantas y animales. Expansión de 263.27 hectáreas; además, se considera un humedal de importancia internacional, Ramsar, un espacio protegido con varias atracciones turísticas, que incluye alrededor de 210 especies de aves en 5 especies de aguas, 13 especies de peces, 5 especies de anfibios y reptiles, etc. Por lo tanto, el objetivo principal de RVS fue proteger muestras representativas de pantanos subtropicales del desierto del Pacífico, incluidas muestras de plantas representativas de pantanos costeros, así como también aves migratorias y residentes que representan una cierta amenaza. Además, el sitio Ramsar tuvo como objetivo proporcionar condiciones logísticas para facilitar la investigación de la biodiversidad y mantener el paisaje para fomentar las actividades de educación y turismo. Por otro lado, esta área protegida por el estado también trato de proteger el hermoso paisaje y las aguas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo y de tipo aplicado. De acuerdo al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), una investigación aplicada está orientada a establecer por medio del conocimiento científico, la vía (metodológica, tecnológica y/o protocolos) por la cual cubre una carencia identificada y específica (2020). Por su parte, Thomas y David (2017) definieron una investigación aplicada como el proceso de cuantificar de forma adecuada el conocimiento adquirido de la ciencia básica para solucionar algún problema.

El análisis que se realizó en esta investigación se basa en los planteamientos teóricos e investigaciones científicas que respalden los conceptos de las variables y la aplicación de software llevados a un análisis espacial y temporal partiendo de los conocimientos ambientales respecto a la calidad del agua.

Asimismo, el diseño de la investigación fue no experimental. De acuerdo con la Asociación Americana de Consejería (2015) mencionó que los diseños no experimentales podrían ser cualitativos o cuantitativos, dependiendo de los objetivos del investigador. A su vez, Hong et al. (2018) sostiene que la investigación de diseño no experimental suele ser transversal descriptiva y correlacional, lo que significa que el investigador describió una relación entre dos o más variables de cómo está la situación o fenómeno de un determinado lugar sin ninguna interferencia, esto significa que no se manipuló de ninguna variable.

La investigación se realizó aplicando cuatro fórmulas algorítmicas de solución de modelos matemáticos que contienen la combinación de bandas espectrales para obtener las variables físicas y biológicas de la calidad del agua: pH, Turbidez, clorofila A, Oxígeno disuelto (OD), ya verificados por estudios científicos de los siguientes autores: Quiroz (2019) realizó estimación del pH mediante la fórmula algorítmica ( $pH = 0.798 \times \ln(B12) - 7.979 \times \ln(B8) - 8.235$ ), Delegido et al. (2019) realizó estimación de la turbidez mediante la fórmula algorítmica ( $Turbidez = 0.9361 \times (B2/B3)^{-3.5704}$ ) y el oxígeno disuelto mediante la fórmula algorítmica ( $OD = e^{(1.079 \times \ln(B4) + 3.865)}$ ), por último; Delegido et al. (2016) realizó estimación de la

clorofila A mediante fórmula algorítmica ( $Chl = 6.9588 \times e^{((8.4965 \cdot (B5-B4)/(B5+B4))}$ ) según la recopilación de información científica validada por estos autores, fueron relacionados con las actividades antrópicas mediante los índice espectrales (Índice de vegetación normalizada (NDVI), Índice NDBI o Índice de Diferencia Normalizada Edificada, Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI), Índice de Suelo Desnudo (BSI)) y los índices descriptivos (Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA)).

Los datos escogidos del área de los Pantanos de Villa que abarca 2 630 000 m<sup>2</sup>, de las cuales se utilizó los pixeles (10\*10 m<sup>2</sup>) que correspondieron al cuerpo de agua de interés para estimar los valores promedios en relación al tiempo (mensual) en épocas de verano (21 diciembre a 20 marzo) y primavera (23 septiembre a 21 diciembre) donde no hay interferencia de nubosidad en el proceso de observación y fotointerpretación del año 2019.

El nivel de investigación resultó ser correlacional y explicativo, ya que correspondió a las causas de los eventos enfocados en aclarar la manera en que suceden.

### 3.2. Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua
- Variable independiente: Las actividades antrópicas

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

- Población

De acuerdo con Arias, Villasís y Miranda (2016) mencionó que la población es un conjunto de casos definidos, limitados y accesibles constituyeron en un punto de referencia para seleccionar muestras que cumplan con un conjunto de criterios predeterminados.

Por ello, la población fue conformada por la extensión del área de los Pantanos de Villa que abarca 2 630 000 m<sup>2</sup>.



- Criterios de exclusión: se excluyó las imágenes satelitales que presentan nubosidad e interfieren en la visualización de los cuerpos de agua y las actividades antrópicas del área de Pantanos de Villa.

- Muestra

La muestra de los Pantanos de Villa estuvo representada por un área (10\*10 m<sup>2</sup>) que representó a 1 pixel para imágenes satelitales Sentinel 2 con las que se trabajó el año 2019.

- Muestreo

Según Tuovila (2020) consideró el muestreo como un proceso utilizado en el análisis estadístico, donde se obtiene un número predeterminado de observaciones de una población más grande.

El muestreo del trabajo de investigación se realizó estimando los indicadores de las variables; dependiente (variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua) e independiente (las actividades antrópicas) en relación al tiempo (mensual) en épocas de verano (21 diciembre a 20 marzo) y primavera (23 septiembre a 21 diciembre) durante el 2019. El tipo de muestreo resultó ser aleatorio, porque consideró la naturaleza del cuerpo de agua.

- Unidad de análisis

La unidad de análisis fue conformada por 1 metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de los Pantanos de Villa.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnicas

En el campo de la investigación científica, el concepto de técnica se consideró los procedimientos y medios que hacen posible el método (Ander, 1995: 42). Estas técnicas no fueron formuladas independientemente de los métodos: algunas técnicas resultaron inseparables de los métodos cuantitativos, algunas estuvieron estrechamente relacionadas con los métodos cualitativos y otras se utilizaron para

la investigación cuantitativa y cualitativa. (Ander, 2011). Las técnicas de recopilación de datos incluyen entrevistas, observaciones (directas y participantes), cuestionarios y documentos relacionados (YIN, 2014)

Las técnicas que se aplicarán son la de observación que incluyen:

1. Verificación de antecedentes que coopera con la información de metodologías empleadas por otros autores, ya que servirá como referencia al llevar a cabo la confiabilidad del proyecto de investigación y la discusión de resultados.
2. Fotointerpretación (interpretación de imágenes satelitales) para reconocer los cambios físicos en la zona de pantanos de villa. Por ello, la validez y confiabilidad de los instrumentos.

- Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron empleados en la recaudación de datos indispensables para la investigación, tales como: la ficha de registro de la combinación de bandas en la zona de Pantanos de Villa, check list de las actividades antrópicas en la zona de Pantanos de Villa y check list del inventario de Índices espectrales y estadísticos aplicados en Pantanos de Villa.

- Validez

La idea de validez en la investigación se refiere a cosas reales o casi reales. En general, se cree que los resultados de la investigación serán válidos cuando no haya errores en el estudio. Para determinar si un estudio es efectivo, la existencia de desviaciones (errores sistemáticos) debe analizarse al menos en los siguientes puntos: diseño del estudio, criterios de selección y método de medición, es decir, el método de registrar y evaluar las variables del estudio. Por lo tanto, sin perjuicio, un estudio se considera internamente efectivo. (Keever, 2018).

La validez de los instrumentos de recolección de datos del trabajo de investigación se realizó mediante un proceso de revisión, evaluación y verificación según el juicio de expertos (conformado por 3 profesionales colegiados) que dieron visto bueno para el desarrollo de la investigación. A todo esto, la Tabla 1 presenta el porcentaje de validez por cada experto, el cual fue verificado en el Anexo 2.

Tabla 1. Porcentaje de validación de los instrumentos

CIP	Especialistas	Grado académico	Especialidad	% de Aprobación
46572	Cabrera Carranza, Carlos Francisco	Doctor	Medio Ambiente	90 %
71998	Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Doctor	Medio Ambiente	90 %
89972	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Doctor	Medio Ambiente	90 %
Porcentaje promedio de validación				90%

Fuente: Aprobación de los instrumentos según los expertos

Se obtuvo un promedio general de 90% de validez en los instrumentos revisados.

- Confiabilidad

Según Middleton (2020) la confiabilidad se define como la consistencia de un método de medición, si se puede usar el mismo método para obtener consistentemente el mismo resultado en las mismas condiciones, ya que la medición se considera confiable se puede estimar comparando diferentes versiones de la misma medición. Por otro lado, Reidl (2013) mencionó que la confiabilidad encuentra el error de medición de una calificación única, lo que permite predecir el rango de posibles cambios que puede ocurrir en la calificación de un sujeto u objeto, debido a factores aleatorios irrelevantes. Asimismo, Hernández et al. (2014) sostuvo que la confiabilidad de un instrumento de medición es respecto al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (200 pp).

Según Manterola et al. (2018) consideraron estadísticas para medir la confiabilidad mediante una serie de fórmulas, y el cálculo de estas fórmulas incluye la variabilidad del sujeto y el error de medición.

A continuación: el porcentaje de acuerdo, grado de concordancia o porcentaje de concordancia; el índice  $\kappa$  (kappa) de Cohen, para dos observadores; el método

de Bland y Altman, para evaluar el grado de acuerdo entre dos instrumentos que tienen la misma escala de medición; el índice k de Fleiss cuando existen tres o más observadores; el coeficiente de correlación o r de Pearson; el coeficiente de correlación interclase, para instrumentos que evalúan variables continuas; el coeficiente de correlación o  $\rho$  (rho) de Spearman, para dos variables aleatorias continuas; y el  $\alpha$  (alfa) de Krippendorff's, para múltiples observadores y múltiples observaciones posibles. Además, Goforth (2015) afirma que, la confiabilidad se puede estimar mediante el alfa de Cronbach que sirve para evaluar la fiabilidad o la consistencia interna de un conjunto de escalas o elementos de prueba, se calcula correlacionando el puntaje de cada ítem en la escala con el puntaje total de cada observación (generalmente un solo encuestado o revisor), y luego comparándolo con la varianza de todos los puntajes de los ítems individuales.

Sin embargo, la confiabilidad de los instrumentos fue respaldados con: el registro de la combinación de las bandas en la zona de Pantanos de Villa, ya que fue validado por el juicio de expertos; así que, dicha información se consideró de apoyo a futuras investigaciones y/o autores con el mismo o similar estudio.

### 3.5. Procedimientos

El proceso de análisis de las imágenes satelitales utilizadas en la investigación. Se muestra en la figura 1.

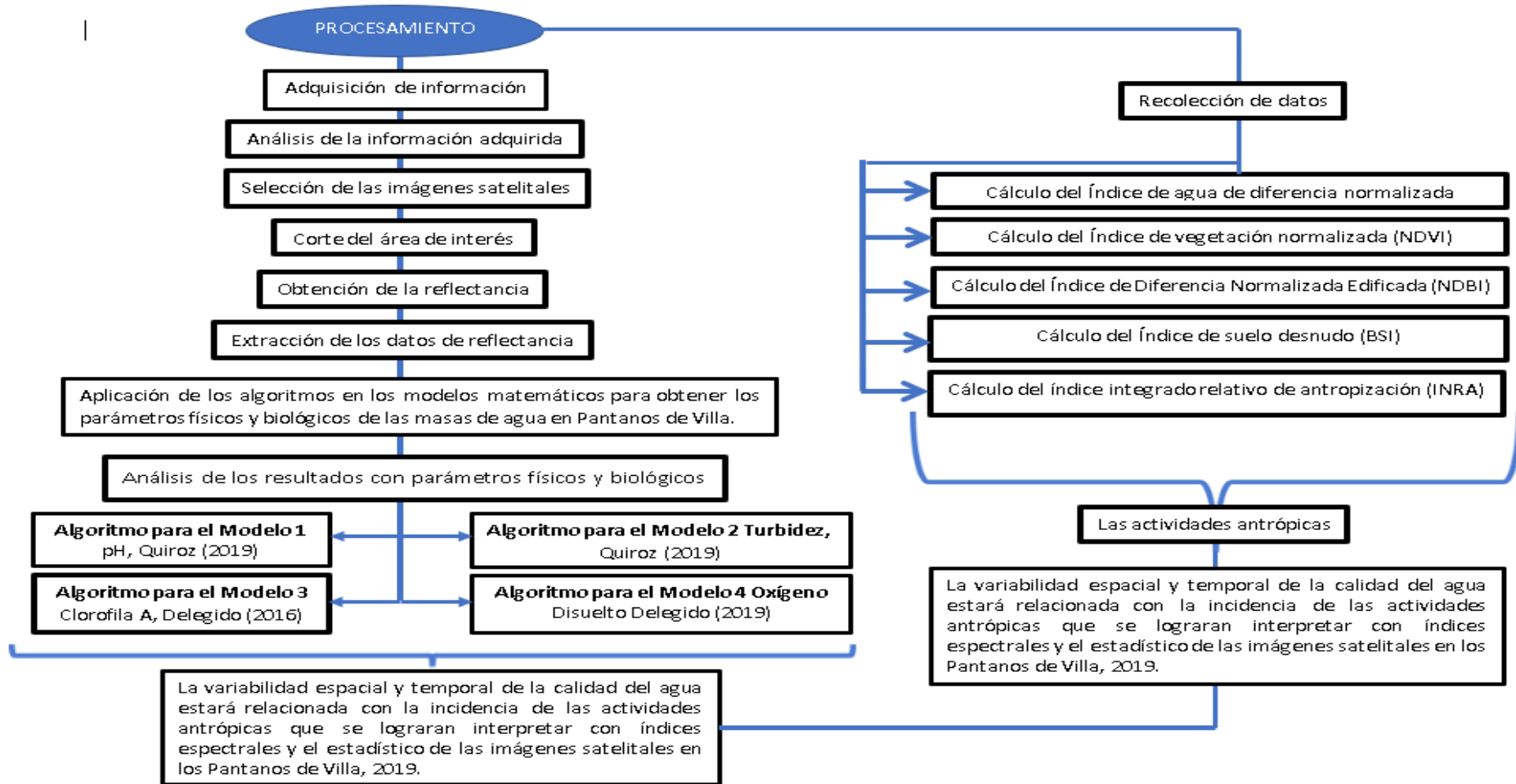
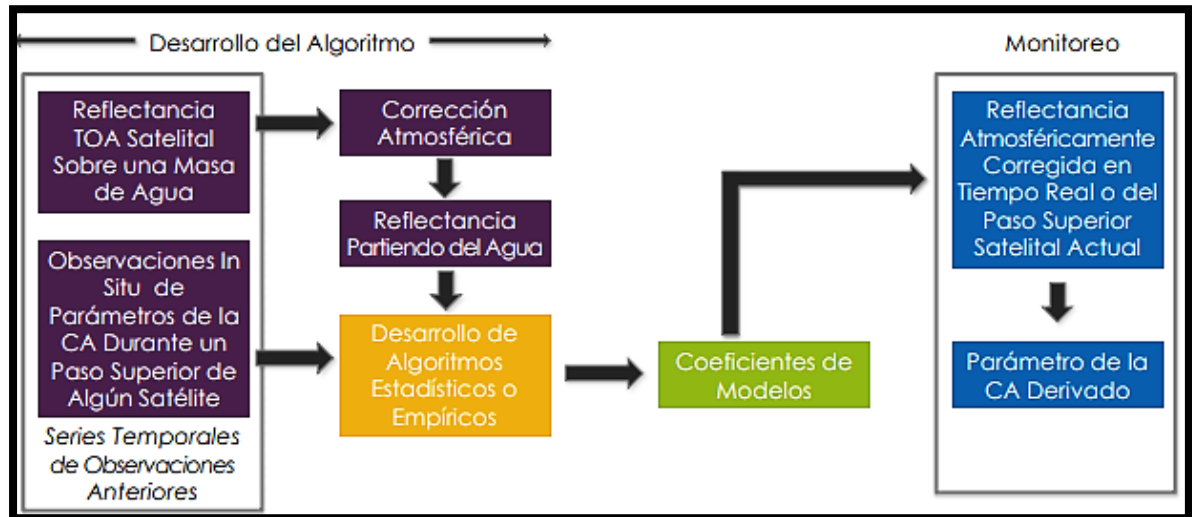


Figura 1. Diagrama de flujo

En la Figura 2, se muestra un esquema cuantitativo utilizado en la determinación de los parámetros de la calidad del agua a partir de las observaciones obtenidas de las imágenes satelitales



Fuente: NASA's Applied Remote Sensing Training Program

Figura 2. Técnica cuantitativa.

#### ✚ Etapa 1:

##### ✓ Adquisición de la información

Los productos adquiridos por Sentinel 2 se encuentran divididos en files de 100x100 km y son productos de:

- Nivel 1 (S2\_MSI\_L1C): Las imágenes vienen con valores de reflectancia en el tope de la atmósfera (TOA), ya contiene la georreferencia.
- Nivel 2 (S2\_MSI\_L2A): Las imágenes vienen con valores de reflectancia a nivel del suelo (BOA), ya contiene la georreferencia.

Actualmente, pocos programas tienen una plataforma con los códigos y algoritmos necesarios para procesar estas imágenes de la Agencia Espacial Europea (ESA). Por lo tanto, la Tabla 2 detalla la información de la banda Sentinel 2.

Tabla 2. Las 13 bandas de Sentinel 2

Banda	Resolución	Longitud de onda central	Descripción
<b>B1</b>	60 m	443 nm	Ultra Azul (costa y aerosol)
<b>B2</b>	10 m	490 nm	Azul
<b>B3</b>	10 m	560 nm	Verde
<b>B4</b>	10 m	665 nm	Rojo
<b>B5</b>	20 m	705 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)
<b>B6</b>	20 m	740 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)
<b>B7</b>	20 m	783 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)
<b>B8</b>	10 m	842 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)
<b>B8a</b>	20 m	865 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)
<b>B9</b>	60 m	940 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)
<b>B10</b>	60 m	1375 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)
<b>B11</b>	20 m	1610 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)
<b>B12</b>	20 m	2190 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)

✚ Etapa 2:

✓ Análisis de imágenes satelitales:

Se tuvo los datos de las bandas de Sentinel 2 que se aplicó en cada algoritmo de los modelos matemáticos de pH, Turbidez, OD y Clorofila A.

A continuación, se presenta en la Tabla 3 y Tabla 4 el análisis de los parámetros de agua y de los espectros que guardan relación con las actividades antrópicas



Tabla 3. Bandas seleccionadas para los modelos matemáticos.

Banda	Resolución	Longitud de onda central	Descripción	Modelo 1 (pH)	Modelo 2 (Turbidez)	Modelo 3 (Clorofila A)	Modelo 4 (Oxígeno disuelto)
<b>B1</b>	60 m	443 nm	Ultra Azul (costa y aerosol)				
<b>B2</b>	10 m	490 nm	Azul		<b>X</b>		
<b>B3</b>	10 m	560 nm	Verde		<b>X</b>		
<b>B4</b>	10 m	665 nm	Rojo			<b>X</b>	<b>X</b>
<b>B5</b>	20 m	705 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)			<b>X</b>	
<b>B6</b>	20 m	740 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B7</b>	20 m	783 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B8</b>	10 m	842 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)	<b>X</b>			
<b>B8a</b>	20 m	865 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B9</b>	60 m	940 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				
<b>B10</b>	60 m	1375 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				
<b>B11</b>	20 m	1610 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				
<b>B12</b>	20 m	2190 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)	<b>X</b>			

Tabla 4. Bandas seleccionadas para evaluar los índices espectrales.

Banda	Resolución	Longitud de onda central	Descripción	Cálculo del índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)	Cálculo del índice de vegetación normalizada (NDVI)	Cálculo del índice de diferencia normalizada edificada (NDBI)	Cálculo del índice de suelo desnudo (BSI)
<b>B1</b>	60 m	443 nm	Ultra Azul (costa y aerosol)				
<b>B2</b>	10 m	490 nm	Azul				<b>x</b>
<b>B3</b>	10 m	560 nm	Verde	<b>x</b>			
<b>B4</b>	10 m	665 nm	Rojo		<b>x</b>		<b>x</b>
<b>B5</b>	20 m	705 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B6</b>	20 m	740 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B7</b>	20 m	783 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B8</b>	10 m	842 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>B8a</b>	20 m	865 nm	Visible e infrarrojo Cercano (VNIR)				
<b>B9</b>	60 m	940 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				
<b>B10</b>	60 m	1375 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				
<b>B11</b>	20 m	1610 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)			<b>x</b>	<b>x</b>
<b>B12</b>	20 m	2190 nm	Onda corta infrarroja (SWIR)				

✚ Etapa 3:

- ✓ Selección de las imágenes satelitales

Sin nubosidad o mínima.

✚ Etapa 4:

- ✓ Corte del área de interés

El corte fue realizado a las bandas para cada indicar de la investigación.

✚ Etapa 5:

- ✓ Obtención de la reflectancia

Se han proporcionó imágenes con el Sentinel 2 en reflectividad del techo atmosférico (TOA) y se han ajustado para convertir estos valores a reflectividad.

✚ Etapa 6:

- ✓ Extracción de los datos de reflectancia

El valor de reflectancia de la banda de frecuencia se extrae de las imágenes satelitales, que luego estos valores serán exportados a Microsoft Excel 2013 y se aplica la corrección atmosférica en el programa SNAP y los algoritmos matemáticos en el software ENVI.

✚ Etapa 7:

- ✓ Aplicación de los algoritmos en los modelos matemáticos para obtener los parámetros físicos y biológicos de las masas de agua en Pantanos de Villa.

- Procesamiento de datos en:

- Algoritmo para el modelo matemático de pH ..... (Modelo 1)
- Algoritmo para el modelo matemático de turbidez .....(Modelo 2)
- Algoritmo para el modelo matemático de clorofila A .....(Modelo 3)
- Algoritmo para el modelo matemático de Oxígeno Disuelto .....(Modelo 4)

✚ Etapa 8:

- ✓ Análisis de los resultados con parámetros físicos y biológicos.

✚ Etapa 9:

- ✓ Recolección de datos
  - Cálculo del Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)
  - Cálculo del Índice de vegetación normalizada (NDVI)

- Cálculo del Índice de Diferencia Normalizada Edificada (NDBI)
- Cálculo del Índice de suelo desnudo (BSI)
- Cálculo del índice integrado relativo de antropización (INRA)

#### ✚ Etapa 10:

- ✓ Análisis de los resultados de los índices Espectrales

#### 3.6. Método de análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de la información generada a través del proceso de imágenes satelitales con el programa SNAP y ENVI, se utilizó el programa Excel para el análisis estadístico descriptivo, así como para la elaboración de tablas y figuras que muestran el comportamiento de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua.

#### 3.7. Aspectos éticos

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo según la guía de productos de investigación 2020, preparado por el vicerrectorado de investigación, en base a los criterios de la norma ISO-690; 2010, aplicados en la citación de los antecedentes de carácter científico, con el fin de realizar correctamente las referencias bibliográficas de la investigación. Por ende, se aplicó el principio de ética conforme a lo estipulado en la Resolución del Consejo Universitario N°0089-2019/UCV que contienen las líneas de investigación N.º 0126-2017/UCV, N°0200-2018/UCV que detalló los códigos de ética en investigación de la Universidad César Vallejo señalado en la Resolución del Consejo Universitario N°081-2016 que indica el Reglamento de la investigación de la Universidad César Vallejo. Por consiguiente, se aplicó el programa turnitin para comprobar el porcentaje de similitud y la originalidad del autor.

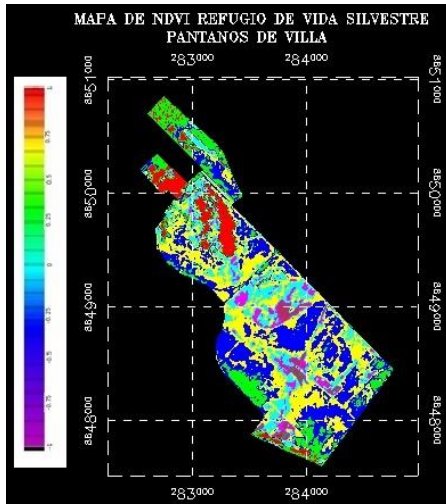
Asimismo, el desarrollo de la investigación contó con una importancia social y científica ya que, mediante soluciones, buscó mejorar las condiciones de vida de la población y no transgredir o alterar el medioambiente.

#### **IV. RESULTADOS**

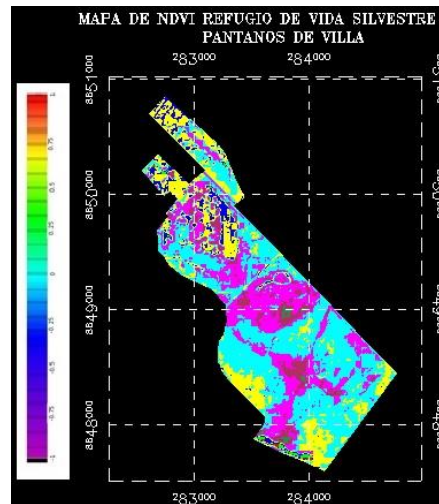
A continuación, se presenta la siguiente la figura 3, donde se muestra los resultados mensuales del índice de vegetación normalizada (NDVI) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) en PV del 2019.

VERANO

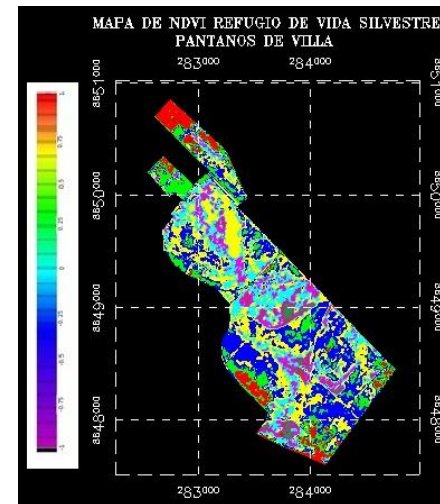
01 E



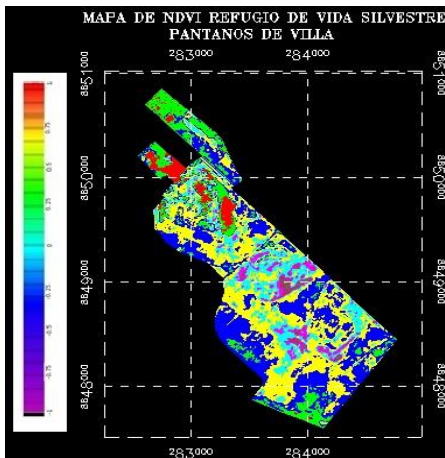
02 F



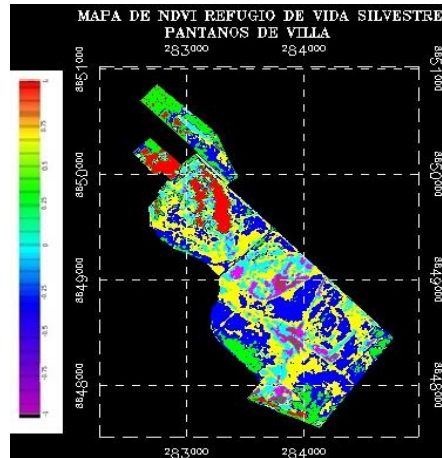
03 M



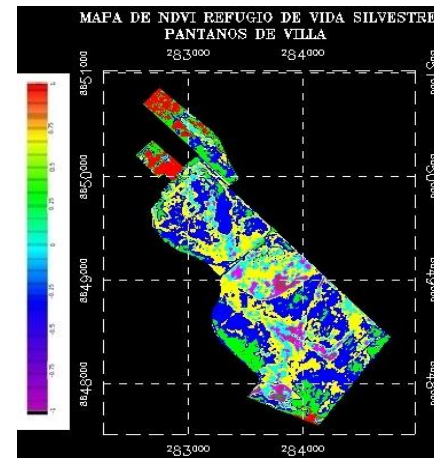
09 S



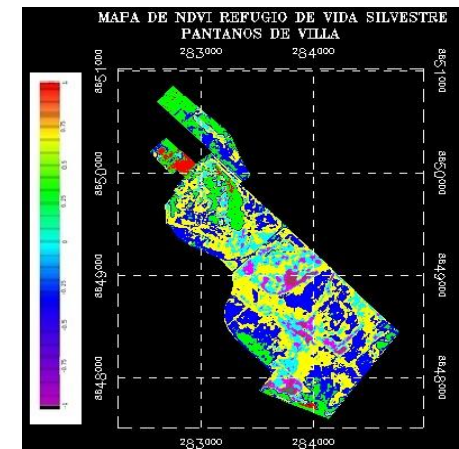
10 O



11 N



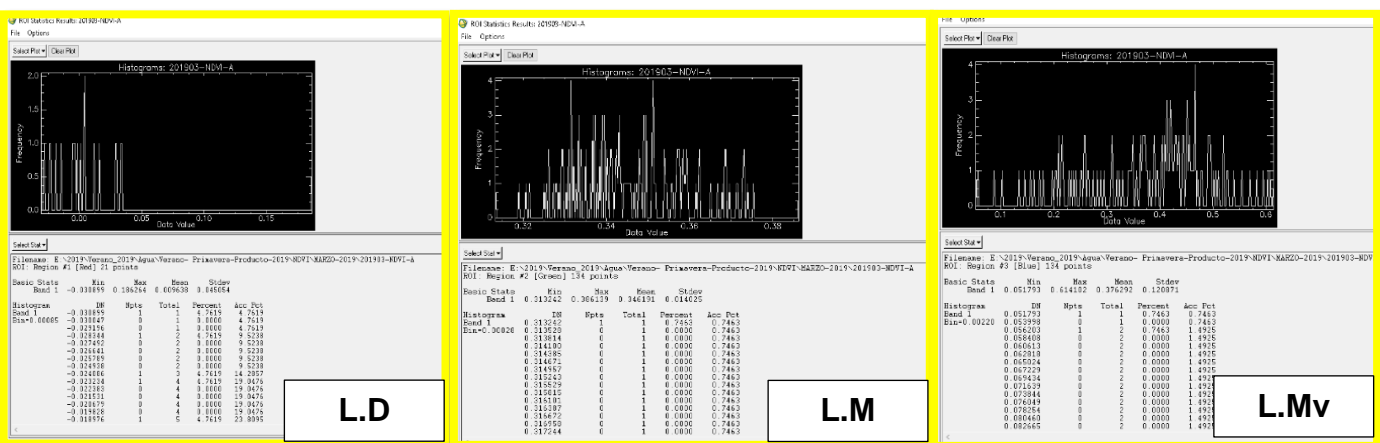
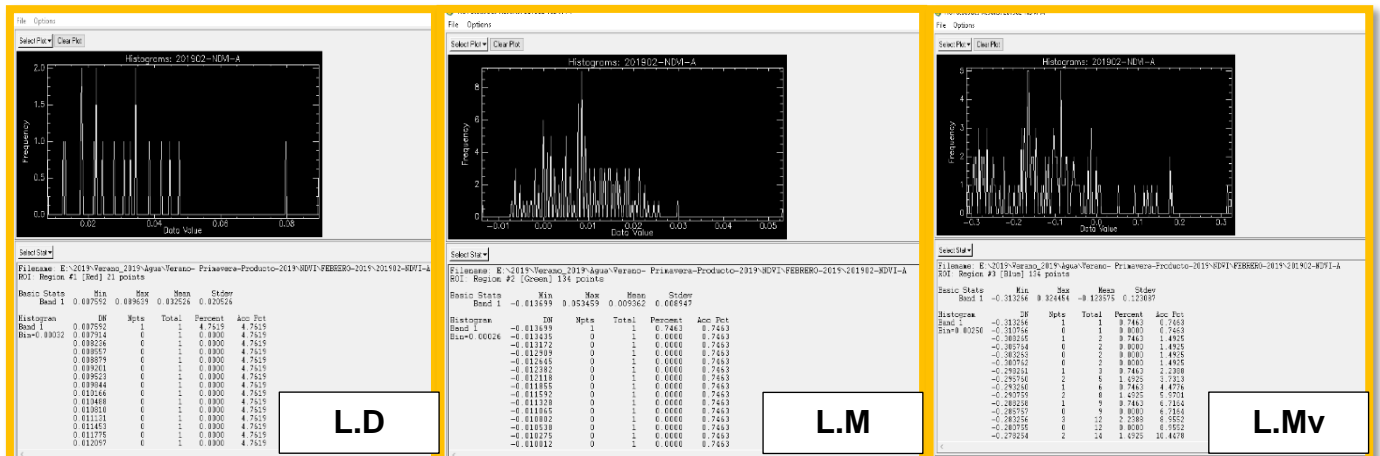
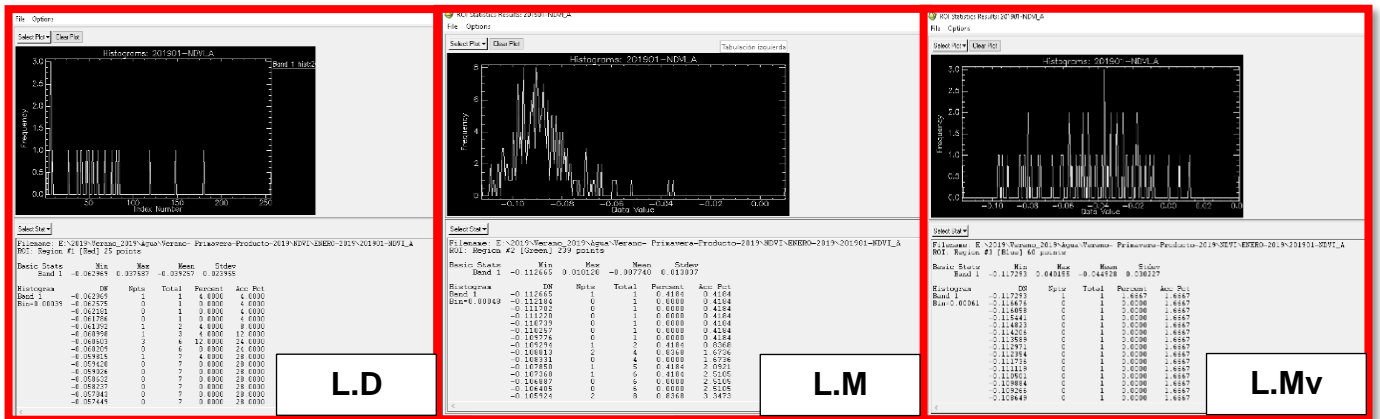
12 D



PRIMAVERA

Figura 3. Resultados mensuales del NDVI: V – P, 2019.

Por otro lado, la siguiente figura 4 de L.D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L. Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual del NDVI de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).





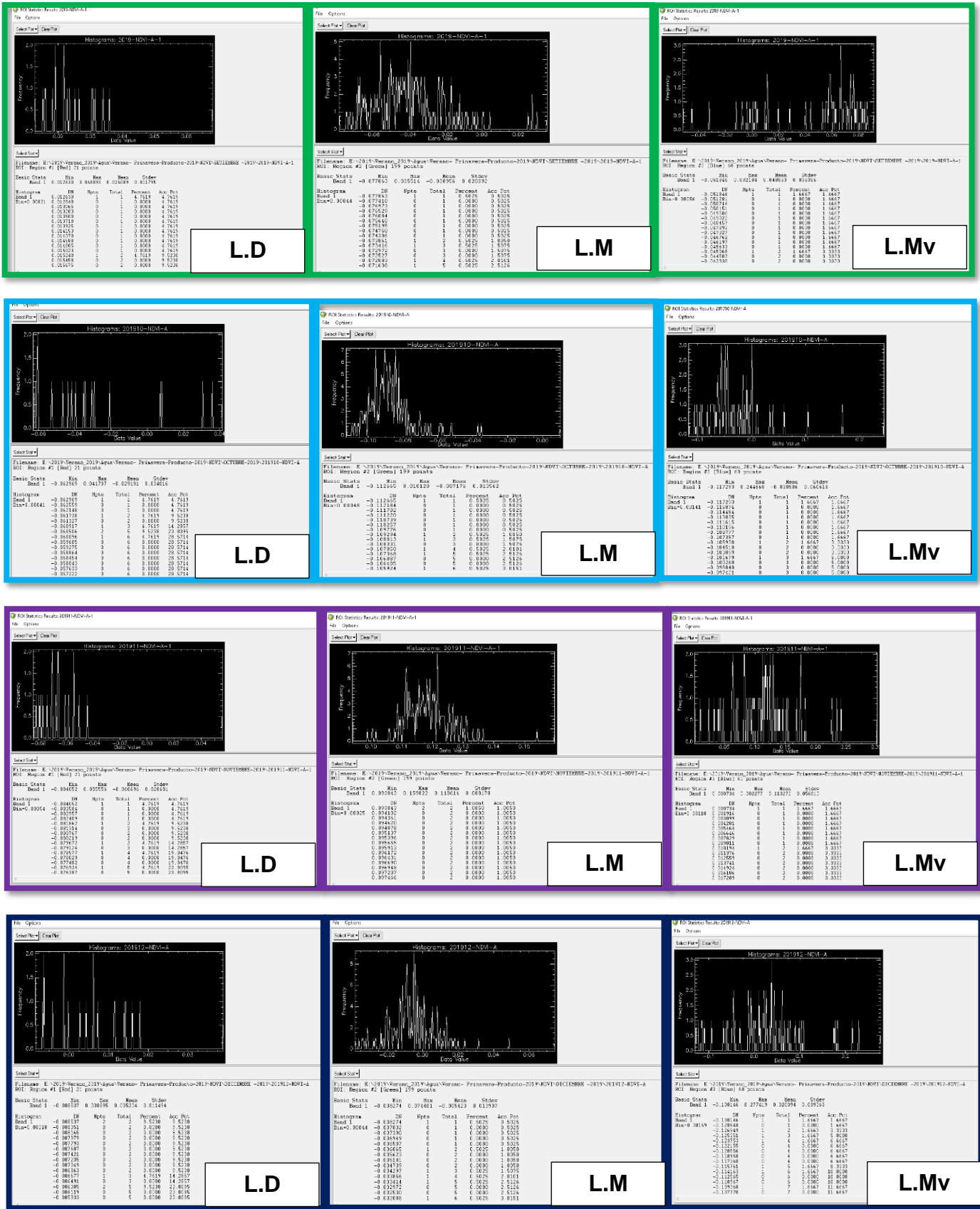


Figura 4. Datos mensuales de NDVI de 3 lagunas en PV, 2019.



En la Tabla 5 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del NDVI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 5. Promedio mensual del NDVI en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		NDVI-2019			
		L. Delicias	L. Mayor	L Marvilla	Promedio
Enero	1	-0.039	0.007	0.044	0,00
Febrero	2	0.032	0.009	-0.123	-0,03
Marzo	3	0.009	0.046	0.376	0,14
Setiembre	9	0.026	0.038	0.048	0,04
Octubre	10	-0.029	-0.087	0.03	-0,03
Noviembre	11	-0.06	0.118	0.113	0,06
Diciembre	12	0.005	-0.005	0.02	0,01

En la figura 5 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del NDVI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

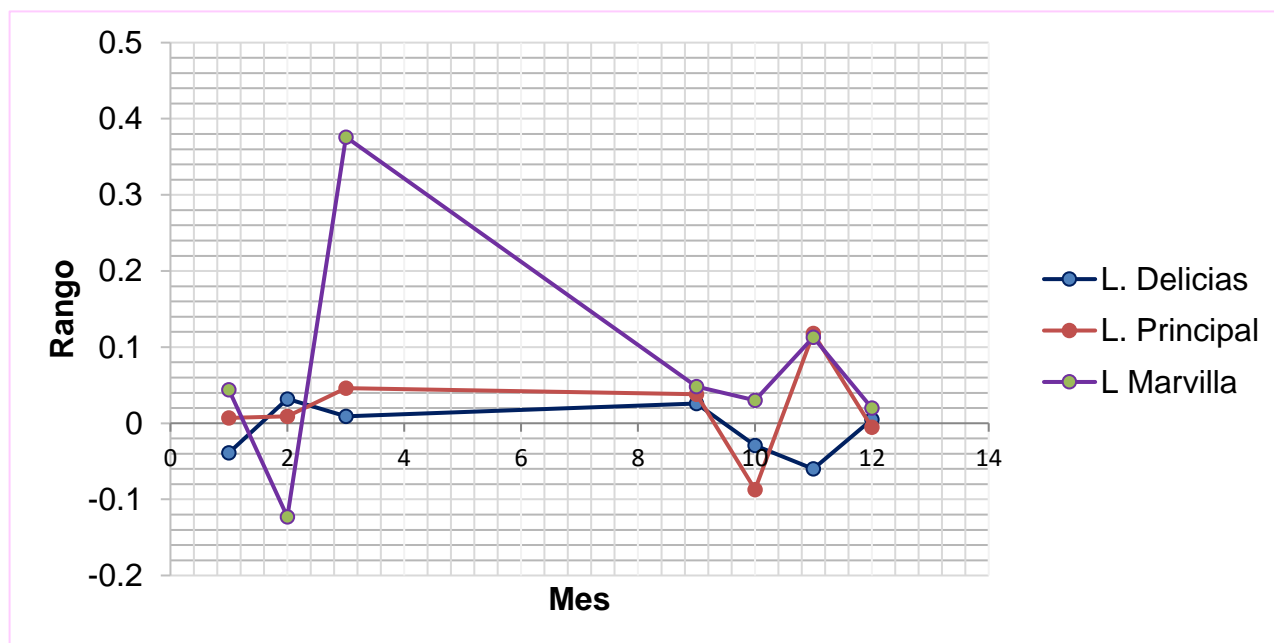


Figura 5. Variabilidad del NDVI de 3 lagunas en PV, 2019.

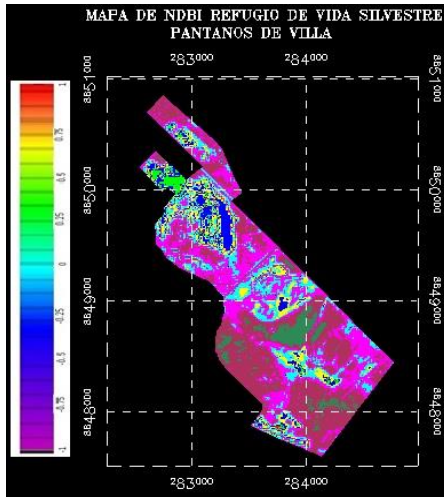
Donde el rango para NDVI fue de -1 a +1 donde -1 a 0 se consideró sin vegetación, el rango de 0 a 0,25 fue con vegetación mixta. A continuación, se tomó en cuenta lo siguiente:

- -1 a 0.....Planta muerta
- 0 a 0.33.....Planta enferma
- 0.33 a 0.66.....Planta medianamente sana
- 0.66 a +1.....Planta muy sana

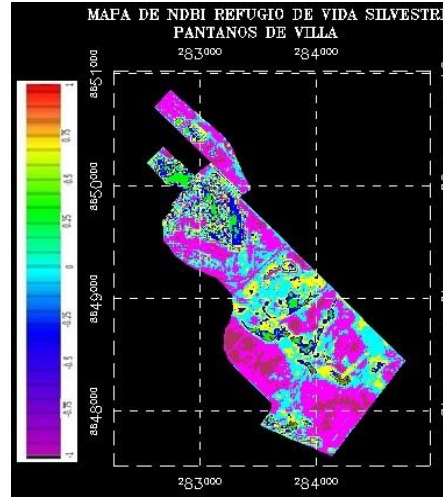
A continuación, se presenta la siguiente figura 6, donde se muestran las interpretaciones de las imágenes satelitales y los resultados mensuales del ÍNDICE NDBI O ÍNDICE DE DIFERENCIA NORMALIZADA EDIFICADA (NDBI) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

VERANO

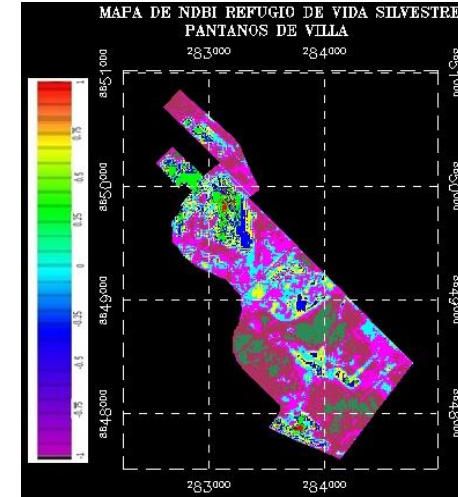
01 E



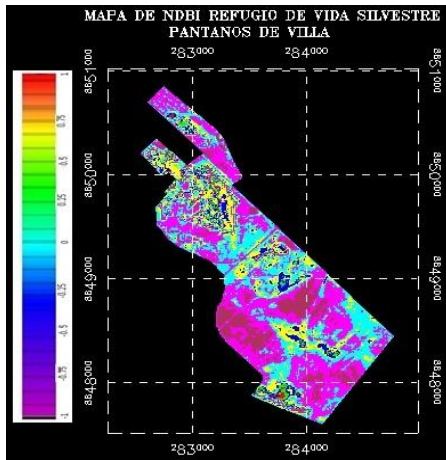
02 F



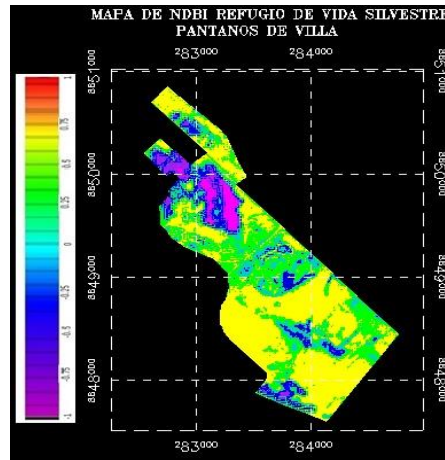
03 M



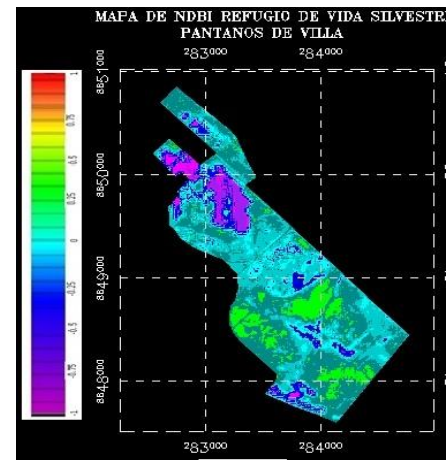
09 S



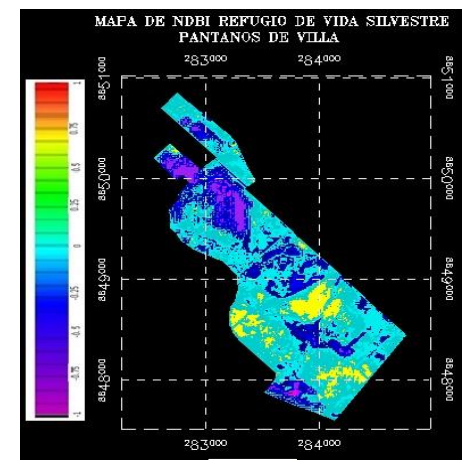
10 O



11 N



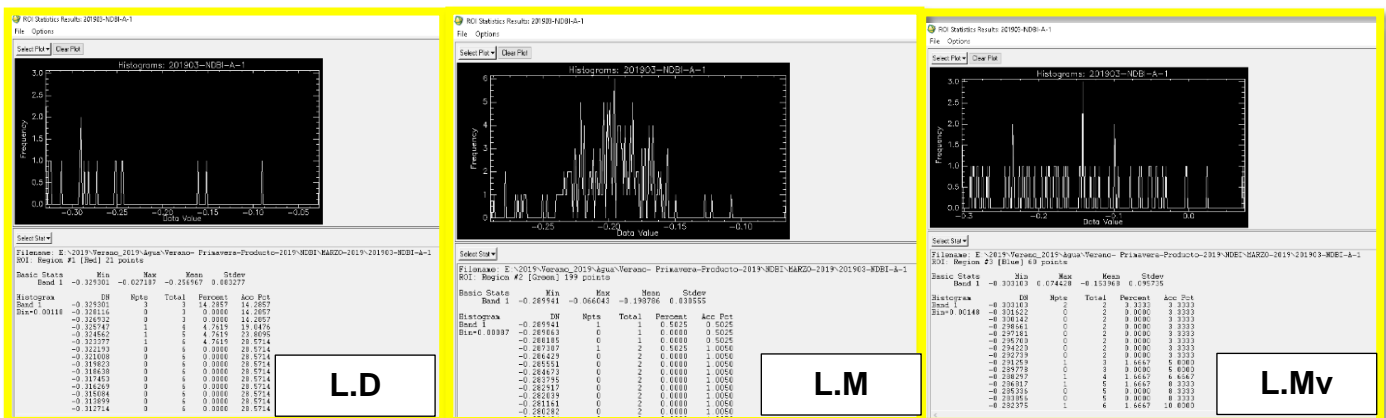
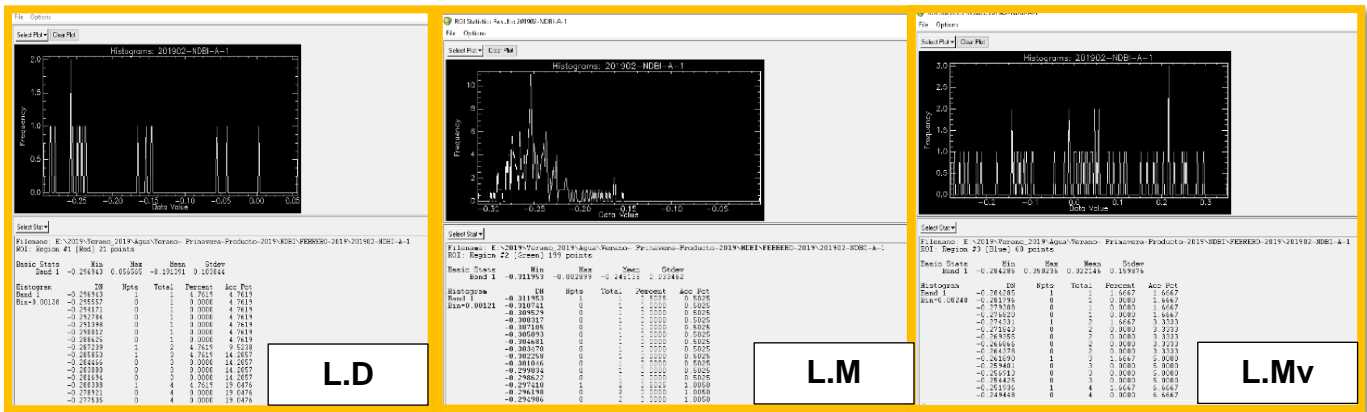
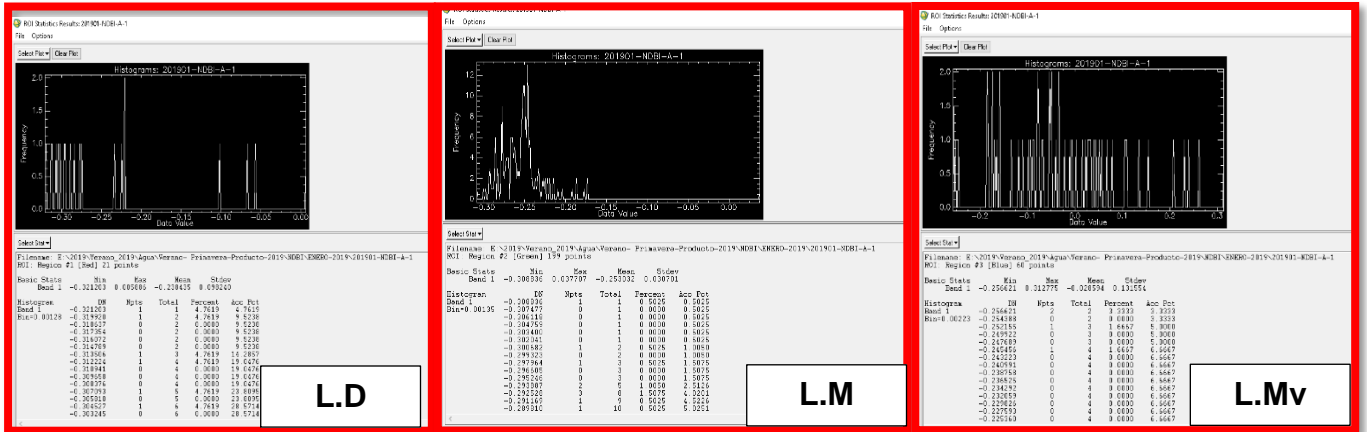
12 D



PRIMAVERA

Figura 6. Resultados mensuales del NDBI: V - P, 2019.

Por otro lado, la figura 7 muestra la data de L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual del NDBI de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).



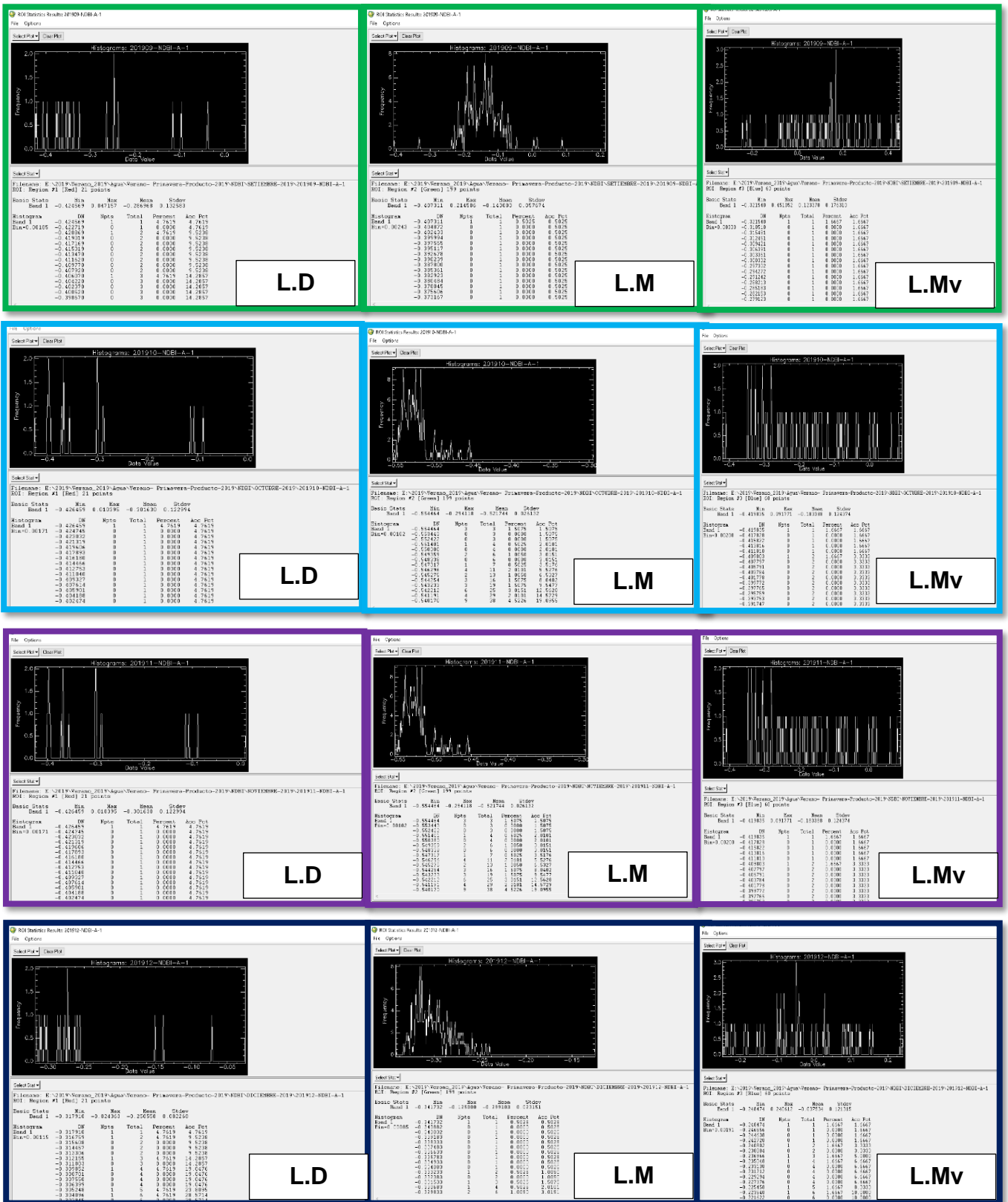


Figura 7. Datos mensuales de NDVI DE 3 lagunas en PV, 2019.

En la Tabla 6 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del NDBI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 6. Promedio mensual del NDBI en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		NDBI-2019			
		L. Delicias	L. Mayor	L. Marvilla	Promedio
<b>Enero</b>	<b>1</b>	-0.238	-0.25	-0.285	-0,26
<b>Febrero</b>	<b>2</b>	-0.191	-0.248	-0.022	-0,15
<b>Marzo</b>	<b>3</b>	-0.256	-0.198	-0.153	-0,20
<b>Setiembre</b>	<b>9</b>	-0.286	-0.143	-0.123	-0,18
<b>Octubre</b>	<b>10</b>	-0.302	-0.521	-0.283	-0,37
<b>Noviembre</b>	<b>11</b>	-0.301	-0.529	-0.183	-0,34
<b>Diciembre</b>	<b>12</b>	-0.25	-0.289	-0.037	-0,19

En la figura 8 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del NDBI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

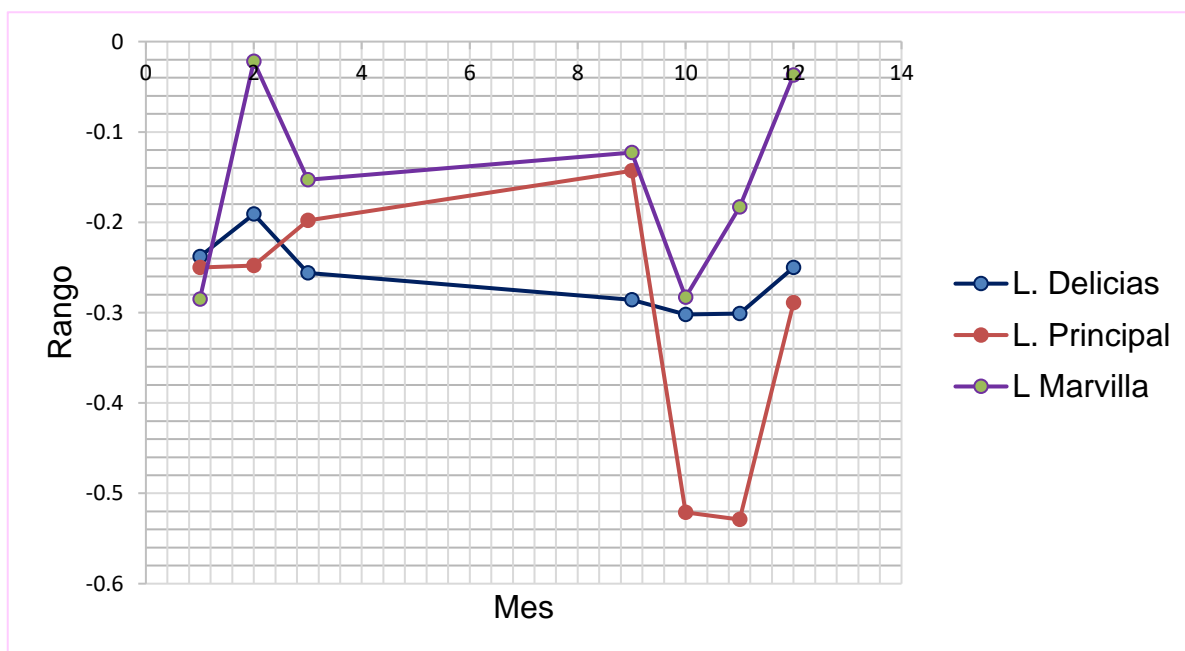


Figura 8. Variabilidad del NDBI de 3 lagunas en PV, 2019.

Por otro lado, en la figura 9 representa la información mensual del NDBI en Pantanos de Villa (PV) del 2019, siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).

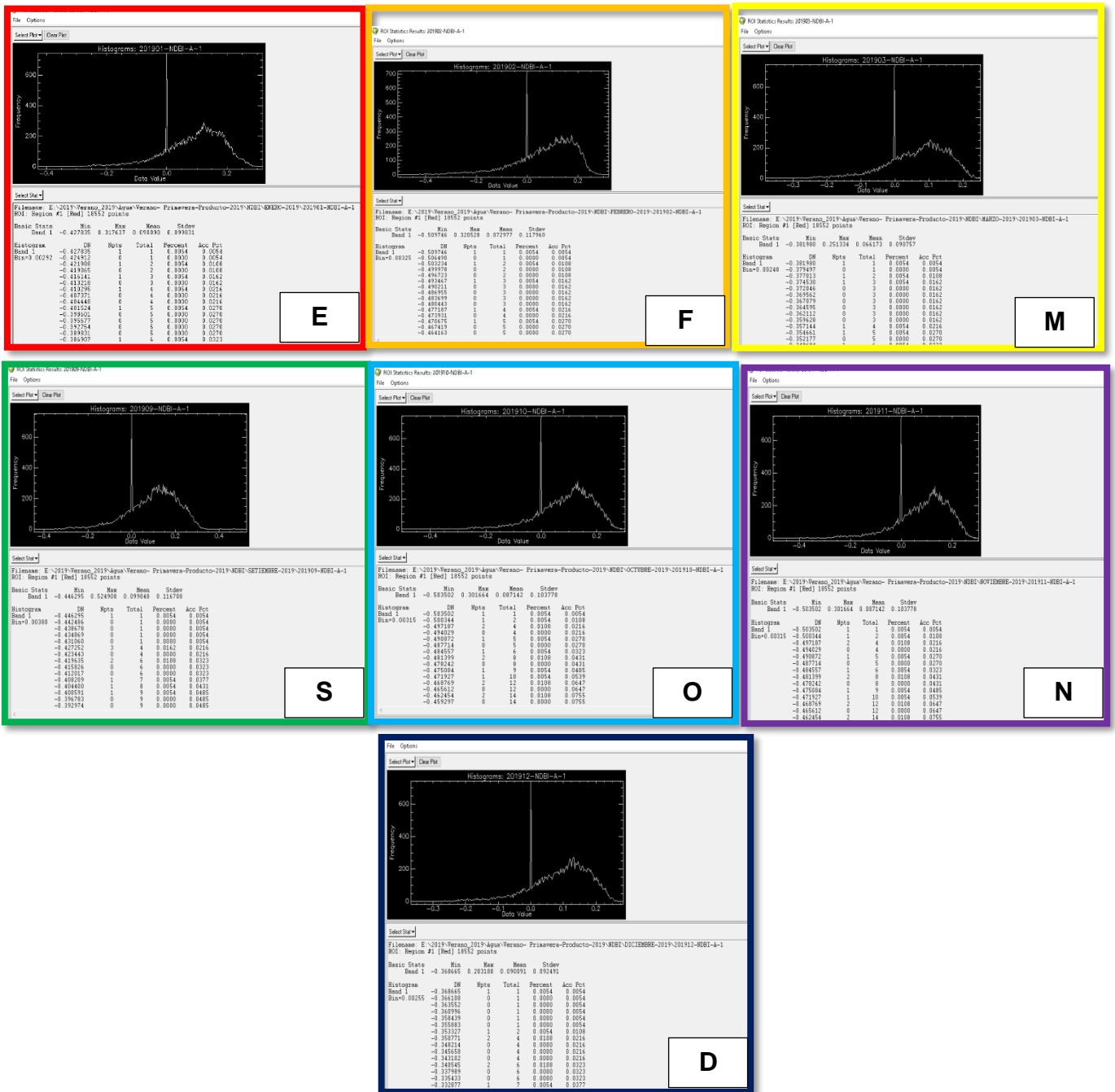


Figura 9. Datos mensuales de NDBI en PV, 2019.



En la Tabla 7 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del NDBI en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 7. Promedio mensual del NDBI en PV, 2019.

Mes	NDBI - 2019	
		Pantanos de Villa
<b>Enero</b>	<b>1</b>	0.09
<b>Febrero</b>	<b>2</b>	0.072
<b>Marzo</b>	<b>3</b>	0.066
<b>Setiembre</b>	<b>9</b>	0.099
<b>Octubre</b>	<b>10</b>	0.087
<b>Noviembre</b>	<b>11</b>	0.089
<b>Diciembre</b>	<b>12</b>	0.09

En la figura 10 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del NDBI en Pantanos de Villa del 2019.

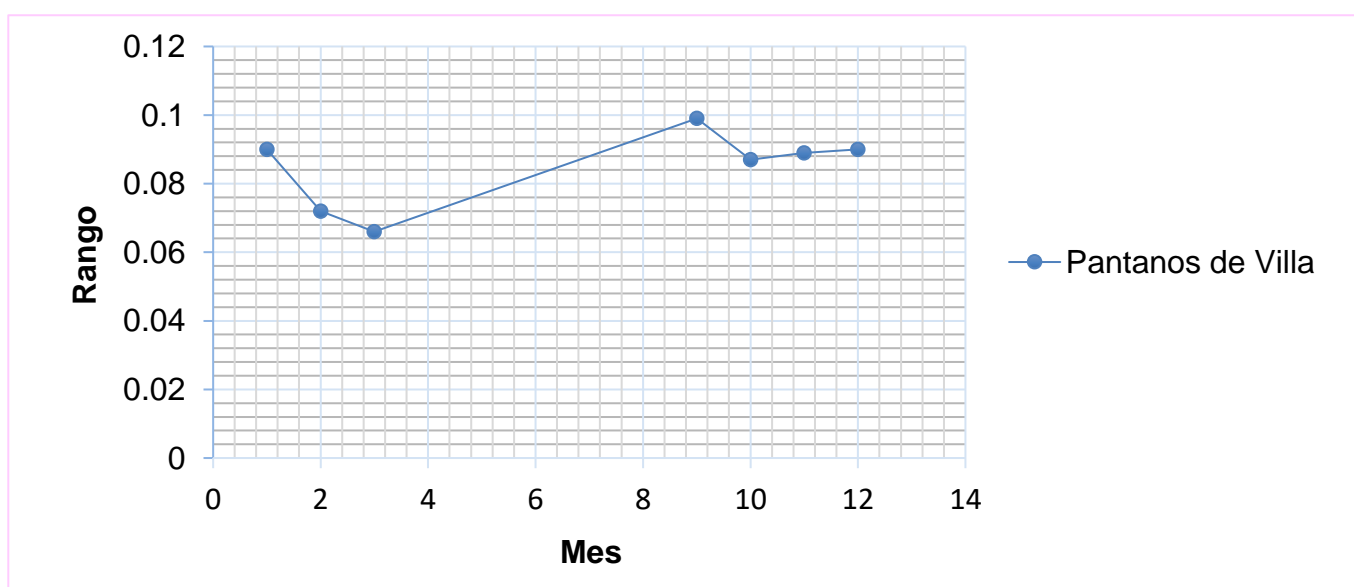


Figura 10. Variabilidad del NDBI en PV, 2019.



Entonces el rango para NDBI fue de -1 a +1 se distribuyó de la siguiente manera:

- -1 a 0.....No hay construcción (presencia de vegetación).
- 0 a 0.1.....Menor construcción (presencia de cuerpo de agua).
- 0.1 a 0.25.....Regular área de construcción.
- 0.25 a +1.....Mayor área de construcción (suelo desnudo).

A continuación, se presenta la siguiente figura 11 interpretaciones de imágenes satelitales, donde se demuestra la distribución espacial de las unidades de análisis del 01 al 25.

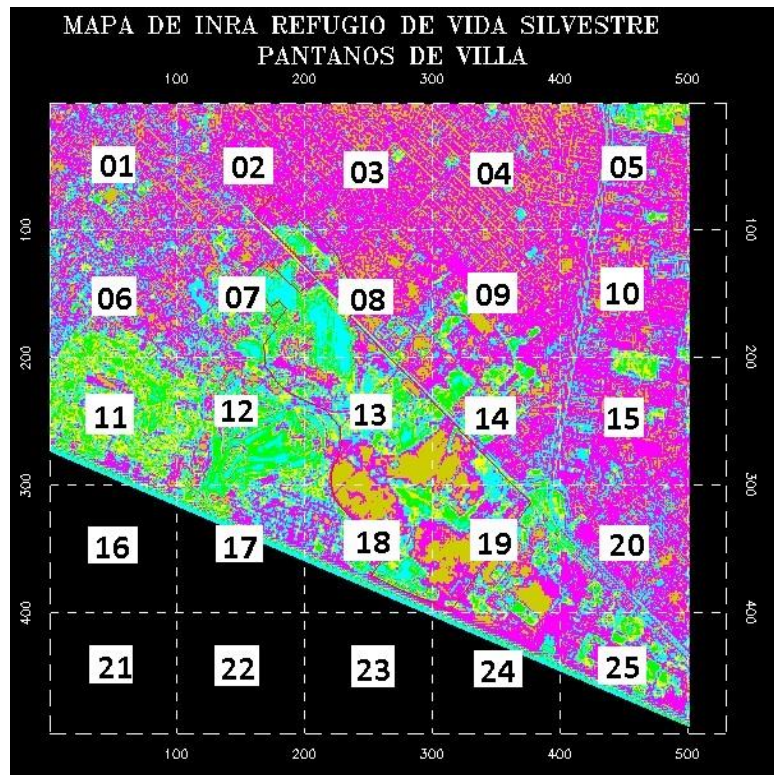


Figura 11. Distribución de las (UA) del INRA en PV, 2019.

Se observa en la tabla 8 los valores de antropización por cada categoría asignada, seguido de su tipo de cobertura clasificada:

Tabla 8. Cobertura / uso del suelo de PV, 2019.

<b>Categoría</b>	<b>Valor de antropización</b>	<b>Tipo de cobertura identificada</b>
<b>A</b>	<b>0,00</b>	<b>Cobertura sin intervención antrópica</b>
<b>B</b>	<b>0,25</b>	<b>Vegetación arbórea (parques, huertas caseras)</b>
<b>C</b>	<b>0,50</b>	<b>Suelo desnudo por actividad antrópica (ganadería, agricultura, etc.) o por la misma naturaleza.</b>
<b>D</b>	<b>0,75</b>	<b>Zona urbana menos densa (comercial).</b>
<b>E</b>	<b>1,00</b>	<b>Zona urbana muy densa (actividad industrial, turismo y transporte).</b>

En la siguiente Tabla 9 se presenta; el UA, el valor de antropización y sus categorías, con el fin de analizar la fórmula:  $INRA = (SUA / n \times 100)$  en el área de Pantanos de Villa del 2019, donde:

- UA: Unidad de análisis.
- SUA: sub - unidad de análisis.
- n: el número total de SUA.

Tabla 9. INRA según categorías y valores de antropización en PV, 2019.

Distribución (UA)	Valor de antropización (VA)					INRA
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	
	Categoría					
	A	B	C	D	E	
1	22	6	10	10	52	66,00
2	12	7	16	8	57	72,75
3	6	2	22	20	50	76,50
4	11	2	20	10	57	75,00
5	19	11	5	10	55	67,75
6	18	21	7	6	48	61,25
7	25	18	5	10	42	56,50
8	16	12	5	37	30	63,25
9	26	6	12	15	41	59,75
10	25	5	9	10	51	86,75
11	13	55	11	8	13	38,25
12	22	54	12	0	12	31,50
13	14	52	19	5	10	36,25
14	17	25	13	15	30	54,00
15	7	10	0	27	56	78,75
16	98	2	0	0	0	0,50
17	84	6	1	0	9	11,00
18	55	19	13	0	13	24,25
19	18	26	29	0	27	48,00
20	20	8	8	21	43	64,75
21	100	0	0	0	0	0,00
22	100	0	0	0	0	0,00
23	100	0	0	0	0	0,00
24	76	6	3	2	13	17,50
25	58	21	3	5	13	23,50
<b>Total de SUA por categoría</b>	<b>962</b>	<b>374</b>	<b>223</b>	<b>219</b>	<b>722</b>	
<b>Total de SUA</b>	<b>2 500</b>					
<b>Porcentaje por cada categoría</b>	<b>38%</b>	<b>15%</b>	<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>29%</b>	
<b>Porcentaje de INRA</b>						

En la figura 12 se muestra que el INRA varía de 0 a 100, donde 0 son los valores de UA con nula antropización y 100 son valores muy altos de antropización en Pantanos de Villa del 2019.

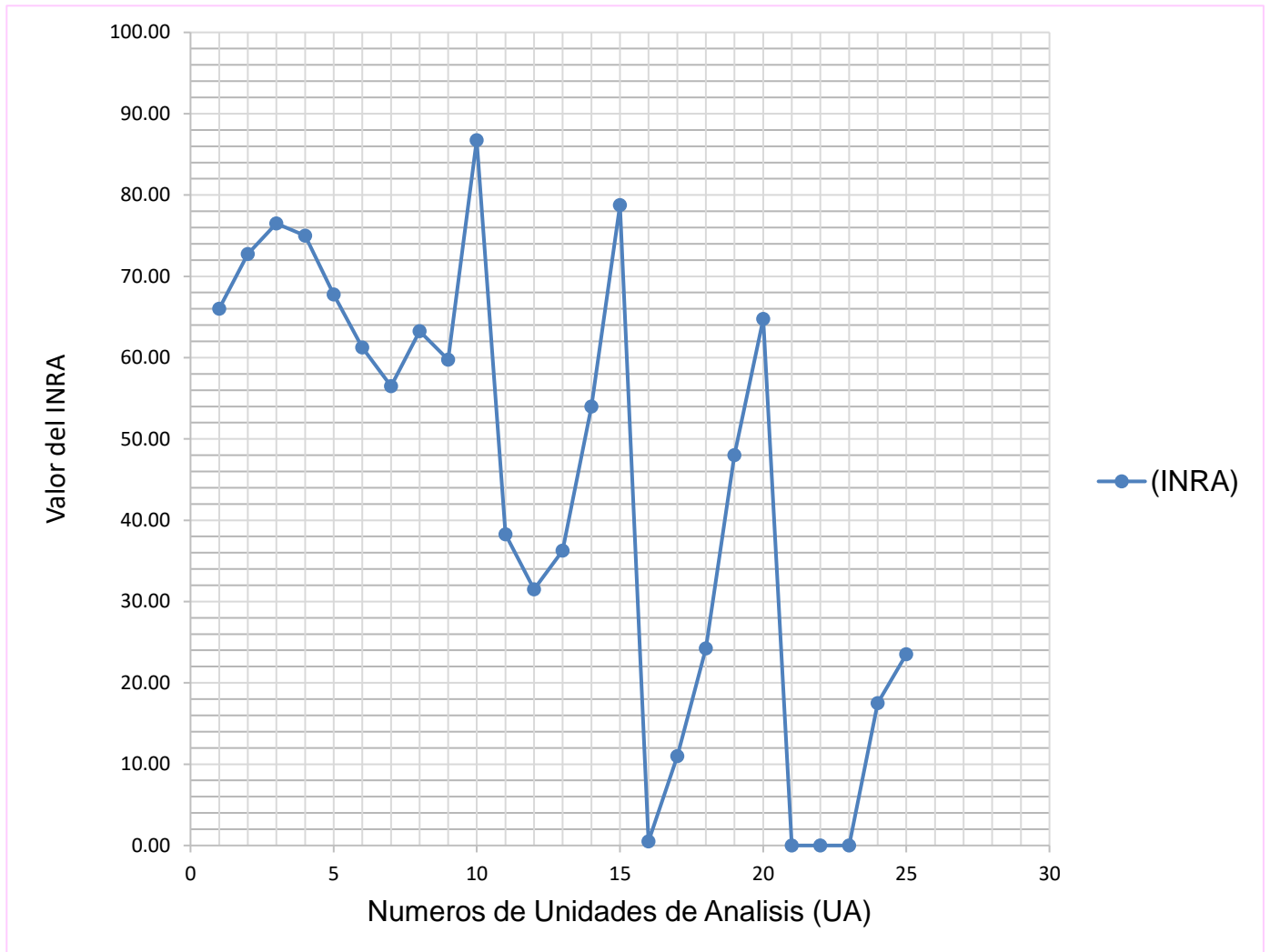


Figura 12. Valores de INRA por cada UA en PV, 2019.

Por otro lado, la figura 13 representa la estimación porcentual de antropización hallado en cada categoría identificada en PV del 2019.

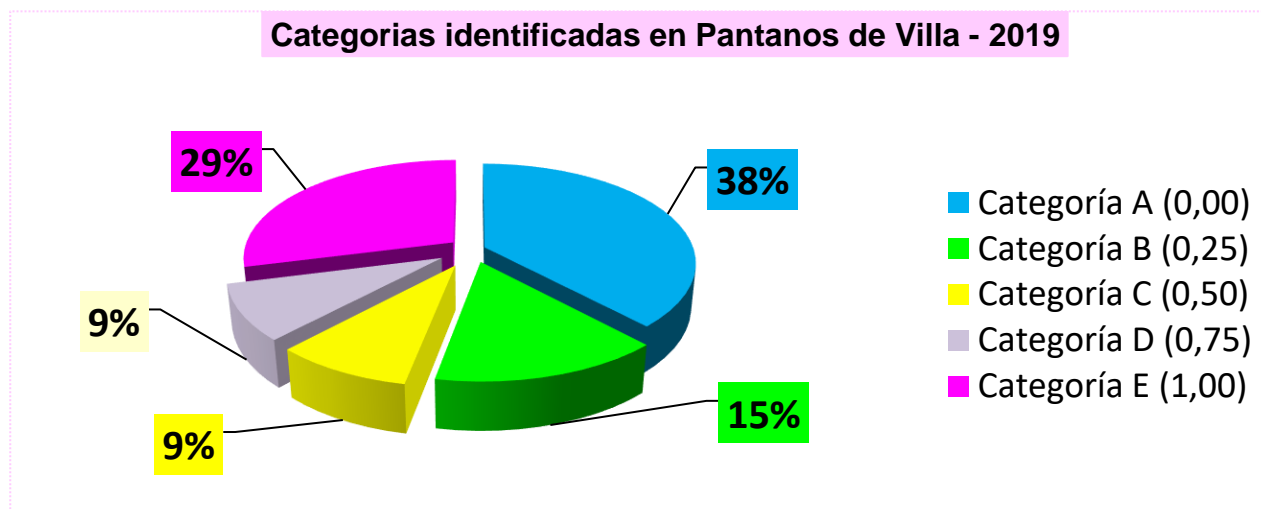
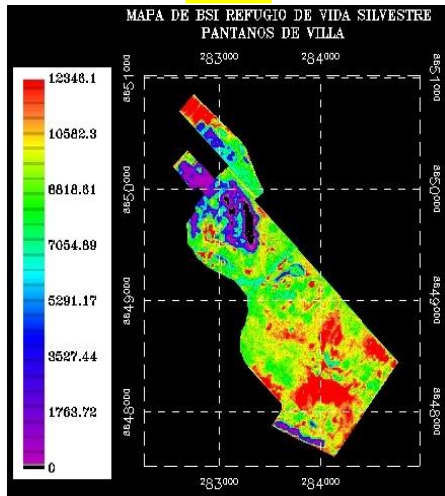


Figura 13. Porcentaje de antropización por cada categoría en PV, 2019.

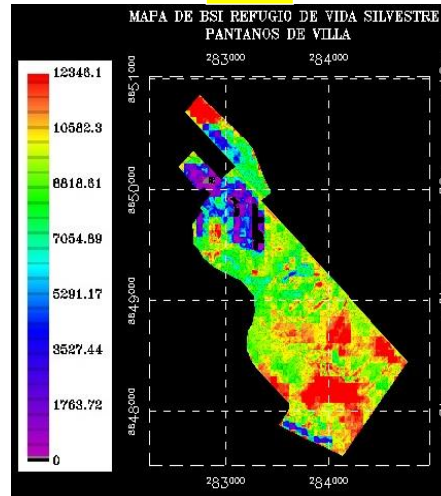
A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 14, donde se muestran los resultados mensuales del ÍNDICE DE SUELO DESNUDO (BSI) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) en PV del 2019.

VERANO

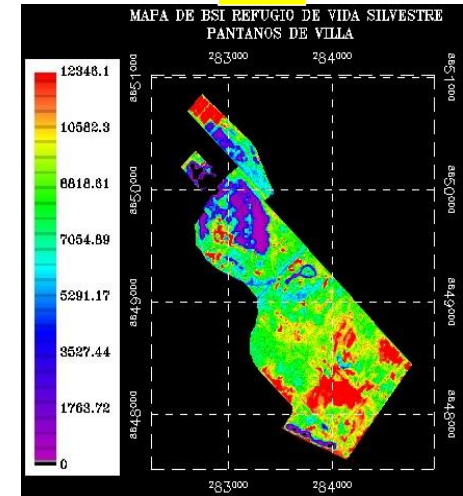
01 E



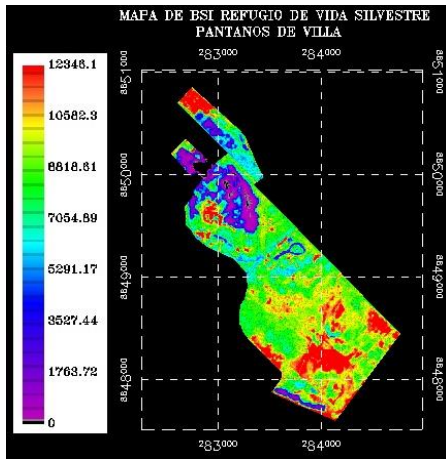
02 F



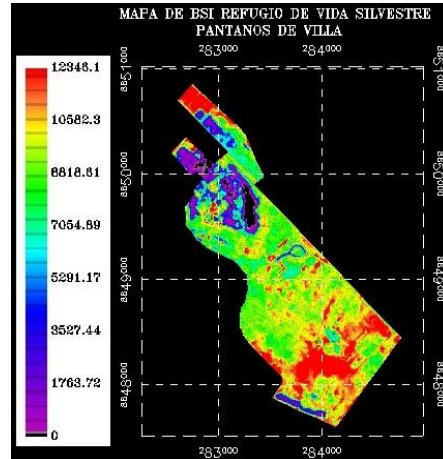
03 M



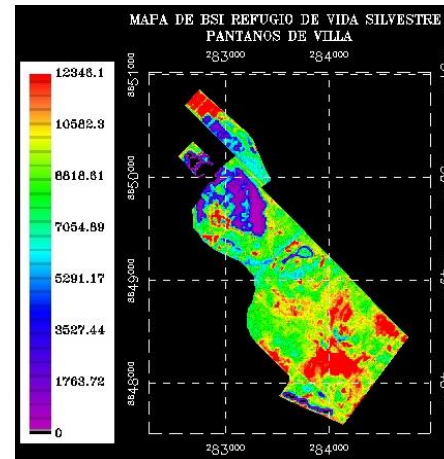
09 S



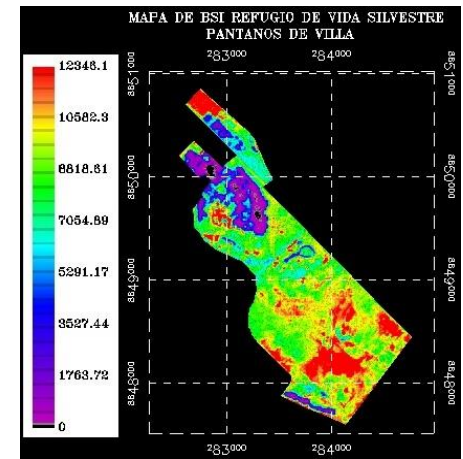
10 O



11 N



12 D



PRIMAVERA

Figura 14. Resultados mensuales del BSI: V - P, 2019.

Por otro lado, en la figura 15 que representa la información mensual del BSI en Pantanos de Villa (PV) del 2019, siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre)

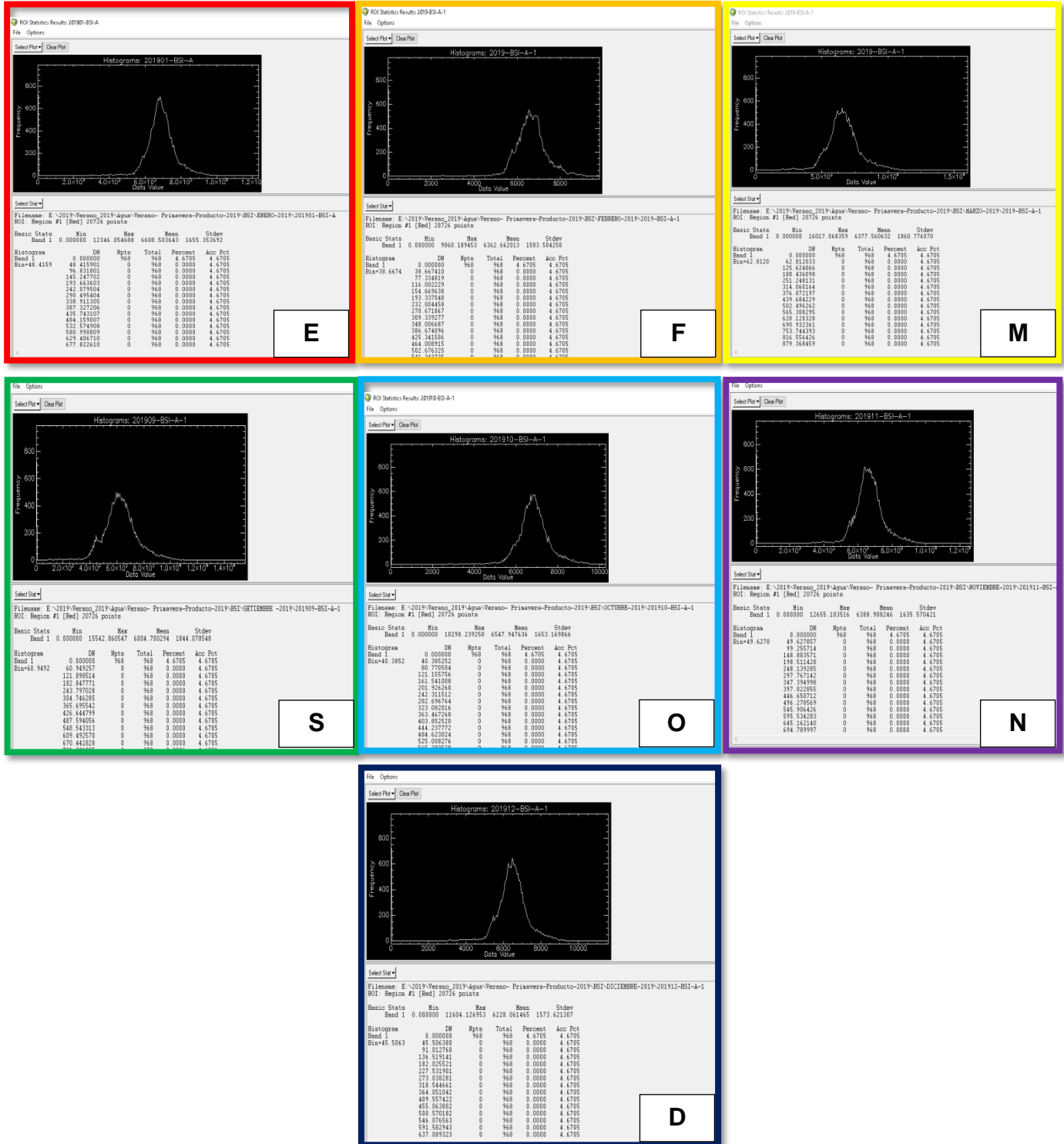


Figura 15. Datos mensuales de BSI de 3 lagunas en PV, 2019.



En la Tabla 10 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del BSI en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 10. Promedio mensual del BSI en PV, 2019.

Mes		BSI-2019
		Pantanos de Villa
Enero	1	6608.503
Febrero	2	6362.662
Marzo	3	6377.56
Setiembre	9	6004.7
Octubre	10	6547.94
Noviembre	11	6388.908
Diciembre	12	6228.061

En la figura 16 se representa la estimación promedio del BSI de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre en Pantanos de Villa del 2019.

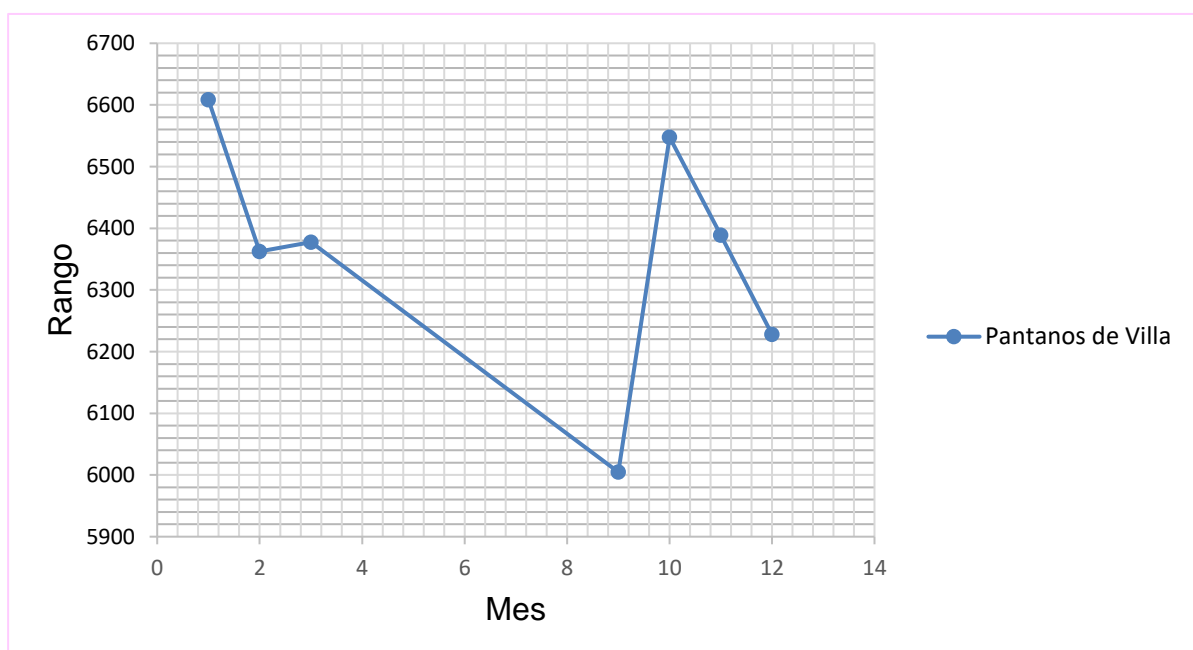


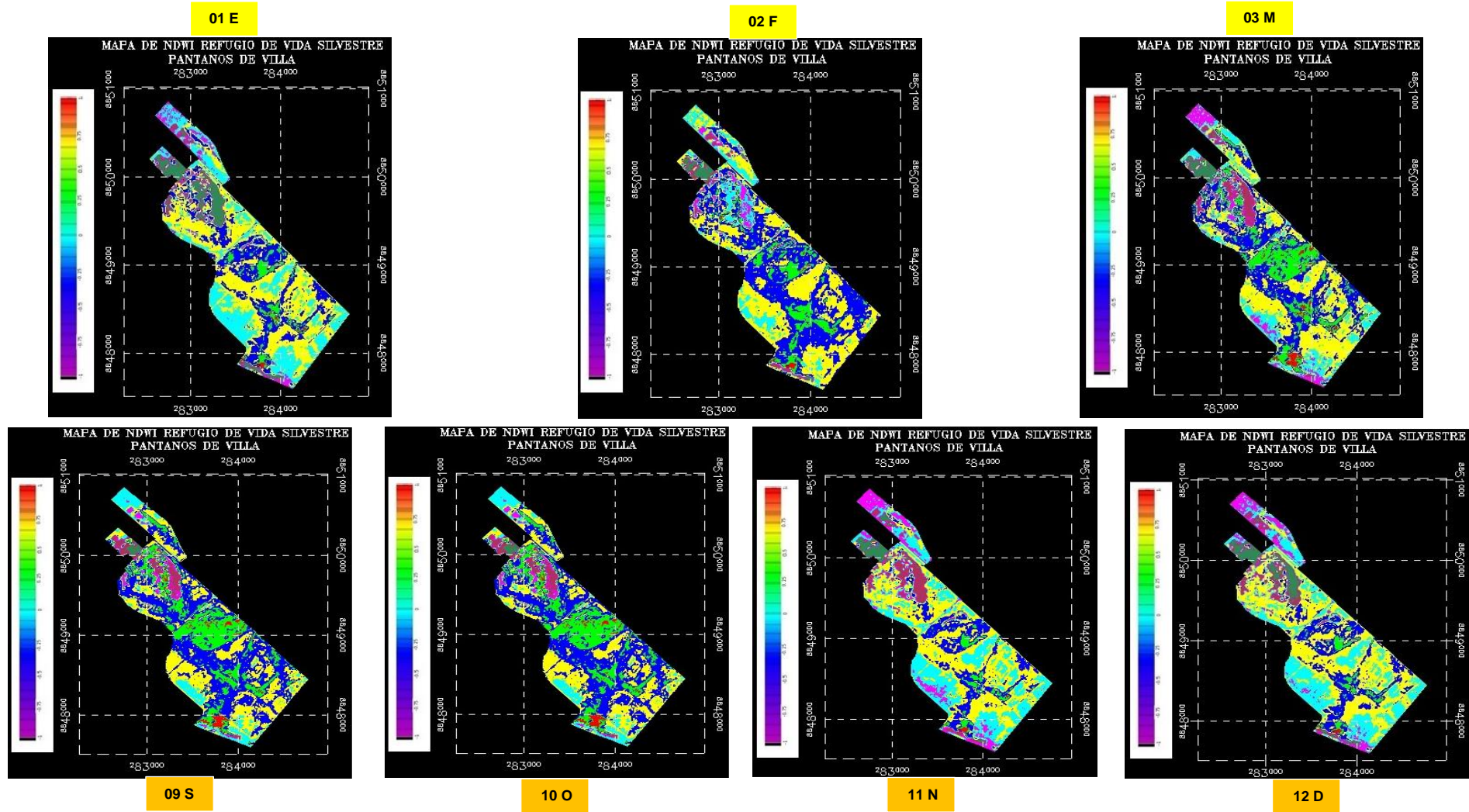
Figura 16. Valores de BSI de las 3 lagunas en PV, 2019.

Entonces el rango aproximado para BSI se puede interpretar continuación fue siguiente:

- **0 a 44.57**.....Suelos cubierto con vegetación o agua.
- **44.57 a 57.39**.....La mayoría de suelos con vegetación de alto vigor.
- **93.11 a 136.94**.....Permite una mejor discriminación de suelo desnudo.
- **1763.72 a más**.....Asociado a suelos abiertos y desnudos.

A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 17, donde se demuestra los resultados mensuales del ÍNDICE DE AGUA DIFERENCIA (NDWI) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

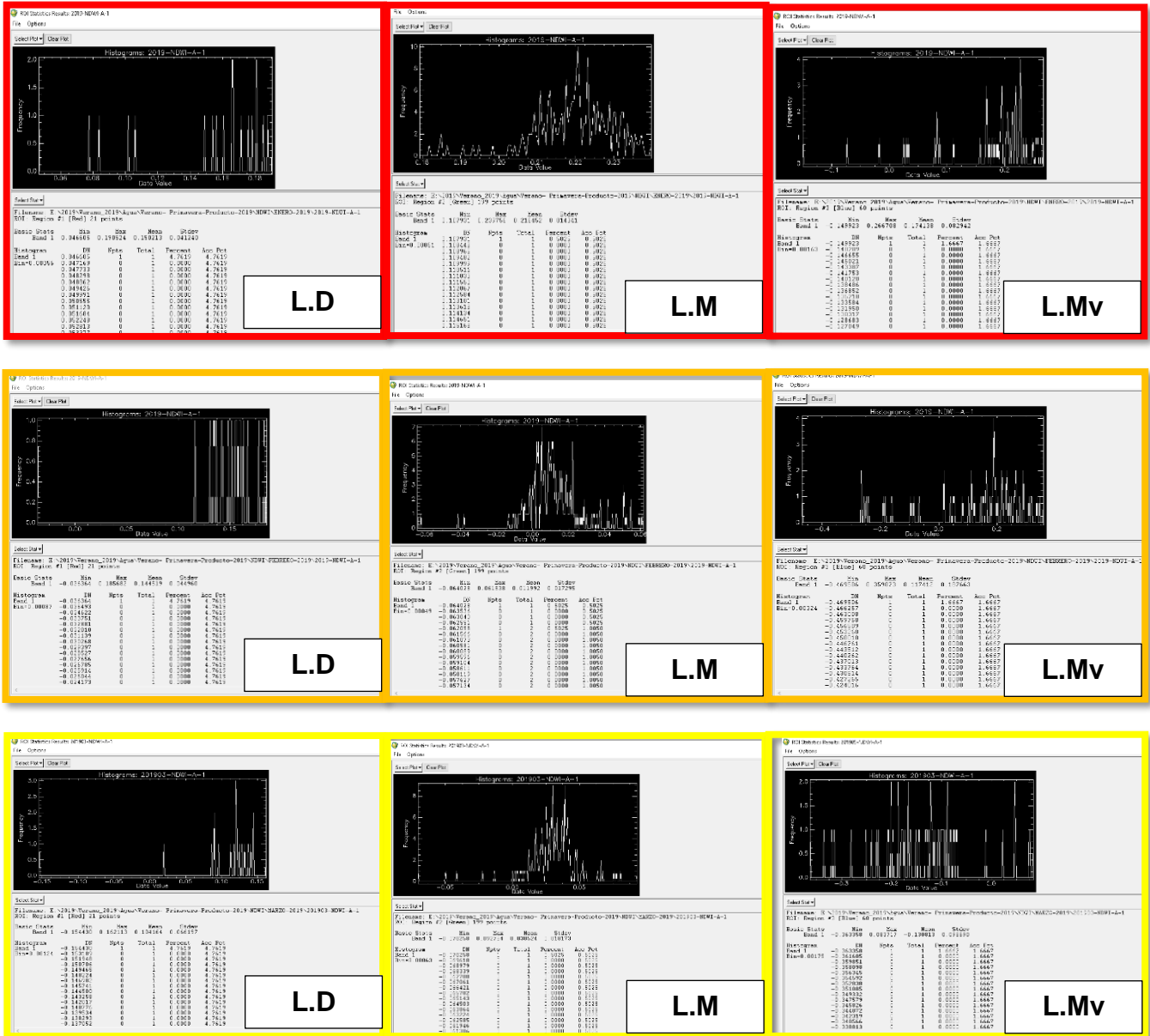
VERANO



PRIMAVERA

Figura 17. Resultados mensuales del NDWI: V – P, 2019.

Por otro lado, en la figura 18 se muestra el L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual del NDWI de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).



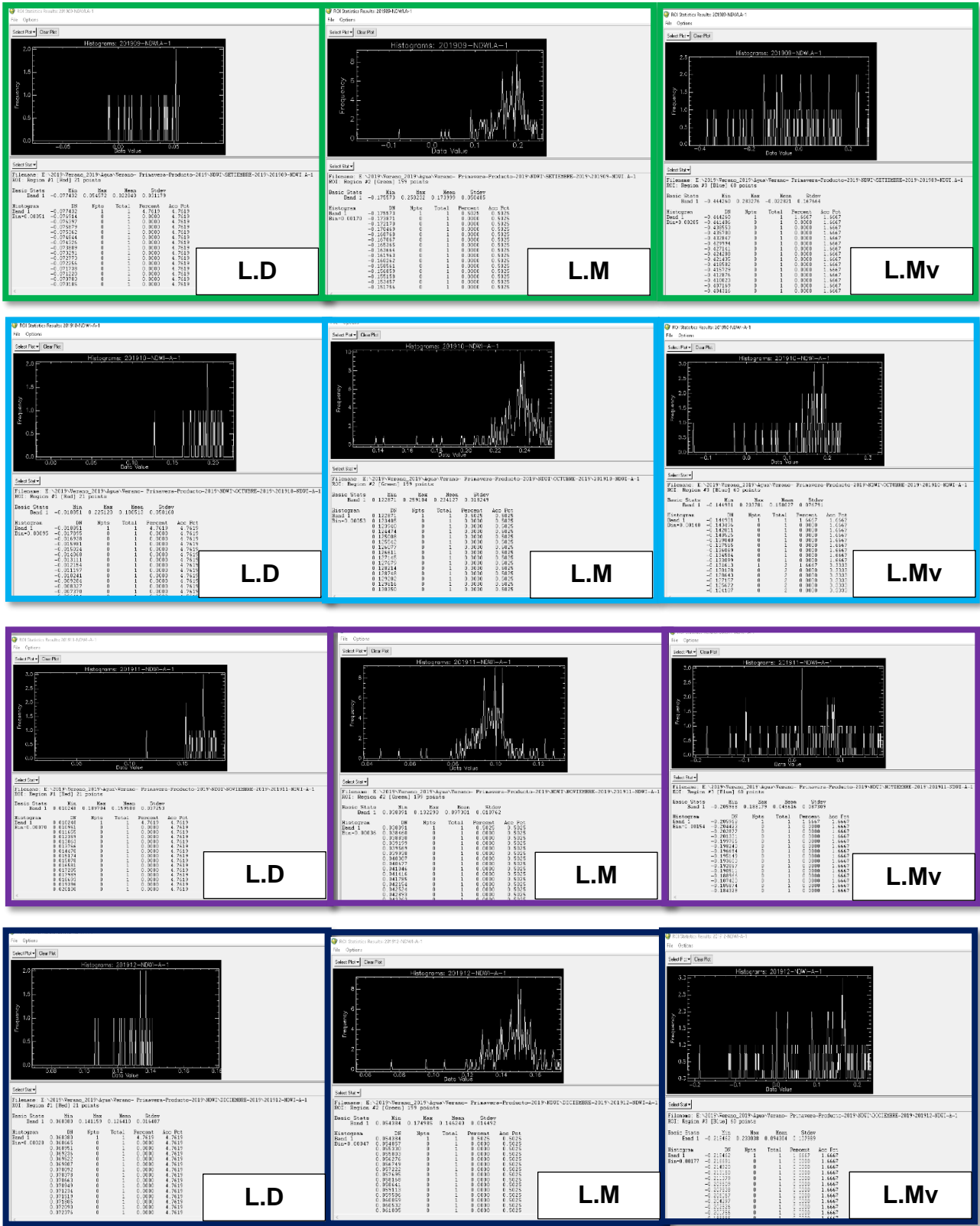


Figura 18. Datos mensuales de NDWI de 3 lagunas en PV, 2019

En la Tabla 11 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del NDWI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 11. Promedio mensual del NDWI en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		NDWI-2019			
		L. Delicias	L. Principal	L Marvilla	Promedio
Enero	1	-0.039	0.007	0.044	0,00
Febrero	2	0.032	0.009	-0.123	-0,03
Marzo	3	0.009	0.046	0.376	0,14
Setiembre	9	0.026	0.038	0.048	0,04
Octubre	10	-0.029	-0.087	0.03	-0,03
Noviembre	11	-0.06	0.118	0.113	0,06
Diciembre	12	0.005	-0.005	0.02	0,01

En la figura 19 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del NDWI de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

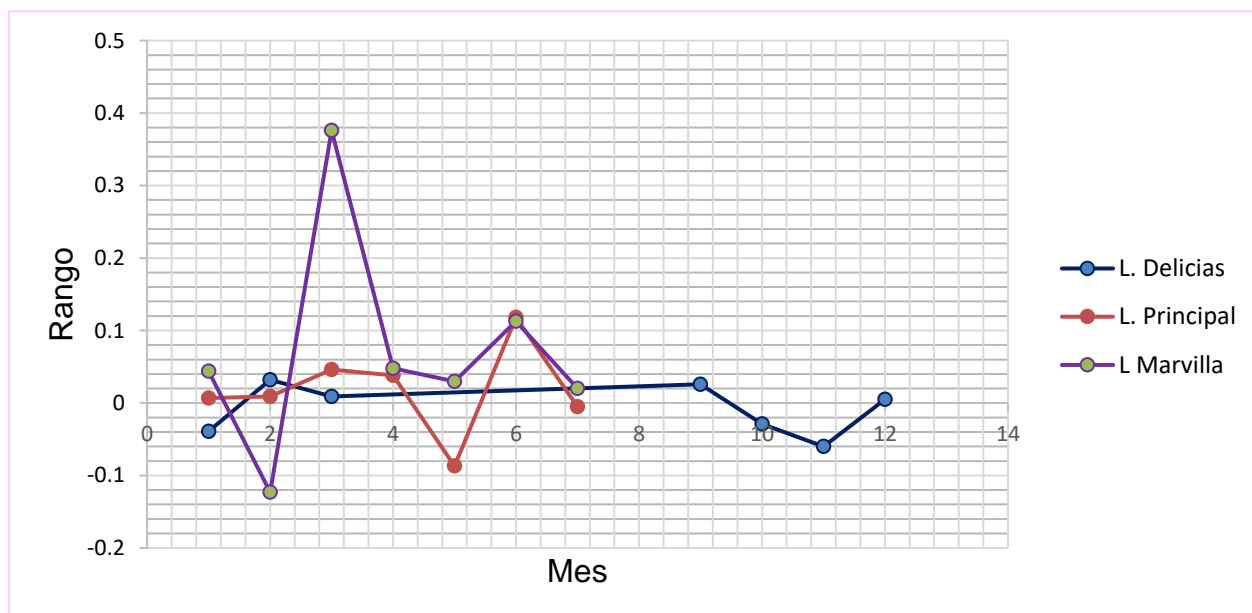


Figura 19. Variabilidad del NDWI de las 3 lagunas, 2019.

Por ende, los valores de NDWI presentaron un rango de -1 a +1 distribuido de la siguiente manera:

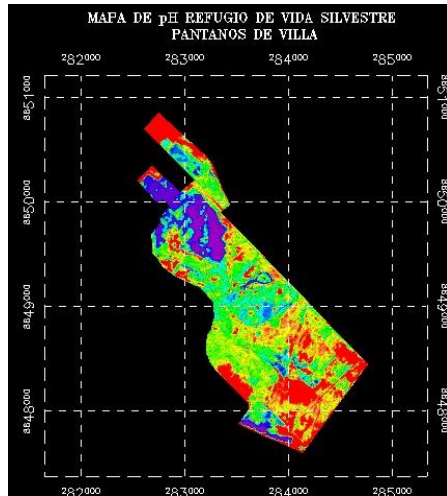
- **-1 a -0.5**.....Superficies brillantes sin presencia de vegetación o agua (suelo desnudo)
- **-0.5 a 0**.....Sin cuerpo de agua (regular suelo desnudo)
- **0 a 0.3**.....Agua con sedimento por inundaciones.
- **0.3 a 0.75**.....Regular contenido de masas de agua, zonas de elevada saturación de humedad y presencia de cobertura vegetal.
- **0.75 +1**.....Mayor contenido de cuerpo de agua libre de sedimentos y abundante cobertura vegetal.

A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 20, donde se demuestra los resultados mensuales del POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

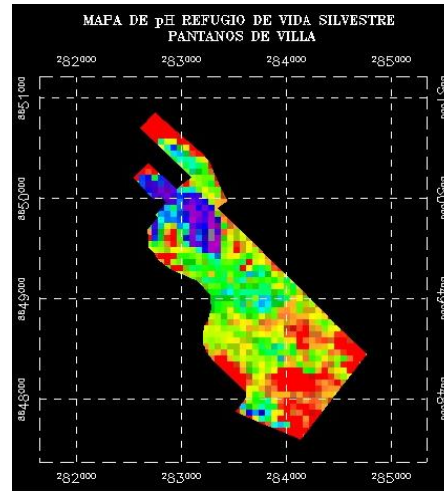


VERANO

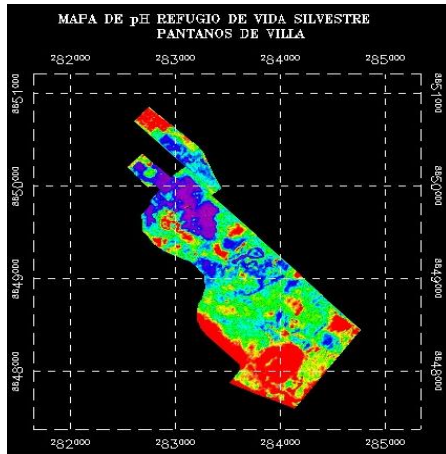
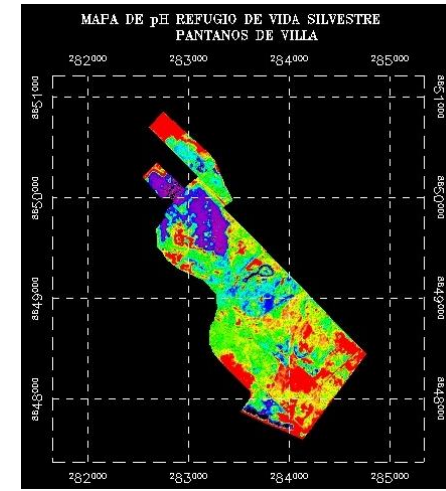
01 E



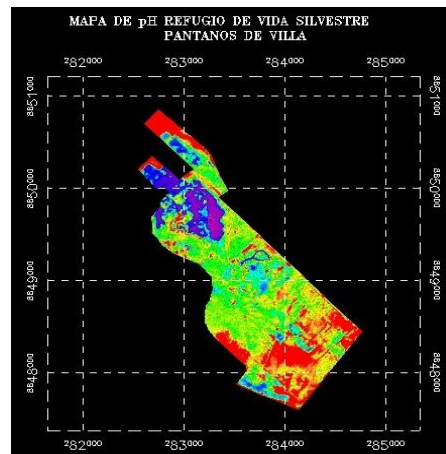
02 F



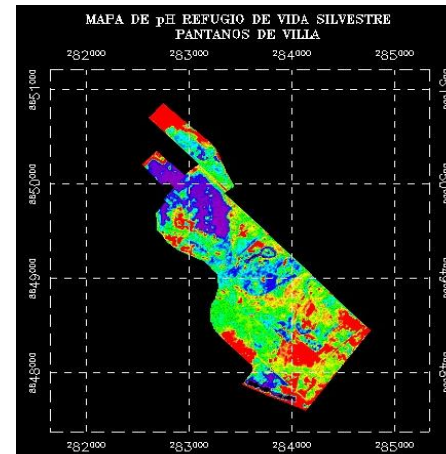
03 M



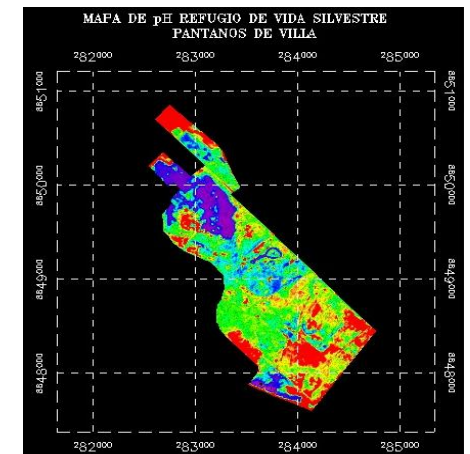
09 S



10 O



11 N



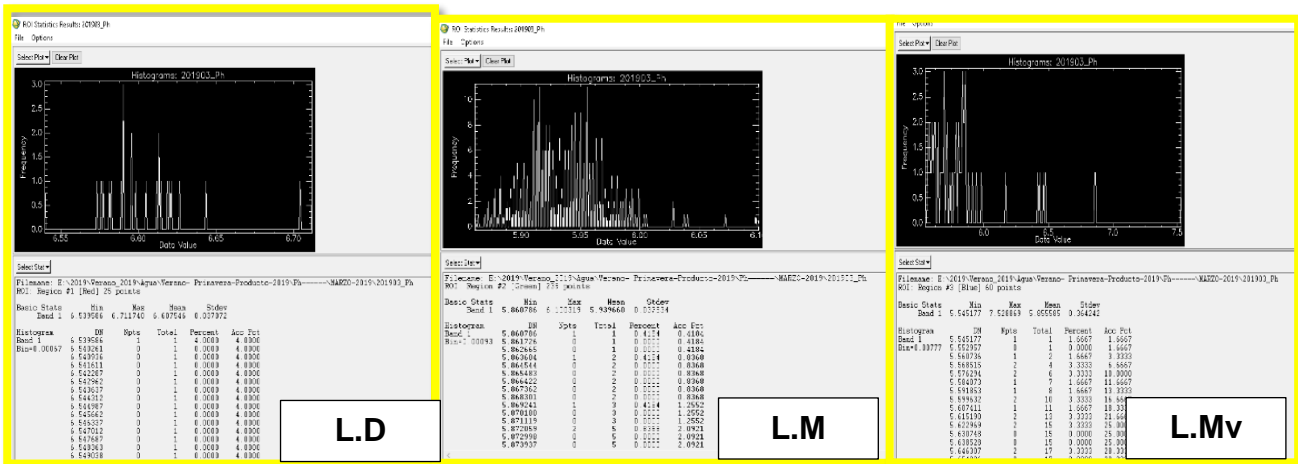
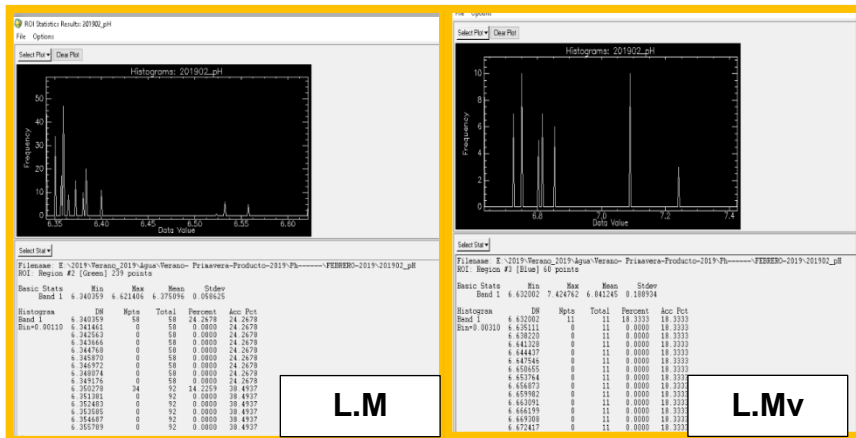
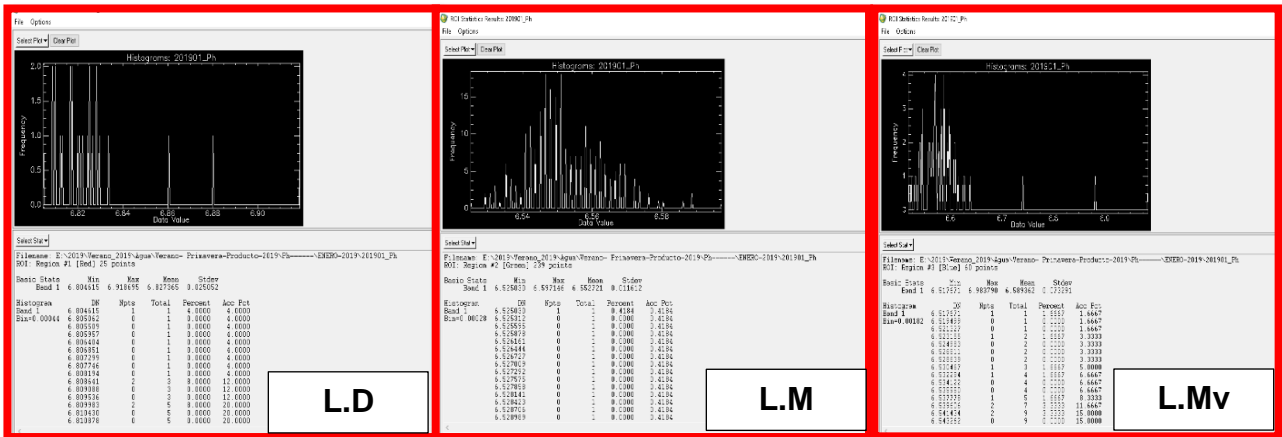
12 D

PRIMAVERA

Figura 20. Resultados mensuales del pH: V – P, 2019.



Por otro lado, en la figura 21 se muestra el L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual del pH de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).



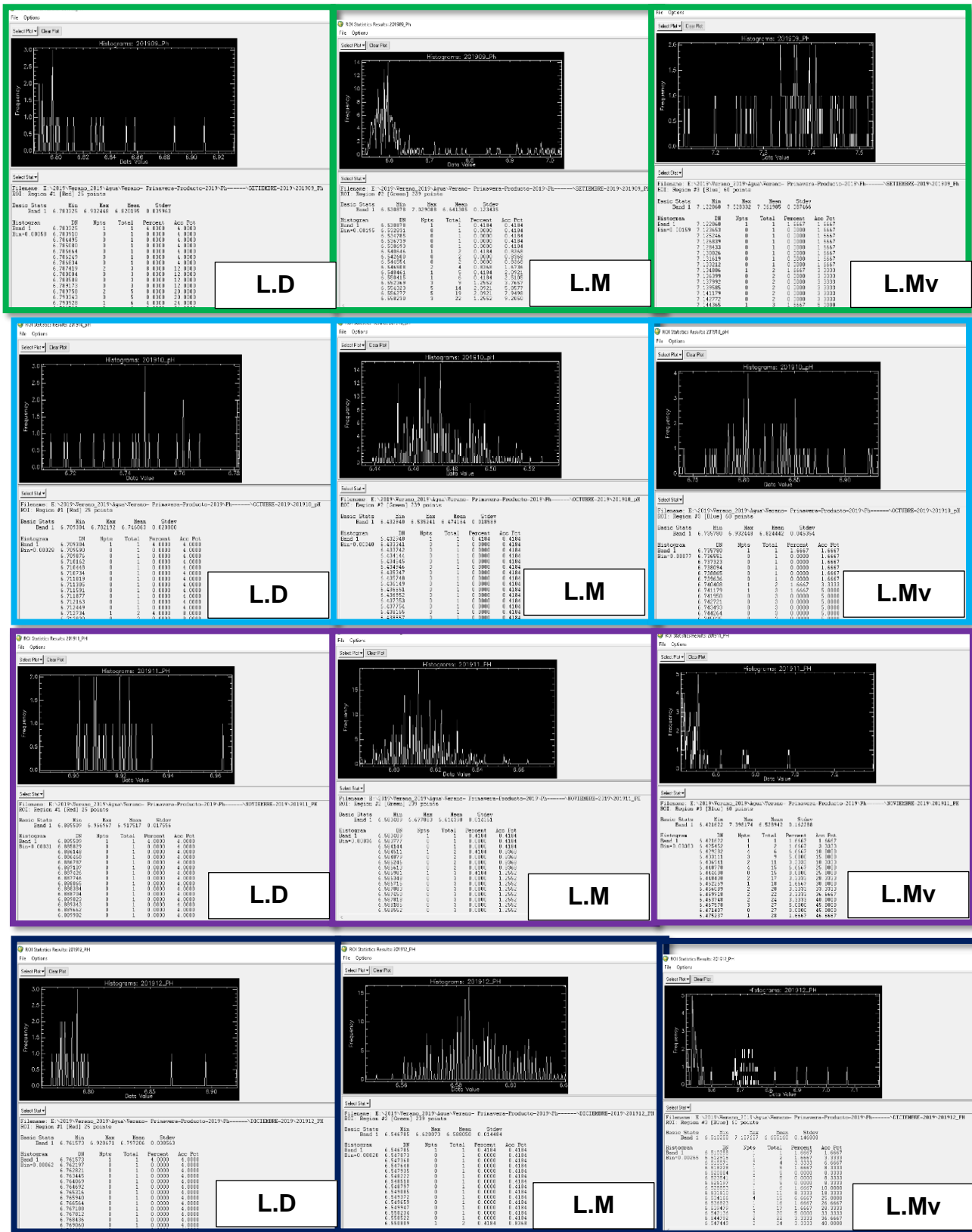


Figura 21. Datos mensuales de pH de las 3 lagunas en PV, 2019.

En la Tabla 12 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del pH de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 12. Promedio mensual del pH en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		pH			
		L. Delicias	L. Principal	L Marvilla	Promedio
Enero	1	6.827	6.552	6.589	6,7
Febrero	2	6.69	6.375	6.844	6,6
Marzo	3	6.607	5.939	5.855	6,1
Setiembre	9	6.82	6.641	7.361	6,9
Octubre	10	6.77	6.474	6.824	6,7
Noviembre	11	6.917	5.626	6.528	6,4
Diciembre	12	6.792	6.588	6.699	6,7

En la figura 22 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del pH de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

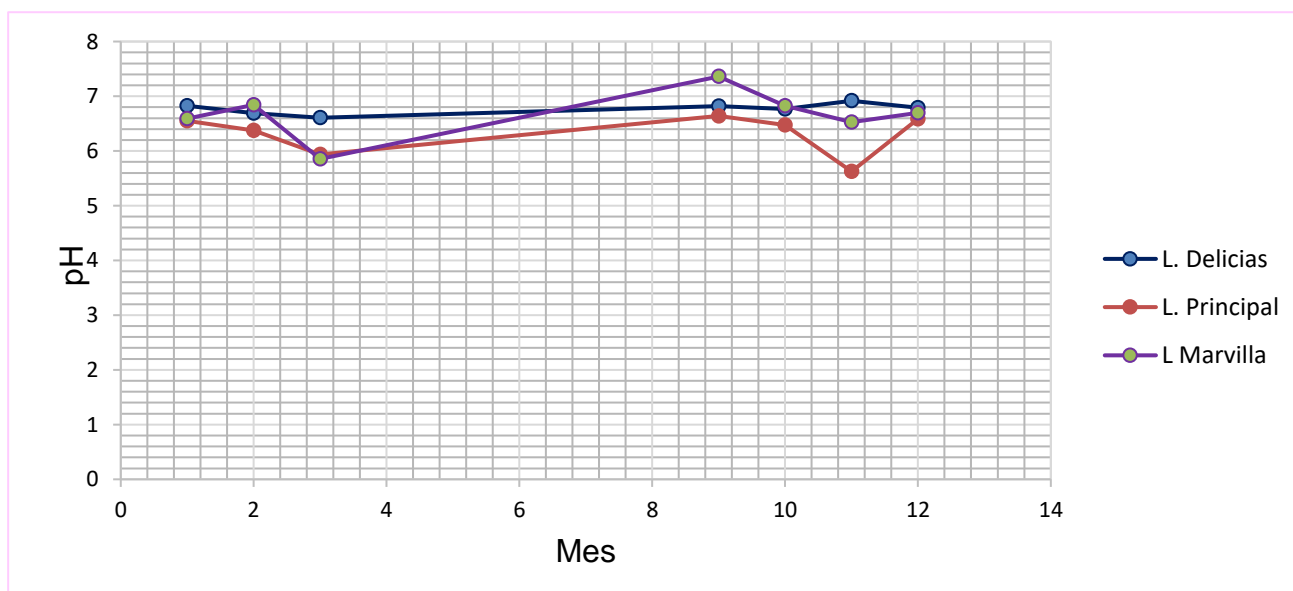


Figura 22. Variabilidad del pH de las 3 lagunas, 2019.

El agua de lagos, lagunas y ríos sanos generalmente tiene un pH de 6 y 8. Sin embargo, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Subcategoría E1: Lagunas y lagos donde el pH permitido es 6.5 a 9.0.

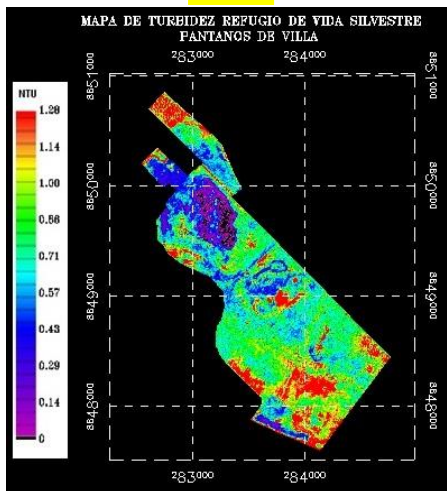
Entonces la escala de pH es 0 a 14 se tomó en cuenta lo siguiente:

- **0 a 6.99**.....Agua muy ácida.
- **7**.....Agua neutral (pura)
- **7.1 a 14**.....Agua alcalina o básica.

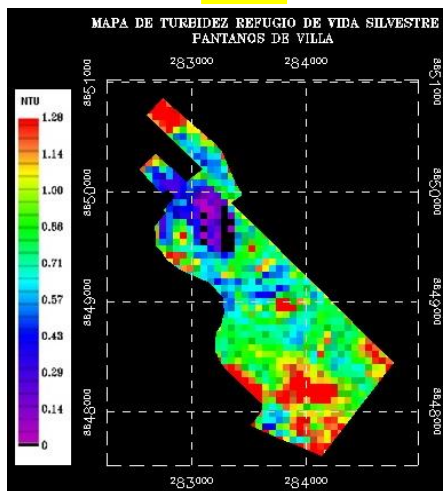
A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 23, donde se muestra los resultados mensuales turbiedad o turbidez de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

VERANO

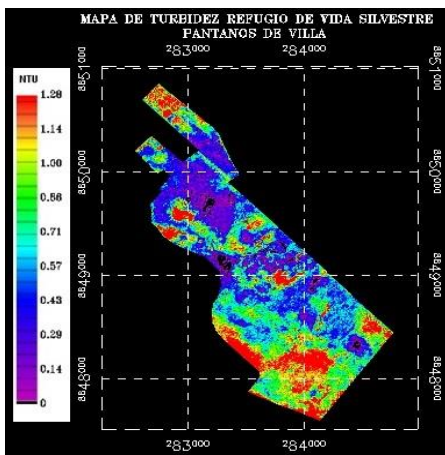
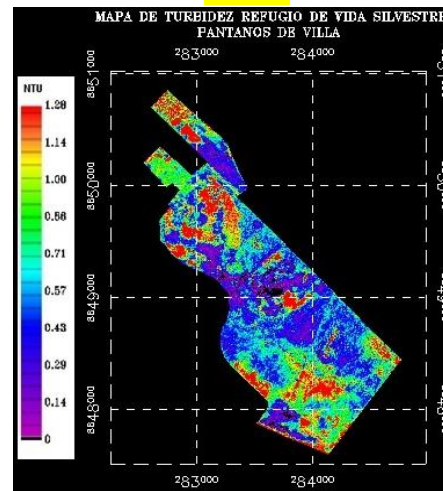
01 E



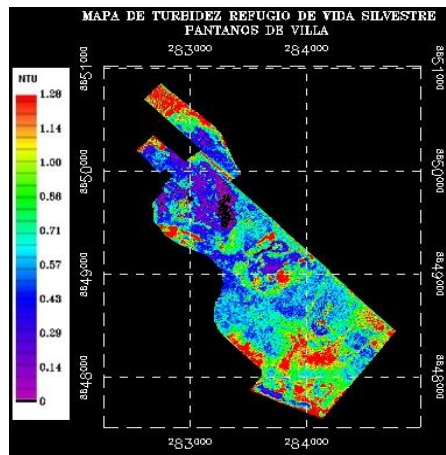
02 F



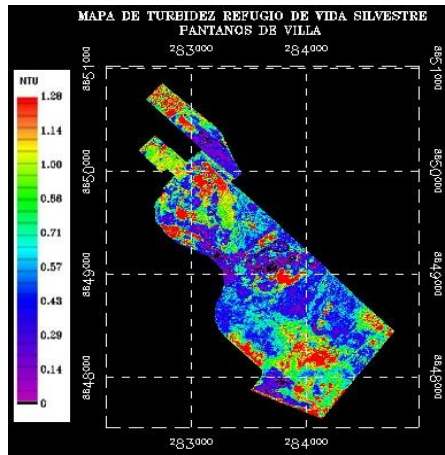
03 M



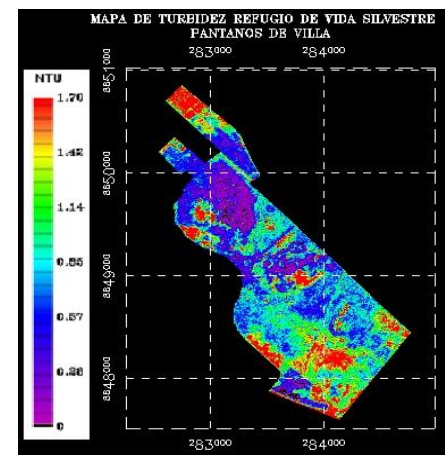
09 S



10 O



11 N

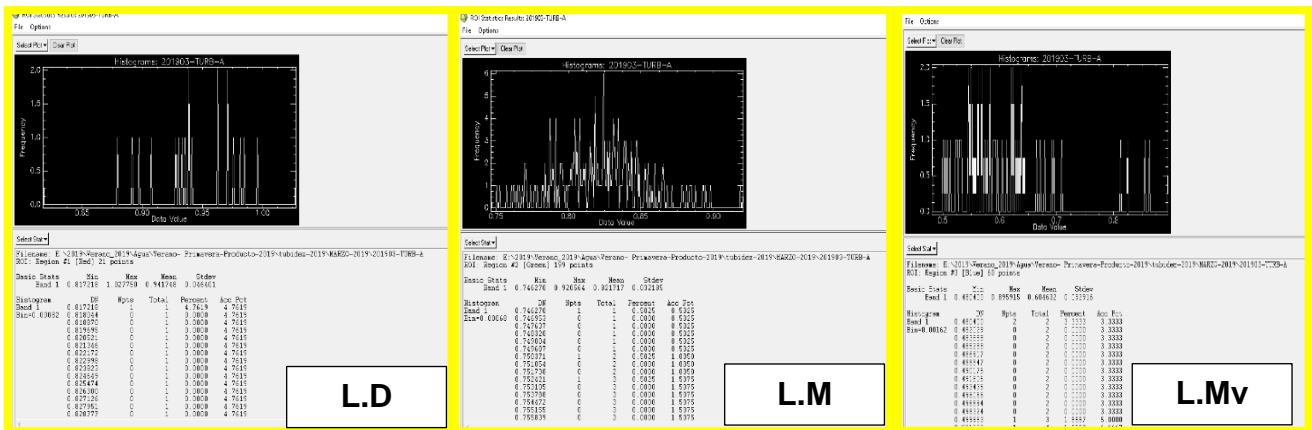
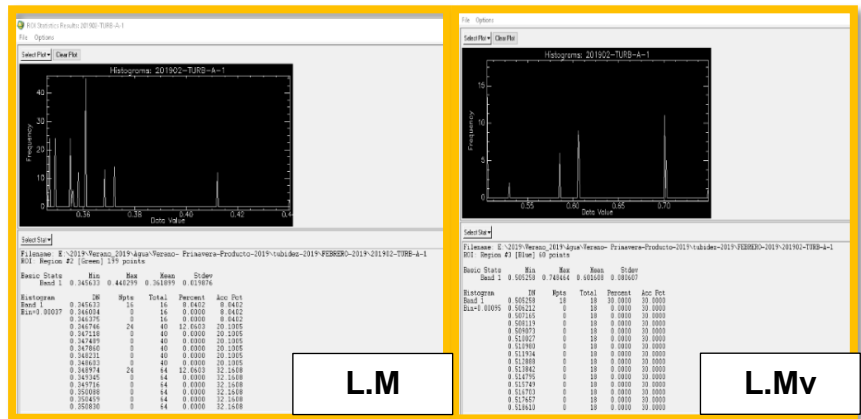
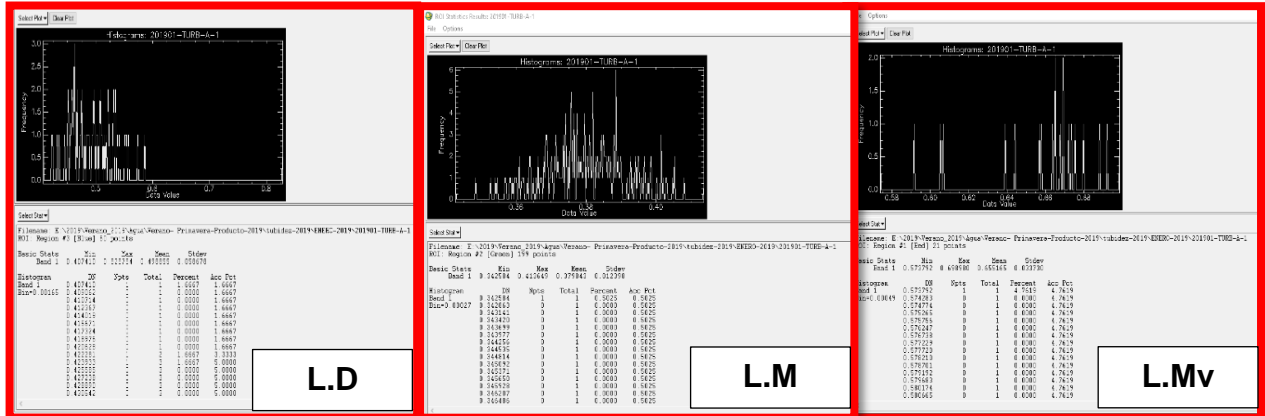


12 D

PRIMAVERA

Figura 23. Resultado mensual de TURBIDEZ: V – P, 2019.

Por otro lado, en la figura 24 se muestra la L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual de la turbidez de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).





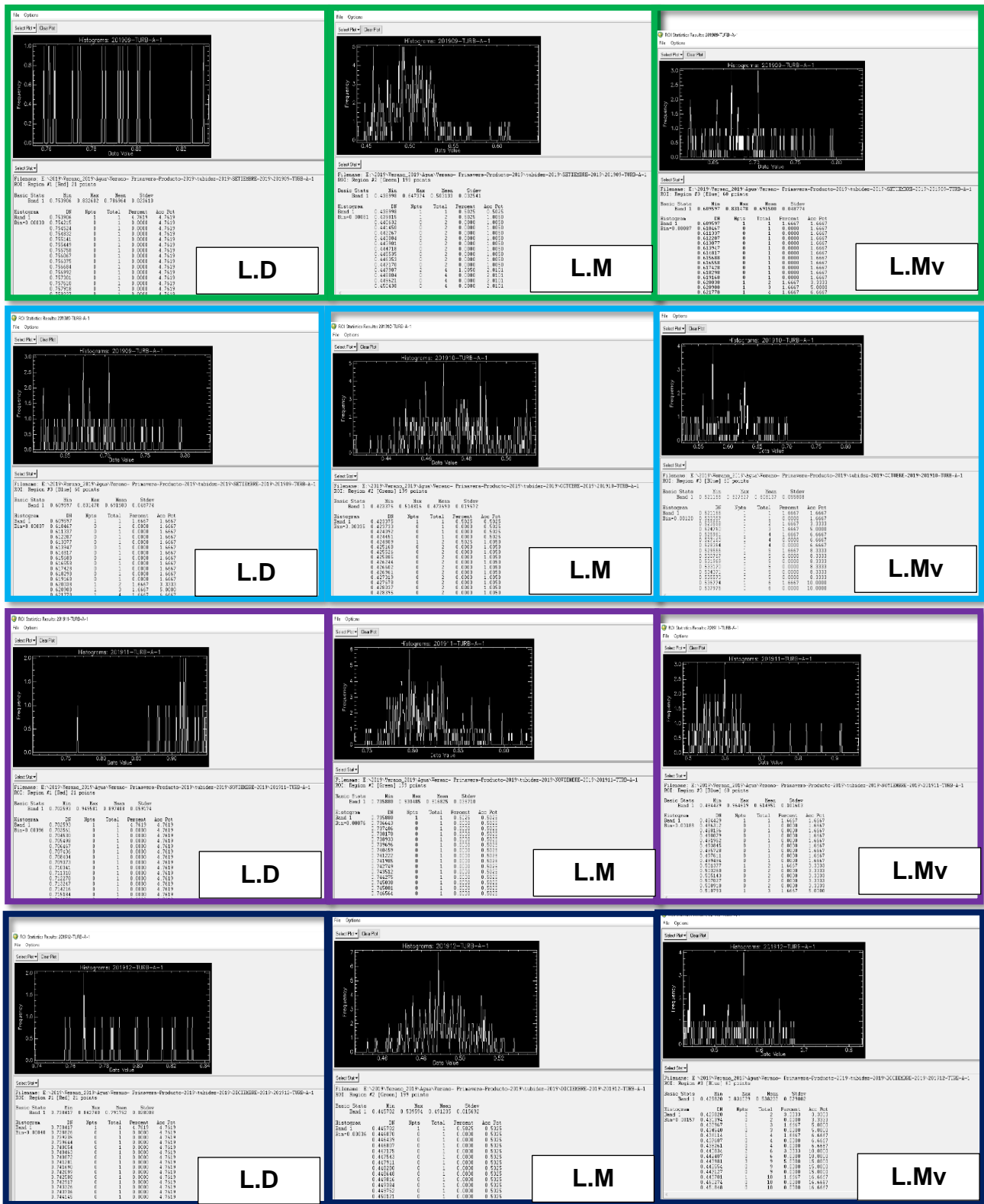


Figura 24. Datos mensuales de turbidez de 3 lagunas en PV, 2019.

En la Tabla 13 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) de la turbidez de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 13. Promedio mensual de turbidez en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		Turbidez - 2019			
		L. Delicias	L. Principal	L Marvilla	Promedio
Enero	1	0.655	0.379	0.498	0,5
Febrero	2	0.554459	0.361	0.601	0,5
Marzo	3	0.941	0.921	0.604	0,8
Setiembre	9	0.786	0.503	0.691	0,7
Octubre	10	0.691	0.473	0.608	0,6
Noviembre	11	0.897	0.816	0.614	0,8
Diciembre	12	0.791	0.491	0.538	0,6

En la figura 25 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre de la turbidez de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

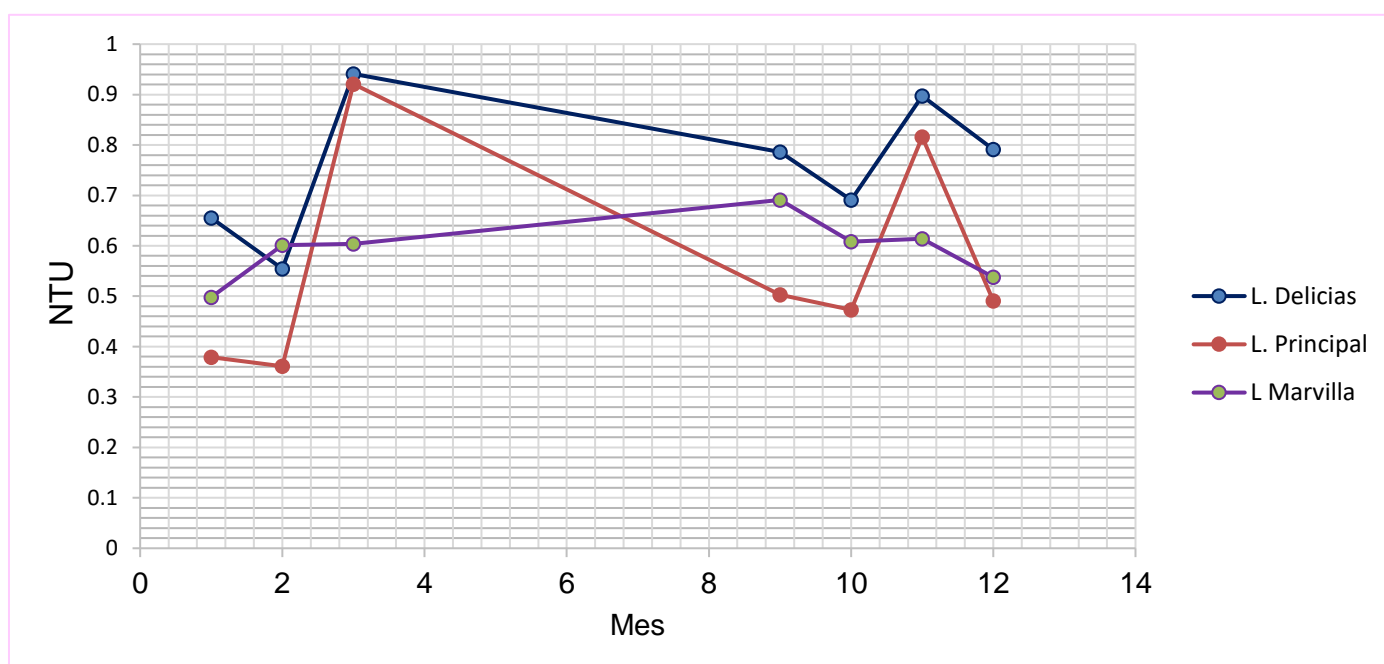


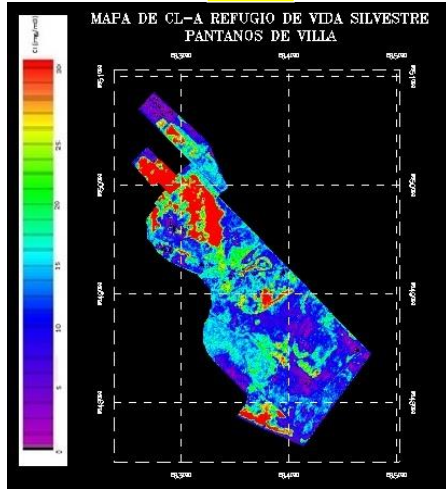
Figura 25. Variabilidad de la turbidez de 3 lagunas en PV, 2019.



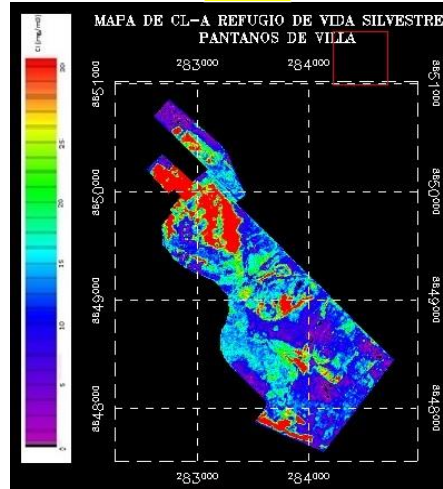
A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 26, donde se muestra los resultados mensuales de la clorofila A (CI-a) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

VERANO

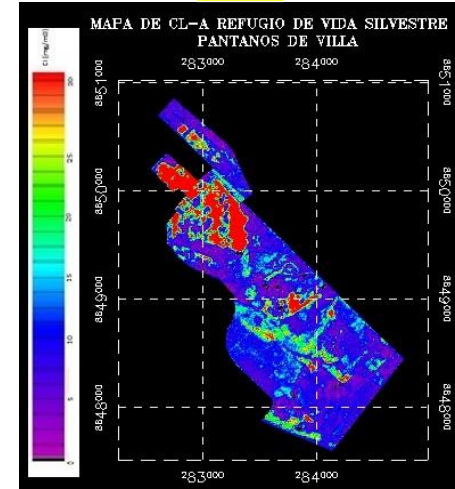
01 E



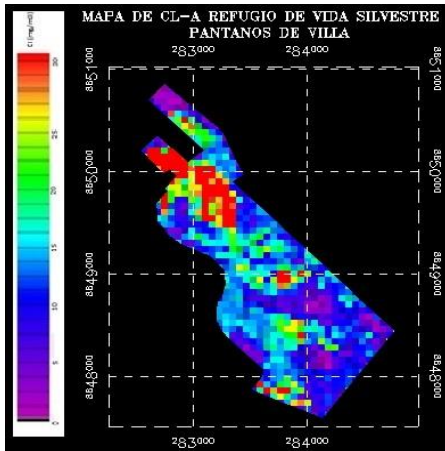
02 F



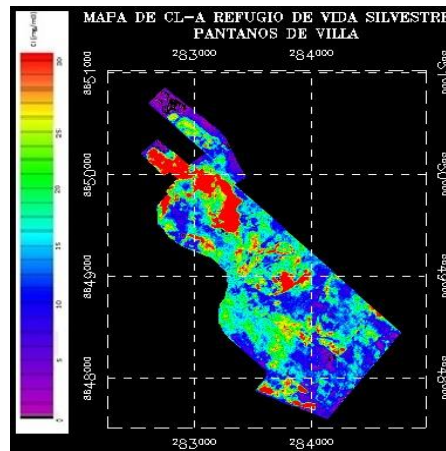
03 M



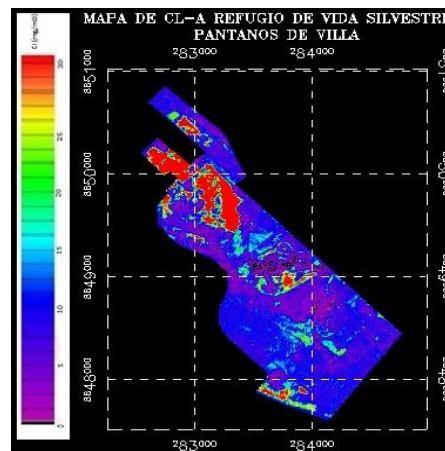
09 S



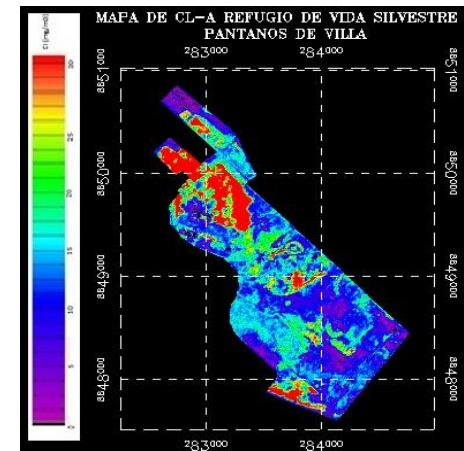
10 O



11 N



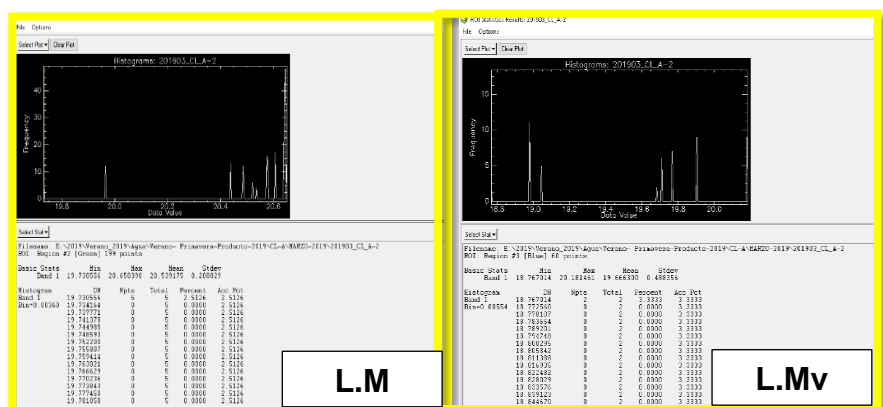
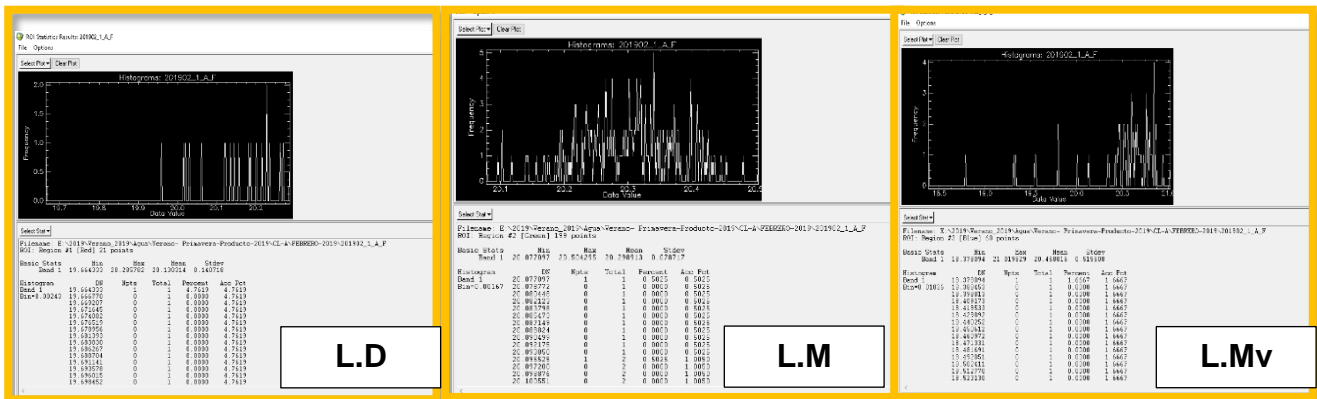
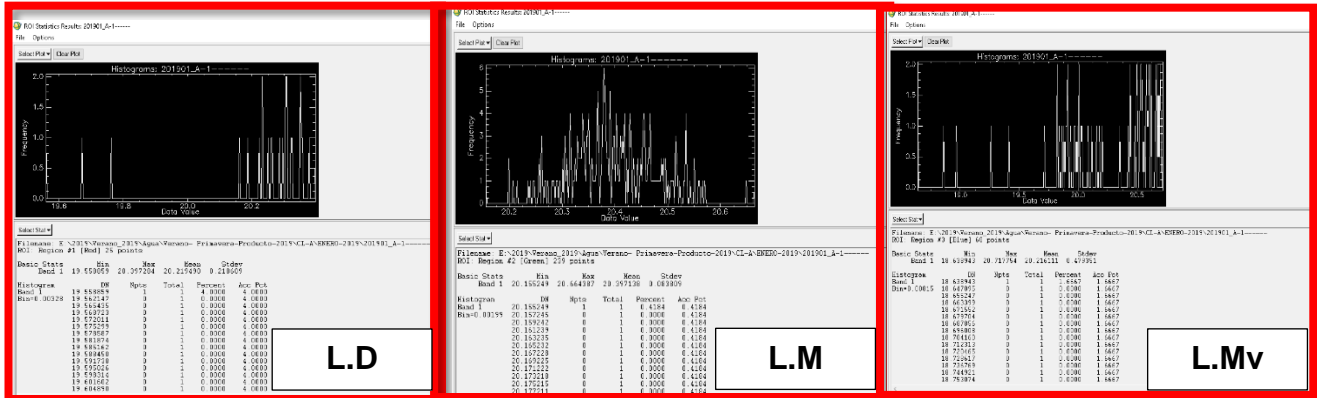
12 D



PRIMAVERA

Figura 26. Resultados mensuales de la CI-a: V - P, 2019.

Por otro lado, en la figura 27 se muestra la L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual de la clorofila A (Cl-a) de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).





En la Tabla 14 se presenta los valores representativos (verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre, diciembre) mensualmente de la clorofila A (Cl-a) de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 14. Promedio mensual la clorofila A en las lagunas en PV, 2019.

Mes		CLOROFILA A (Cl-a) - 2019			
		L. Delicias	L. Principal	L Marvilla	Promedio
Enero	1	20.219	20.397	20.216	20,28
Febrero	2	20.13	20.298	20.458	20,30
Marzo	3	20.539	20.539	19.666	20,25
Setiembre	9	20.135	20.302	20.453	20,30
Octubre	10	19.612	21.088	20.162	20,29
Noviembre	11	23.145	23.663	20.57	22,46
Diciembre	12	20.271	20.403	20.042	20,24

En la figura 28 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre de la clorofila A (Cl-a) de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

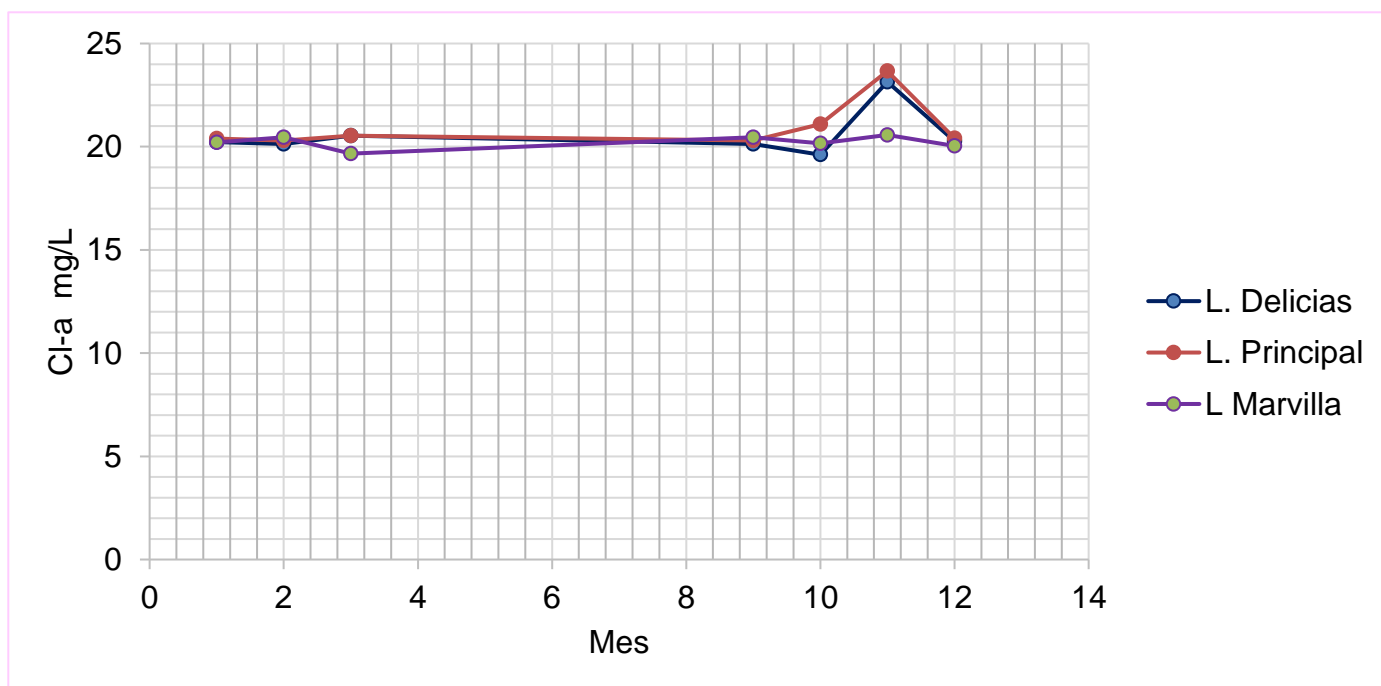


Figura 28. Variabilidad de la clorofila A de 3 lagunas en PV, 2019.

El agua de lagos, lagunas y ríos sanos generalmente tiene un pH de 6 y 8. Sin embargo, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Subcategoría E1: Lagunas y lagos donde el pH permitido es 6.5 a 9.0.

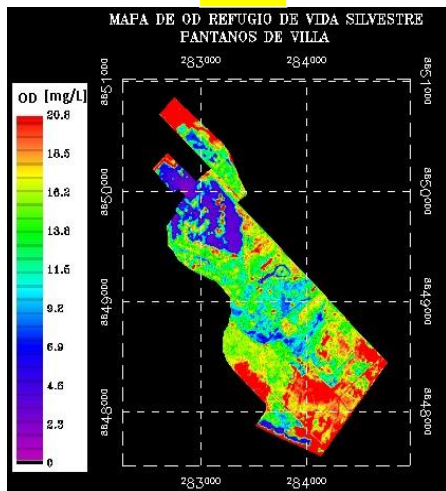
Entonces para la Clorofila A, el valor permitido es 0,008 mg/L.

A continuación, se presenta las siguientes interpretaciones de imágenes satelitales en la figura 29, donde se demuestra los resultados mensuales del oxígeno disuelto (OD) de verano (enero, febrero y marzo) y primavera (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del 2019.

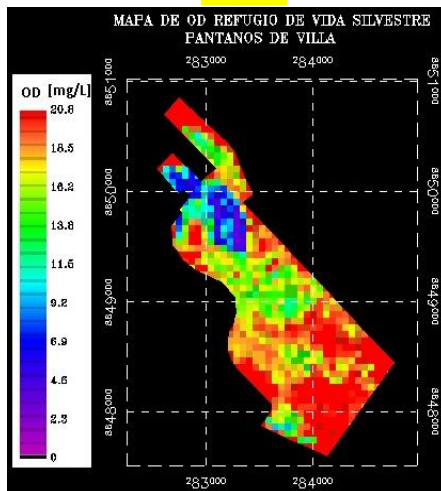


VERANO

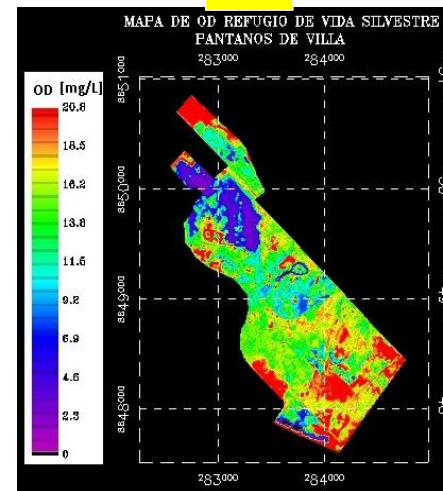
01 E



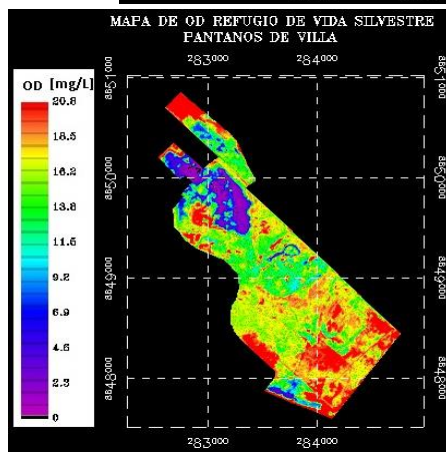
02 F



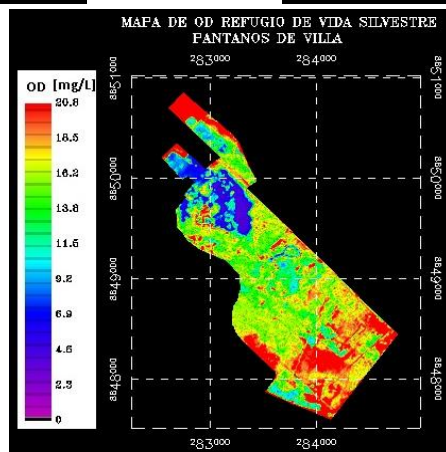
03 M



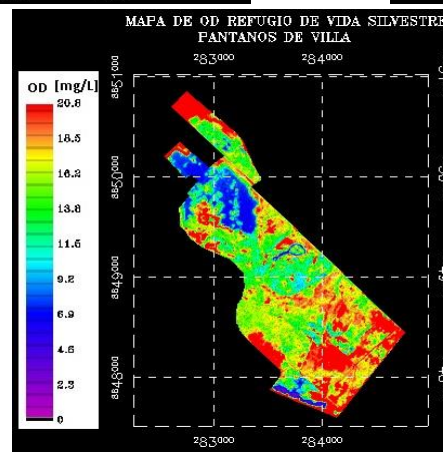
09 S



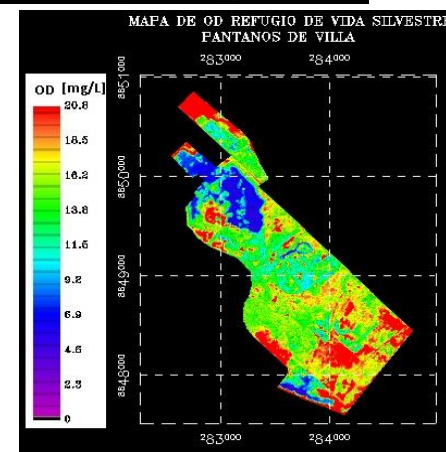
10 O



11 N



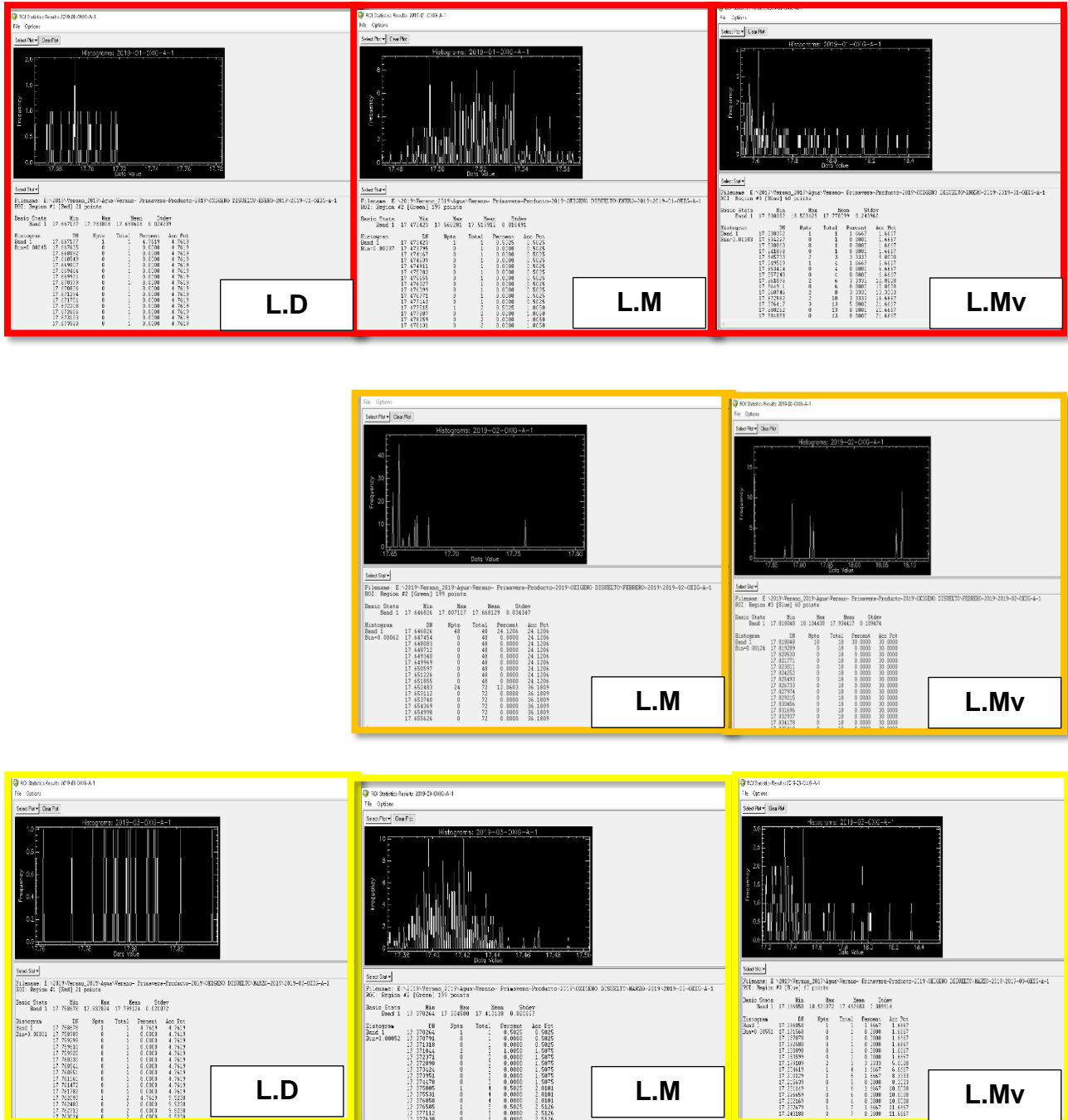
12 D



PRIMAVERA

Figura 29. Resultados mensuales de OD: V - P, 2019.

Por otro lado, la figura 30 se muestra la L. D (Laguna Delicias), L.M (Laguna Mayor) y L.Mv (Laguna de Marvilla) representó la información mensual del OD de las 3 lagunas en Pantanos de Villa (PV) del 2019 siendo cada color con un mes distinto (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre).





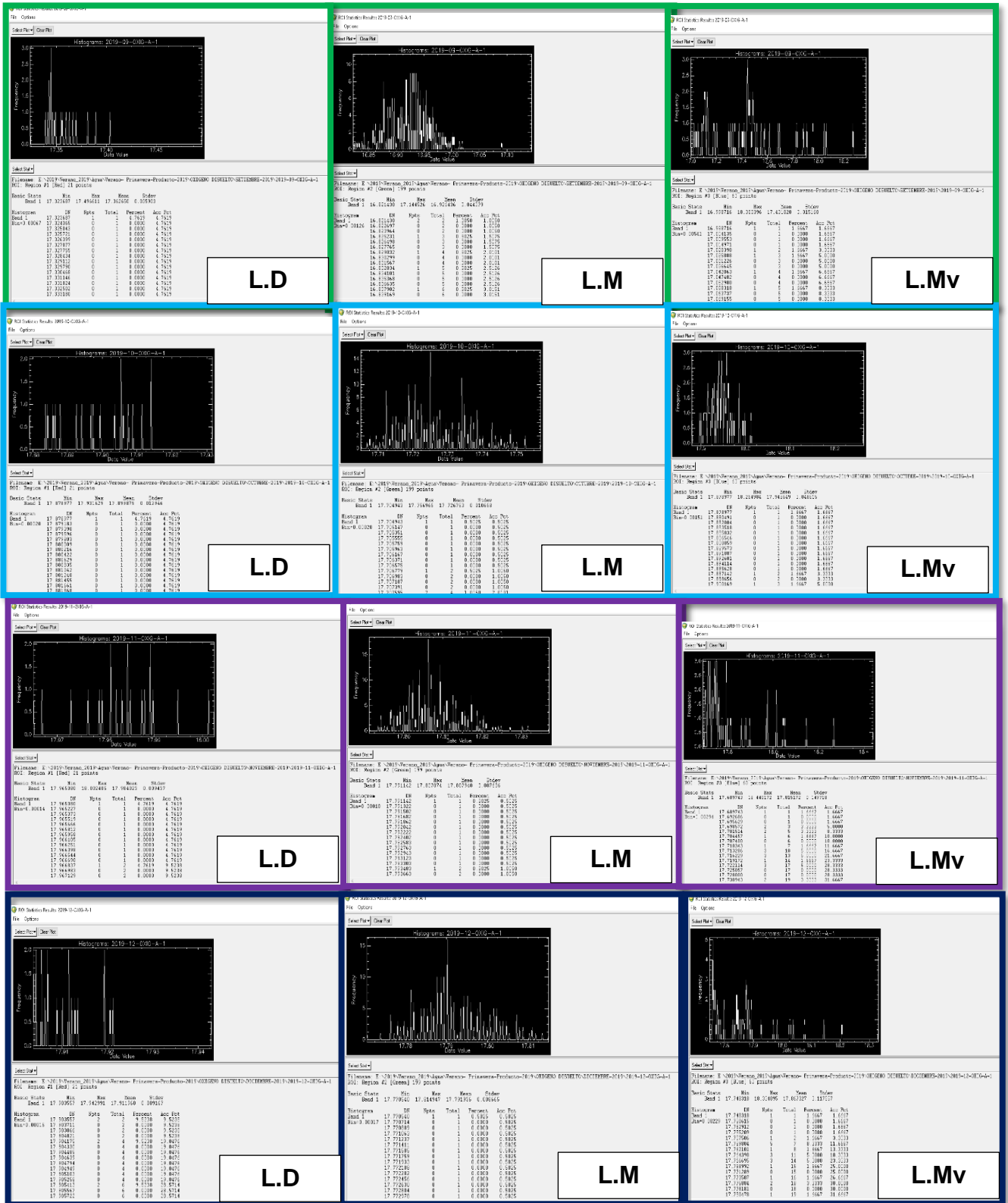


Figura 30. Datos mensuales de OD de 3 lagunas en PV, 2019.

En la Tabla 15 se presenta los valores representativos mensualmente (verano: enero, febrero, marzo; primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del OD de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa del 2019.

Tabla 15. Promedio mensual del OD en las 3 lagunas en PV, 2019.

Mes		Oxígeno disuelto			
		L. Delicias	L. Principal	L Marvilla	Promedio
<b>Enero</b>	<b>1</b>	17.688	17.519	17.778	17,66
<b>Febrero</b>	<b>2</b>	17.853	17.668	17.934	17,82
<b>Marzo</b>	<b>3</b>	17.739	17.423	17.459	17,54
<b>Setiembre</b>	<b>9</b>	17.362	16.926	17.432	17,24
<b>Octubre</b>	<b>10</b>	17.931	17.726	17.948	17,87
<b>Noviembre</b>	<b>11</b>	17.984	17.802	17.815	17,87
<b>Diciembre</b>	<b>12</b>	17.911	17.791	17.862	17,85

En la figura 31 se representa la estimación promedio de verano: enero, febrero, marzo y primavera: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del OD de las 3 principales lagunas en Pantanos de Villa, 2019.

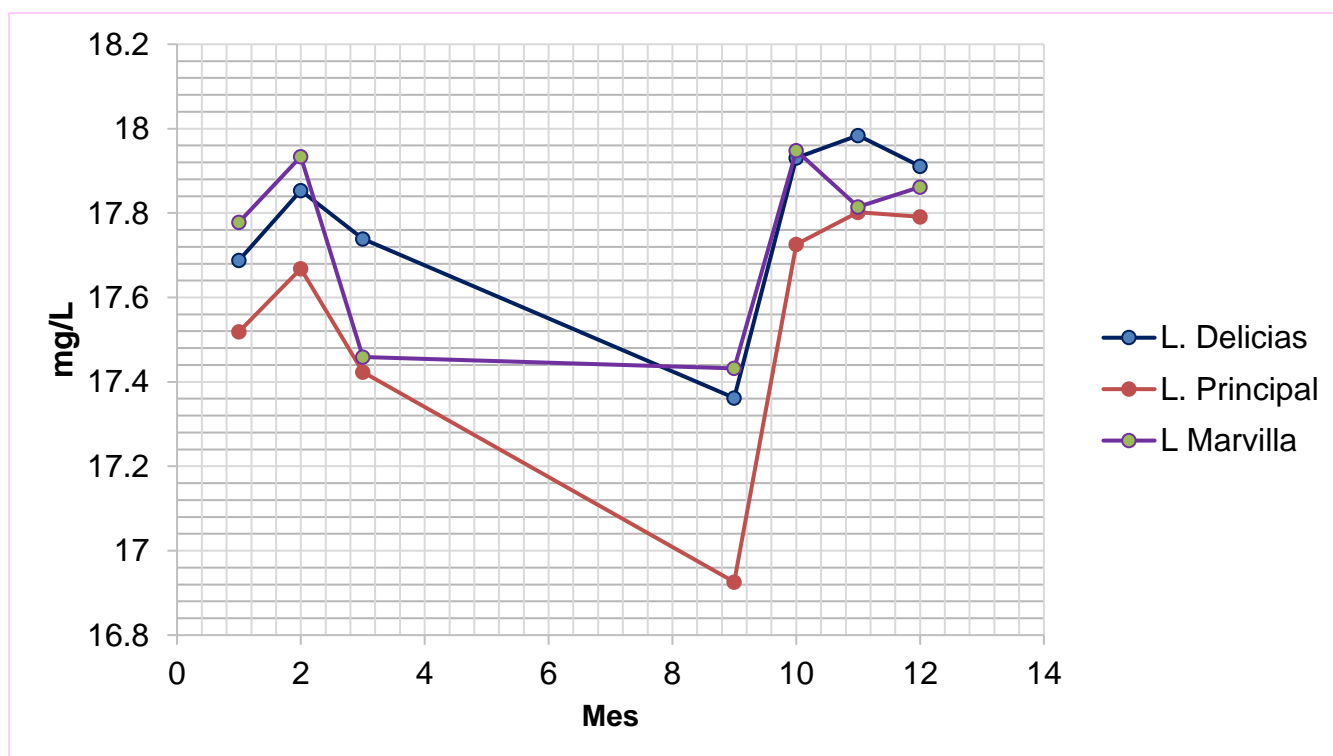


Figura 31. Variabilidad del OD de 3 lagunas en PV, 2019.

El agua de lagos, lagunas y ríos sanos generalmente tiene un pH de 6 y 8. Sin embargo, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Subcategoría E1: Lagunas y lagos donde el pH permitido es 6.5 a 9.0.

Entonces para OD (calor mínimo) el valor permitido es  $\geq 5$  mg/L

## V. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos se analizó los índices espectrales y estadísticos que guardan relación a las actividades antrópicas con la interpretación de las imágenes del NDBI, BSI y el cálculo del INRA. De ahí que, Valencia (2017) afirmó que los estudios espacio-temporales del territorio sirvieron para reconstruir y analizar las etapas ambientales determinantes del cambio de un ecosistema. Según Velázquez (2015) señaló que la clasificación de la cobertura de suelo se distribuyó en relación a las actividades humanas a partir de 10 categorías y 11 subcategorías del desarrollo antrópico evaluados con el índice de fragmentación, dando como resultado el 50% del primer periodo de estudio de 1979 al 2010, ya que se dio el incremento de las coberturas antrópicas en el Manglar del estado de Oaxaca, México muy similar a la forma de análisis del Índice que evalúa la antropización. Por otro lado, Plaza et al. (2017) consideraron en el INRA un rango de 0 a 100 para evaluar la cantidad que incidía antrópica en el ecosistema de alta montaña con valores de 0 a 12.5 de antropización. No obstante, Forero et al. (2017) indicaron que la incidencia antrópica no fue considerada una variación notable en el cuerpo de agua del río Cauca en el Valle del Cauca pese al máximo de 0,001443 de las acciones antrópicas.

Sin embargo, De Medeiros (2020) indicó que la continuidad de la intervención antropogénica en los humedales costeros (el manglar) fomentó la desaparición de este ecosistema a largo plazo. Además, Forero, Zabal y Alberto (2016) consideraron en sus estudios, las actividades industriales y los asentamientos urbanos, así como Rodríguez y Salgado (2019) relacionaron la idea acerca de las actividades urbanas como los mayores causantes de incidencia antrópica en los cuerpos de agua, también Leite et al. (2019) indicaron que las lagunas fueron afectadas por la agricultura, la urbanización y Blanco et al. (2020) señala que la actividad humana influye en la calidad del agua. Según Claudia, (2017) señaló una mayor incidencia antrópica del río Cauca porque posiblemente influyó el fenómeno demográfico y social de retorno masivo, productivo que cambiaron las condiciones de orden político debido al incremento poblacional siendo en las zonas rurales las más relevantes en el análisis de la actividad antrópica.

Para determinar los índices espectrales que permitieron conocer la variabilidad espacial y el temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas fueron mediante el NDWI y el NDVI reflejados en el estado vegetación, ya que requiere de una buena calidad del agua donde los resultados fueron corroborados con Aponte y Ospina (2019) que demostraron que los análisis del NDVI, muestra umbrales para identificar humedales en periodos de escasa precipitación que varían entre 0,270 y 0,600; vegetación de tipo gramínea entre 0,130 y 0,200, para zonas con cobertura de tipo matorral de 0,04 a 0,14, y para espacios considerados como tierra sin cobertura vegetal de 0,02 a 0,06, evaluados en una imagen Landsat TMapeador ematic (TM) presenta valores más altos ya que el tipo de imagen resultó ser de mayor resolución y el estado de la vegetación muy activa. Asimismo, Flores y Aponte (2020) indicaron que RVSPV tuvo un incremento del área sin vegetación mediante los análisis del NDVI que mostró valores de 0.559% a 17,049% entre 2004 y 2018 debido a la incidencia antrópica.

Para identificar los parámetros biológicos de la calidad del agua que influyen en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en Pantanos de Villa, se utilizó algoritmos, comprobados por los siguientes autores: Quiroz (2019) estimó el pH con las bandas 8 y 12; asimismo, Delegido et al. (2019) utilizaron las bandas 2 y 3 para la turbidez; además, Delegido et al. (2016) y MCELIECE, R et al. (2020) estimaron la clorofila A con las bandas 3 y 4. De la misma manera, Delegido et al. (2019) consideraron la banda 4 para estimar el oxígeno disuelto. Se identificaron los parámetros físicos y biológicos de la calidad del agua que influyen en la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua por medio de las imágenes satelitales codificadas por el sensor Sentinel 2.

Asimismo, SÁNCHEZ (2020) identificó 4 empresas aledañas (Frisana S.A.C.: camal Informal que afectó el canal de agricultores/ganaderos; ESMERALDA CORP S.A.C.: camal informal que afectó camal de horticultores; Eckerd Perú S.A.: Almacenes Inretail Pharma S.A, que afectó el canal de los granjeros; Corporación SAVAR: Locales de alquiler (Corporación Logística) afectó el canal de agricultores) con uso industrial del agua que vertían a los canales de abastecimiento de agua a los Pantanos de Villa, afectando el área de amortiguamiento; además, los resultados señalaron que el agua residual de los camales tienen concentraciones

elevadas de DBO y concentración de nitrógeno por el alto contenido de sangre en el agua residual. Por otro lado, las encuestas indicaron que el 72 % de la población realiza el lavado de ropa como principal uso del agua en las habilitaciones cercanas a las instalaciones de la lavandería, el 37% de los encuestados se opone a dejar de utilizar dichas instalaciones, a pesar de la llegada de los servicios de SEDAPAL, porque lavando en esa zona obtuvieron un mayor ahorro monetario. Sin embargo, el 27% del total encuestado priorizó las actividades económicas del lavado antes que el medio ambiente, pese al daño al RVSPV. Dicho autor utilizó encuestas “in situ” para identificar las actividades antrópicas y parámetros de calidad de agua.

Con respecto a los parámetros físicos y biológicos, que se obtuvieron fueron entre 6.1 (marzo) y 6.9 (septiembre) de pH cumpliendo con el ECA de calidad del agua, los valores de turbidez entre 0.5 NTU y 0.8 NTU, oxígeno disuelto entre 20.87 mg/l y mínimo 20.24 mg/L y la clorofila A demostraron 20.24 mg/ L diciembre y 22.46 noviembre mg/ L, siendo codificado con el sensor Sentinel 2, interpretando las imágenes satelitales y aplicando los logaritmos matemáticos con el fin de evaluar las mensualmente la calidad del agua.

Los índices espectrales y el estadístico guardaron relación con las actividades antrópicas debido a la relación del NDVI que permitió identificar el estado de vegetación por medio de los valores negativos (plantas muertas) y los valores positivos (plantas enferma); también el NDWI consideró los valores negativos (ausencias de agua o alta evaporación de agua en la zona de estudios) y los valores positivos (agua con sedimentos), los siguientes índices pertenecen al estudio del área total de Pantanos de Villa como; (NDBI) expresan valores negativos que explica la ausencia de edificación en todo el área, el BSI: los valores obtenidos son mayores de 600.4 llegando a 6338.908 lo que da a entender los suelos abiertos y desnudo

De ahí que, Valencia (2017) afirmó que los procesos de transformación del territorio afectaron drásticamente los ecosistemas de Puracé debido a las acciones antrópicas; sin embargo, el análisis del territorio en los últimos 50 años a través de herramientas como: la historia ambiental, el análisis del discurso en torno a las percepciones de los actores involucrados y los estudios espacio-temporales del territorio sirvieron para reconstruir y analizar los cambios del ecosistema. Dicho

esto, Valencia y Figueroa (2017) dieron a conocer las presiones antrópicas como: a) ganadería; b) el turismo: como la actividad económica más importante c) quemadas persuadidas por el hombre para controlar la vegetación y preparación de la tierra agrícola, d) los procesos de extracción de recursos naturales, por ejemplo: madera, paja, plantas medicinales, pesca de fundición y caza de animales silvestres, entre otros e) la infraestructura asociada a la carretera, en esta misma categoría, presentó un camino de acceso a la laguna; f) la alteración del ciclo hidrológico como resultado de la variabilidad y el cambio climático, asociado a prácticas de transformación de tierras, por ejemplo: la canalización o drenaje de humedales y la degradación de la vegetación que ocurre en dicho ciclo, y g) agricultura practicada en áreas vecinas que podrían extenderse al sistema de lagunas en el futuro.

Para evaluar la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa – 2019, se logró identificar con el NDWI los cambios de las 3 lagunas de pantanos de villa mensualmente entre las estaciones de verano y primavera, ya que al aproximarse al valor positivo representa mayor presencia de cuerpo de agua y abundante vegetación, puesto que necesita buena calidad de agua para su expansión y mediante el índice estadístico (INRA) se consideró el 29% de actividad antrópica obtenida en la categoría E = Zona urbana muy densa (actividad industrial, turismo y transporte), ya que los valores más altos de antropización se dieron en la figura 9; UA (2): 72,75, UA (7): 56,50, UA (8): 63,25, UA (14): 54,00, UA (19): 48,00, pertenecientes a las 3 lagunas estudiadas debido a su alto el grado de incidencia antrópica que propiciaron la disminución vegetativa en Pantanos de Villa.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados mostrados, el análisis y la discusión, se aplicó dos metodologías para la variabilidad espacial y temporal de la calidad de agua en relación de las actividades antrópicas, tales como: aplicación de algoritmos matemáticos e interpretación de imágenes satelitales, logrando estimar los valores de los parámetros físicos y biológicos, índices espectrales y un estadístico en RVSPV del 2019. Entre los resultados más resaltantes tenemos:

1. Se analizó los índices espectrales y estadísticos en las lagunas (delicias, mayor y maravilla). El valor de -1 a +1 representa el buen o mal estado de la vegetación, el cuerpo de agua, la estructura calculada con NDV, NDBI, NDWI, BSI e INRA (varía de 0 a 100, donde 0 son los valores de UA con nula antropización y 100 son valores muy altos como en las 3 lagunas en Pantanos de Villa del 2019, equivalente a 49.94 de antropización).
2. Se han identificado indicadores espectrales y estadísticos relacionados con las actividades humanas que pueden afectar la calidad del agua de Pantanos de Villa en 2019. Por ello, se interpretó en base a los rangos que dio como resultado  $\uparrow$  INRA DP  $\uparrow$  BSI y NDBI, pero el  $\uparrow$  INRA IP  $\downarrow$  NDVI Y NDWI.
3. Se identificaron parámetros físicos (pH, turbidez) y biológicos (oxígeno disuelto, la clorofila A) respecto a la calidad del agua que inciden en los cambios espaciales y temporales en los cuerpos de agua en Pantanos de Villa - 2019, comparados con el D.S N ° 0042017-MINAM acerca del (ECA) para el agua, Categoría 4: Protección del medio ambiente acuático; Subcategoría E1: Estanques y lagos con un valor de pH permitido de 6.5 a 9.0.
4. Para evaluar la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019 se realizó mediante el NDWI, los parámetros: físico, biológicos y la estimación de la categoría E= Zona urbana muy densa (actividad industrial, turismo y transporte) del INRA que se obtuvo el 29% de actividad antrópica en la RVSPV.



## RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta las observaciones espectrales a fin de prevenir inundaciones, vertimiento de aguas residuales y proliferaciones de residuos sólidos alrededor de pantanos, se logró monitorear la expansión o reducción de los cuerpos de agua del distrito de Chorrillos para la preservación del RVSPV.
2. Contar con imágenes satelitales de aproximadamente 10 años a más para monitorear la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas para una mejor apreciación del cálculo del INRA, parámetros fisicoquímicos y encuestas a la población para identificar las actividades antrópicas más frecuentes.
3. Indagar en los métodos estadísticos multivariados y otros (regresión lineal múltiple multivariada y jerárquicos) para analizar la calidad del agua en el espacio - tiempo utilizando diferentes tipos de índices espectrales.
4. Obtener imágenes satelitales brindadas por CONIDA (Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial), ya que presenta una alta resolución en el reconocimiento de la cobertura de suelo que ayudaría a mejorar la precisión del monitoreo y la incidencia de las actividades antrópicas en los cuerpos de agua.
5. Realizar salida a campo para obtener los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos "in situ" y/o llevarlos a analizar a un laboratorio certificado por INACAL para comparar, analizar la variabilidad espacio - tiempo de la calidad del agua.
6. Sugerir a los futuros investigadores que cuenten con un espectrómetro que logre medir las firmas espectrales para realizar las correcciones atmosféricas más exactas de la zona de estudio.

## REFERENCIAS

ABALANSA, Samuel et al. Social-Environmental Analysis for the Management of Coastal Lagoons in North Africa. *Frontiers in Environmental Science* [on line]. 2020, september - march, Vol 8(37). [Consultation date: June 20, 2020]. ISSN: 2296-665X. DOI:10.3389/fenvs.2020.00037.

Disponible en <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00037>

ALLAFTA, Hadi y OPP, Christian. Spatio-temporal variability and pollution sources identification of the surface sediments of Shatt Al-Arab River, Southern Iraq. *Scientific Reports* [on line]. vol. 10, 24 April 2020 [fecha de consulta: 20 April de 2020]. DOI: 10.1038 / s41598-020-63893-w.

Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41598-020-63893-w.pdf>

ANDER-EGG, Ezequiel. *Técnicas de investigación social* [en línea]. 24ªed. Buenos Aires: LUMEN, 1995 [fecha de consulta 20 junio 2020]. ISBN: 9507245138.

Disponible en <https://epiprimero.files.wordpress.com/2012/01/ander-egg-tecnicas-de-investigacion-social.pdf>

ANDER-EGG, Ezequiel. *Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social* [en línea]. Córdoba: Lumen, 2011 [fecha de consulta: 20 junio 2020]. ISBN: 9789875912717.

Disponible en <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Aprender-a-investigar-nociones-basicas-Ander-Egg-Ezequiel-2011.pdf.pdf>

ANSPER, Ave and ALISKAS, Krista. Retrieval of Chlorophyll a from Sentinel-2 MSI Data for the European Union Water Framework Directive Reporting

Purposes. Remote Sens [en línea].2019, Vol. 11(1), 64 [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en <https://doi.org/10.3390/rs11010064>

APONTE, Héctor. Humedales de la Costa central del Perú: Un diagnóstico de los humedales de Santa Rosa, laguna El Paraíso y Albufera de Medio Mundo. [en línea]. Lima: Cooperación, Octubre 2017 [fecha de consulta 20 junio 2020].

Disponible en [https://www.academia.edu/35242909/Humedales\\_de\\_la\\_Costa\\_central\\_del\\_Per%C3%BA\\_Un\\_diagn%C3%B3stico\\_de\\_los\\_humedales\\_de\\_Santa\\_Rosa\\_laguna\\_El\\_Para%C3%ADso\\_y\\_Albufera\\_de\\_Medio\\_Mundo](https://www.academia.edu/35242909/Humedales_de_la_Costa_central_del_Per%C3%BA_Un_diagn%C3%B3stico_de_los_humedales_de_Santa_Rosa_laguna_El_Para%C3%ADso_y_Albufera_de_Medio_Mundo)

APONTE SARBIA, J y OSPINA NOREÑA, J. Evaluando el desempeño de índices espectrales para identificar humedales altos andinos. REVISTA DE TELEDETECCIÓN [en línea]. 2019, abril, 53,59-72, ISSN 1133-0953. URL: <https://doi.org/10.4995/raet.2019.10580>.

Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/334066076\\_Evaluando\\_el\\_desempeno\\_de\\_indices\\_espectrales\\_para\\_identificar\\_humedales\\_alto\\_andinos](https://www.researchgate.net/publication/334066076_Evaluando_el_desempeno_de_indices_espectrales_para_identificar_humedales_alto_andinos)ARIAS

GÓMEZ, Jesús, VILLASÍS KEEVER, Miguel y MIRANDA NOVALES, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, abril-junio, Vol. 63 (2), 201-206 DOI: 10.29262 / ram.v63i2.181.

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27174763/>

Asociación Americana de Consejería. La Enciclopedia ACA de Consejería [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020].

Disponible

en

[https://books.google.com.pe/books?id=Fj1PCAAAQBAJ&dq=Non-experimental+research+design+is+one+of+the+broadest+categories+of+research+designs&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=Fj1PCAAAQBAJ&dq=Non-experimental+research+design+is+one+of+the+broadest+categories+of+research+designs&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

ISBN: 9781119025436

BLANCO-CORONAS, Angela et al. Groundwater-SurfaceWater Interactions in “La Charca de Suárez” Wetlands, Spain. Water [en línea]. 2020, december-january, Vol 12 (2). 344 [Consultation date: June 20, 2020]. ISSN 2073-4441. DOI:10.3390/w12020344

Disponible

en

[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:\\_CyaiNWmEVIJ:https://www.mdpi.com/2073-4441/12/2/344/pdf+&cd=7&hl=es&ct=clnk&gl=pe&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_CyaiNWmEVIJ:https://www.mdpi.com/2073-4441/12/2/344/pdf+&cd=7&hl=es&ct=clnk&gl=pe&client=firefox-b-d)

CAI, Zhixiong. Chapter 1 - - Introduction [on line]. LI, Feiming, RONG, Mingcong, LIN, Liping, YAO, Qihong, HUANG, Yipeng, CHEN, Xi, WANG, Xiaoru. Novel Nanomaterials for Biomedical, Environmental and Energy Applications [en línea]. Edited by CHEN, Xi y WANG, Xiaoru. 2019 [Consultation date: June 20, 2020]. ISBN: 978-0-12-814497-8

Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814497-8.00001-1>

CESTI ALVARADO, M. Impactos ambientales generados por la actividad turística en Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa [en línea]. Tesis de Licenciatura. Universidad César Vallejo, Lima, 2019. [Consultado 19 de octubre 2020].

Disponible

en

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46634/Cesti\\_AMG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46634/Cesti_AMG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DE MEDEIROS, A et al. Anthropogenic interference in mangrove areas of the mundaú-manguaba estuarine lagoon complex (CELMM), Alagoas (Brazil) as a case study. *Ciencia Rural*.50 (10) 2020, 1-10. ISSN: 01038478. DOI: 10.1590/0103-8478cr20200356.

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85093907153&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=anthropic+activity+in+lagoons&st2=&sid=cf499ef6a306751090e736988b3c75a2&sot=b&sdt=b&sl=44&s=TITLE-ABS-KEY%28anthropic+activity+in+lagoons%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=>

FLORES, Nathalie, CASTRO, Irene y APONTE, Héctor. Evaluación de las unidades de vegetación en Los Pantanos De Villa (Lima, Perú) mediante sistemas de información geográfica y teledetección. *Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales*. Arnaldoa [en línea].2020, enero-abril, Vol 27.176-185 [fecha de consulta 20 junio 2020]. ISSN 2413-3299.

Disponible en <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27119>

FORERO BERNAL CLAUDIA et al Análisis espacio-temporal de la incidencia antrópica en la Cuenca del río Cauca, en el departamento del Valle, Colombia *Revista Perspectiva Geográfica* 22(1),2017 Junio 127-146. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v22n1/0123-3769-pgeo-22-01-127.pdf>

GHOLIZADEH, Mohammad Haji, MELESSE, Assefa M and REDDI, Lakshmi. A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. *Sensors* [en línea]. 2016, Vol 16(8), 1298 [Consultation date: June 20, 2020].

Disponible en <https://doi.org/10.3390/s16081298>

GOMEZ, Violeta. LAS 6 actividades antrópicas principales y sus efectos. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020]

Disponible en: <https://www.lifeder.com/actividades-antropicas/>

HAJI GHOLIZADEH Mohammad, MELESSE Assefa M y REDDI, Lakshmi. A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote. DOI: 10.3390/s16081298.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/8/1298>

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación [en línea]. FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 6ta edición. México, 2014, McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. [fecha de consulta: 20 junio 2020]. ISBN: 9781456223960.

Disponible en [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)

HONG, Zhendong. Evaluation of Water Quality and Heavy Metals in Wetlands along the Yellow River in Henan Province. Sustainability [en línea]. 2020, January - February, Vol 12(4). 1300 [Consultation date: June 20, 2020]. DOI:10.3390/su12041300

Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/4/1300>

JACEK, Kozak et al. The Carpathians: Integración nature y society towards sustainability. Mountain Research and Development [en línea]. 2015, Vol 35(3) Aug

305–305[Consultation date: June 20, 2020]. ISBN 978-3-642-12724-3. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1659/mrd.mm159>

JIANG, Xin et al. River ecosystem assessment and application in ecological restorations: A mathematical approach based on evaluating its structure and function. *Ecological Engineering*. [en línea]. 2014, april – may 76, 151–157. [fecha de consulta: June 20, 2020]. ISSN: 0925-8574. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.04.027

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857414001931?via%3Dihub>

KURUNC, Ahmet et al. Seasonal changes of spatial variation of some groundwater quality variables in a large irrigated coastal Mediterranean region of Turkey. *Science of The Total Environment* [en línea].2016, Vol. 554-555, 53–63 [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716303692?via%3Dihub>

LEITE, B et al. Antibiotic resistance in surface waters from a coastal lagoon of Southern Brazil under the impact of anthropogenic activities. *Revista Ambiente e Agua*. 14(5), 2019. ISSN: 1980993X. DOI: 10.4136/ambi-agua.2379

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073809697&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=anthropic+activity+in+lagoons&st2=&sid=cf499ef6a306751090e736988b3c75a2&sot=b&sdt=b&sl=44&s=TITLE-ABS-KEY%28anthropic+activity+in+lagoons%29&relpos=13&citeCnt=0&searchTerm=>

LEY N° 30806. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 25 de mayo de 2020.

LONGYANG, Qianqiu. Assessing the effects of climate change on water quality of plateau deep-water lake - A study case of Hongfeng Lake. *Science of The Total Environment* [en línea]. 2018, july-august, Vol 647.1518-153010 [fecha de consulta: June 20, 2020]. ISSN: 0048-9697

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.031>

MARE ROȘCA, Oana et al. Impact of anthropogenic activities on water quality parameters of glacial lakes from Rodnei mountains, Romania. *Environmental Research* [en línea]. 2020, september - January, Vol. 182 (109136) [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109136>

MANTEROLA, Carlos et al. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista chilena de infectología* [en línea]. 2018, julio – noviembre, Vol 35 (6). 680-688 [fecha de consulta 20 junio 2020]. ISSN 0716-1018. DOI: 10.4067/S0716-10182018000600680

Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182018000600680](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000600680)

MCELIECE, R et al. Evaluation of nearshore and offshore water quality assessment using UAV multispectral imagery. *Remote Sensing*.12(14), 2020, July. ISSN: 20724292. DOI: 10.3390/rs12142258.



Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85088657464&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Evaluation+of+nearshore+and+offshore+water+quality+assessment+using+UAV+multispectral+imagery.+&st2=&sid=bdd23f0654de1bf79a724f3dac5dc77b&sot=b&sdt=b&sl=110&s=TITLE-ABS-KEY%28Evaluation+of+nearshore+and+offshore+water+quality+assessment+using+UAV+multispectral+imagery.+%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=>

MIDDLETON, Fiona. Reliability vs validity: what's the difference? [en línea] [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en <https://www.scribbr.com/methodology/reliability-vs-validity/>

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, A. RESTAURACIÓN DE LOS CANALES EUTROFIZADOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS PANTANOS DE VILLA [en línea]. Tesis Magistral. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, 2020. [Consultado 19 de octubre 2020].

Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17439/S%C3%81NCHEZ\\_S%C3%81NCHEZ\\_ALVARO\\_HOLGER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17439/S%C3%81NCHEZ_S%C3%81NCHEZ_ALVARO_HOLGER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

THOMAS W. Edgar, DAVID O. Manz, en Research Methods for Cyber Security.[en línea] ELSEVIER. 28 de abril de 2017. [fecha de consulta: 20 de abril de 2020]. Chapter 3 - Starting Your Researc. ISBN: 9780128129302.

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/applied-research>

El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones por KEVER, Miguel [et al.]. México: Revista Alergia México [en línea], octubre 2018, vol. 65, nº4 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. DOI: 10.29262 / ram.v65i4.560.

Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v65n4/2448-9190-ram-65-04-414.pdf>

What is remote sensing?. NOAA. April 15, 2020. Disponible en <https://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html>

What is Remote Sensing?. EDT. April 20, 2020. Disponible en <https://earthdata.nasa.gov/learn/remote-sensing>

Department of the Environment. Wetlands and water quality [en línea]. [fecha de consulta: June 20, 2020]. Disponible en <https://www.environment.gov.au/water/wetlands/publications/factsheet-wetlands-water-quality>

HUAMÁN RODRÍGUEZ, Walter Eusebio et al. Conservar los Humedales Costeros de la región Lima: Una Acción Contra el Cambio Climático [en línea]. Lima. 2017 [fecha de consulta 20 junio 2020].

Disponible en <http://siar.regionlima.gob.pe/documentos/boletin-humedales-costeros-region-lima>

PAGE, Benjamin, KUMAR, Abhishek and MISHRA, Deepak. A novel cross-satellite based assessment of the spatio-temporal development of a cyanobacterial harmful algal bloom. International Journal of Applied Earth Observation and

Geoinformation [en línea]. 2018, Vol 66, april, 69-81 [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponibile en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0303243417302544?via%3Dihub>

PAHLEVAN, Nima, et al. Sentinel-2/Landsat-8 product consistency and implications for monitoring aquatic systems. Remote Sensing of Environment [on line].2019, september – october, Vol 220, 19-29 [fecha de consulta: June 20, 2020]. DOI: 10.1016/j.rse.2018.10.027.

Disponibile en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425718304814?via%3Dihub>

PEREIRA-SANDOVAL, Marcela et al. Calibration and Validation of Algorithms for the Estimation of Chlorophyll-A in Inland Waters with Sentinel-2. Limnetica [en línea]. 2018, Vol 38 (1), 471 – 487 [fecha de consulta: June 20, 2020]. ISSN: 2153-7003. DOI: 10.1109 / IGARSS.2018.8517371.

Disponibile en <https://ieeexplore.ieee.org/document/8517371>

PLAZA ORTEGA, V et al. Aplicación del índice integrado relativo de antropización (INRA), en un ecosistema de alta montaña. Revista Luna Azul, 2017, Mayo. DOI: <https://dx.doi.org/10.17151/luaz.2017.44.6>.

Disponibile en:  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3217/321750362006/html/index.html>

REIDL-MARTÍNEZ, Lucy María. Confiabilidad en la medición. Scielo [en línea]. 2013, abril-junio, Vol. 7, (6) [fecha de consulta 20 junio 2020]

ISSN 20075057

Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000200007)

Remote Sensors. EST. January 17, 2020.

Disponible en <https://earthdata.nasa.gov/learn/remote-sensors>

RODRIGUES AZEVEDO, J y SALGADO, L. Space and time variation of metal bio-availability in the estuary region of the Iguape-Cananéia estuary-lagoon complex, southeastern Brazil. Space and time variation of metal bio-availability in the estuary region of the Iguape-Cananéia estuary-lagoon complex, southeastern Brazil. Revista em Agronegocio e Meio Ambiente. 12(3) 2019, 1043-1066. ISSN: 19819951. DOI: 10.17765/2176-9168.2019v12n3p1043-1066.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85075319717&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=anthropic+activity+in+lagoons&nlo=&nlr=&nls=&sid=cf499ef6a306751090e736988b3c75a2&sot=b&sdt=b&sl=44&s=TITLE-ABS-KEY%28anthropic+activity+in+lagoons%29&relpos=14&citeCnt=1&searchTerm=>

TALEBA, M. K, TAHRAOUIB, F y KERFOUF, A. Impact of Anthropic Activity on a Coastal Environment of Ecological Interest: Stidia (Mostaganem - Algerian West). International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) [en línea]. 2015, Vol 21. 254-260 [fecha de consulta: June 20, 2020]. ISSN 2307-4531

Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/292318136\\_Impact\\_of\\_Anthropic\\_Activit](https://www.researchgate.net/publication/292318136_Impact_of_Anthropic_Activit)

y\_on\_a\_Coastal\_Environment\_of\_Ecological\_Interest\_Stidia\_Mostaganem\_-  
Algerian\_West

TOMING, Kaire et al. First Experiences in Mapping Lake Water Quality Parameters with Sentinel-2 MSI Imagery. Remote Sens. 2016, Vol 8 (8), 640 [fecha de consulta: June 20, 2020]. DOI: 10.3390/rs8080640

Disponible en <https://www.mdpi.com/2072-4292/8/8/640>

TYLERA, Andrew N et al. Developments in Earth observation for the assessment and monitoring of inland, transitional, coastal and shelf-sea waters. Science of the Total Environment. 2019, Vol 572, 1307-1321 [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en <https://sci-hub.tw/10.1016/j.scitotenv.2016.01.020>

Sensing Techniques. Sensors [en línea]. 2016, may – agosto, Vol 16(8). 1298 [Consultation date: June 20, 2020]. DOI: 10.3390/s16081298

Disponible en <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/8/1298/htm>

SEIDEL, M et al. Underwater use of a hyperspectral camera to estimate optically active substances in the water column of fresh water lakes. Remote Sensing. 12 (11), 2020, june. ISSN: 20724292. DOI: 10.3390/rs12111745.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85086479676&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=+Using+spectral+indices+derived+from+remote+sensors+for+water+quality&st2=&sid=7f8c1c6bef05d1f8637605515bd614de&sot=b&sdt=b&sl=84&s=TITLE-ABS->

KEY%28+Using+spectral+indices+derived+from+remote+sensors+for+water+quality%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm=

SERNANP. Los Pantanos de Villa [en línea] [fecha de consulta 20 junio 2020].

Disponible en <https://www.sernanp.gob.pe/los-pantanos-de-villa>

SERNANP. Prevención, tratamiento y monitoreo de conflictos socioambientales en áreas naturales protegidas de administración nacional [en línea]. Lima.2016 [Fecha de consulta 20 junio 2020].

Disponible en [http://biblioteca.spda.org.pe/biblioteca/catalogo/\\_data/20170914164812\\_Prevenicion%20tratamiento%20y%20monitoreo%20de%20conflictos%20en%20ANP-Baja.pdf](http://biblioteca.spda.org.pe/biblioteca/catalogo/_data/20170914164812_Prevenicion%20tratamiento%20y%20monitoreo%20de%20conflictos%20en%20ANP-Baja.pdf)

SULEIMAN, Muhammad Sabiu [et al]. Spatial and temporal analysis of forest cover change in Falgore Game Reserve in Kano, Nigeria. Ecological Processes [en línea]. 2017, Vol 6, (16) March [fecha de consulta 29 Abril 2020]. DOI:10.1186/s13717-017-0078-4.

Disponible en <https://ecologicalprocesses.springeropen.com/articles/10.1186/s13717-017-0078-4>

TUOVILA, Alicia. Sampling. [en línea] [Consultation date: June 20, 2020]. Disponible en <https://www.investopedia.com/terms/s/sampling.asp>

VALENCIA ROJAS, M y FIGUEROA CASAS, A. Determinación de los factores de vulnerabilidad en lagunas de alta montaña: una aproximación. Revista.

Academica. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(161):511-520, octubre-diciembre de 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.504>

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v41n161/0370-3908-racefn-41-161-00511.pdf>

VALENCIA ROJAS, M et al. (2017). CAPÍTULO 8: HISTORIA DE LAS TRANSFORMACIONES EN ECOSISTEMAS PARAMUNOS: EL CASO DEL ÁREA DE TRASLAPE DEL PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ. Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 113-133.

Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/2410>

VELÁZQUEZ SALAZAR, S. (2015). Análisis multitemporal de la fragmentación y su relación con actividades antropogénicas en los manglares del estado de Oaxaca, México [en línea]. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México, 2015.

Disponible: <http://132.248.9.195/ptd2015/julio/0731459/Index.html>

VIDAL Moreyra, Maryore. Modelamiento Dinámico del Área de Conservación Regional Albufera De Medio Mundo para identificar las actividades antrópicas en el periodo 2007- 2017 Distrito de Vegueta, Provincia de Huaura 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12612/Vidal\\_MMD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12612/Vidal_MMD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

WANG, Jiaxin et al. Influential factors detection for surface water quality with geographical detectors in China. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment [online]. 2018, Vol 32, 2633–2645 [fecha de consulta: June 20, 2020].

Disponible en [https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00477-018-1532-](https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00477-018-1532-2)

2

WANG, Yeu Bin et al. Spatial pattern assessment of river water quality: implications of reducing the number of monitoring stations and chemical parameters. *Environment Monit Evaluation* [on line].2014, november – march, 186. 1781–1792 [fecha de consulta: June 20, 2020]. DOI: 10.1007/s10661-013-3492-9

Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-013-3492-9#citeas>

WUST, Walter. Humedales en el Perú [en línea] [fecha de consulta 20 junio 2020].

Disponible en <https://www.conservamospornaturaleza.org/noticia/humedales-peru-walter-wust/>



## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Matriz de operacionalización								
Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019.								
Tipos de variables	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Unidad	Niveles o rangos
Independiente	Actividades antrópicas	Las actividades antrópicas están relacionadas con los impactos ambientales, ya sean positivos o negativos, estos son generados por la intervención humana que modifica la naturaleza y da origen al " sistema antrópico", que consiste en una serie de elementos que van de la mano con el desarrollo urbanístico, el crecimiento demográfico,	Las actividades antrópicas se pueden medir con los índices espectrales como; el NDVI (permite estimar y evaluar el estado de vegetación en base a la medición de la radiación que	Índices espectrales que guardan relación a las actividades antrópicas alrededor de Pantanos de Villa	Índice de vegetación normalizada (NDVI)	-	-	(-1 a +1)
					EI NDBI o Índice de Diferencia Normalizada Edificada	-	-	(-1 a +1)

		<p>industrial, tecnológico y cultural. (FORERO Claudia, ZABARA Paula y BOADA Alberto, 2016). De ahí que, el impacto antrópico es detectado con la aplicación de teledetección en el medio ambiente, ya que permite visualizar la expansión de urbes y el desarrollo de infraestructuras donde se observan en la fotointerpretación de cualquier imagen aérea (Rodríguez, 2018).</p>	<p>las plantas emiten o reflejan), el NDBI (observa los contrastes de las zonas urbanas y su entorno natural), el Índice de suelo desnudo (BSI) y las actividades antrópicas en relación del índice estadístico y el índice espectral como: el índice Integrado Relativo de Antropización (INRA)</p>	<p>Las actividades antrópicas en relación del índice estadístico y el índice espectral</p>	<p>Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA)</p>	-	-	(0 a 10 000)
					<p>Índice de suelo desnudo (BSI)</p>	-	-	>0

Dependiente	Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua	<p>Según (VALLE, 2014) considera la variabilidad espacial y temporal como; cambios dentro de un área y un rango de tiempo. La asignación de puntos de muestreo dentro de un cierto período de tiempo es esencial para implementar prácticas de gestión más efectivas respecto al uso de los recursos disponibles (como agua, suelo y nutrientes) en el área de estudio. Asimismo, PACHECO, (2018) argumenta que la calidad de agua es la agrupación de características químicas, físicas y biológicas del recurso hídrico distribuidos en las diferentes actividades como: consumo humano, ganadería</p>	<p>La variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua será estimada en base a las características de las imágenes satelitales con resolución espectral, espacial, temporal y radiométrica representados por; el índice de agua de diferencia normalizada (NDWI), tamaño de pixel, escala temporal y el nivel que contiene la</p>	Características de las imágenes satelitales espacial y temporal en Pantanos de Villa	Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)	-	-	(-1 a +1)	
					Tamaño de pixel	10 x 10	m <sup>2</sup>	-	
					Escala temporal	mensual	mes	-	
					Nivel de grises	8 a 16	bits	-	
					pH	0 a 14	-	-	
					Parámetros físicos y biológicos de las masas de agua en Pantanos de Villa	Turbidez	-	NTU	-

		agricultura, industria, producción de energía, navegación, recreación o para preservar las funciones y el equilibrio de los ecosistemas.	codificación de grises por pixel, permitirán ver desde el espacio los parámetros físicos (pH y turbidez) y biológicos (clorofila A, Oxígeno disuelto (OD))					
--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de dato

### INSTRUMENTOS

#### Ficha 1: Registro de la combinación de bandas en la zona de Pantanos de Villa.

Título de proyecto de investigación:	Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019	
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Responsable:	Lazo Urbano, Alissa Karin	
Asesor:	Cabrera Carranza, Carlos Francisco	
Lugar que estudio:	Pantanos de Villa	
Fecha:		
ÍNDICES ESPECTRALES E ÍNDICES ESTADÍSTICO	BANDAS	FÓRMULA OPERACIONAL
Índice de vegetación normalizada (NDVI)	B4,B8	$NDVI = (8-4)/(8+4)$
Índice NDBI o Índice de Diferencia Normalizada Edificada	B8 , B11	$NDBI = (SWIR-NIR) / (SWIR+NIR)$
Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA)	-	$INRA = (\sum SUA/n) * 100$ La interpretación final del INRA varía de 0-100, donde 0 son valores de UA con nula Antropización y 100 son valores de UA muy antropizados
Índice de Suelo Desnudo (BSI)	B2, B4, B8, B11	$BSI = (B11 + B4) - (B8 + B2) / (B11 + B4) + (B8 + B2)$
Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)	B3,B8	$NDWI = (B3 - B8) / (B3 + B8)$

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA		BANDAS	FÓRMULA OPERACIONAL
Parámetros físicos	pH	B8, B12	$pH = 0.798 \times \ln(B12) - 7.979 \times \ln(B8) - 8.235$
	Turbidez	B2,B3	$Turbidez = 0.9361 \times (B2/B3)^{-3.5704}$
Parámetros biológicos	Clorofila A	B4,B5	$Chl = 6.9588 \times e^{((8.4965 \times (B5-B4))/(B5+B4))}$
	Oxígeno disuelto	B4	$OD = e^{(= 1.079 \times \ln(B4) + 3.865)}$

Fuente: Elaboración propia

Firma del Experto 1  
Cabrera Carranza Carlos Francisco  
CIP: 46572

Firma del Experto 2  
Ordoñez Gálvez Juan Julio  
CIP: 89972

Firma del Experto 3  
Benites Alfaro Elmer Gonzales  
CIP: 71998

**Check List del inventario de Índices espectrales y estadísticos aplicados en Pantanos de Villa.**

Título de proyecto de investigación:	Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Responsable:	Lazo Urbano, Alissa Karin
Asesor:	Cabrera Carranza, Carlos Francisco
Lugar que estudio:	Pantanos de Villa
Fecha:	

Variables		Lista de índices	INDICES	
			Índices espectrales	Índices estadísticos
Independiente	Actividades antrópicas	Índice de vegetación normalizada (NDVI)	x	
		El NDBI o Índice de Diferencia Normalizada Edificada	x	
		Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA)		x
		Índice de suelo desnudo (BSI)	x	
Dependiente	Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua	Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)	x	

Fuente: Elaboración propia



Firma del Experto 1  
Cabrera Carranza Carlos Francisco  
CIP: 46572



Firma del Experto 2  
Ordoñez Gálvez Juan Julio  
CIP: 89972



Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
CIP 71998

Firma del Experto 3  
Benites Alfaro Elmer Gonzales  
CIP:71998

**Check List de las actividades antrópicas en la zona de Pantanos de Villa.**

Título de proyecto de investigación:	Variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en relación a las actividades antrópicas en Pantanos de Villa - 2019
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Responsable:	Lazo Urbano, Alissa Karin
Asesor:	Cabrera Carranza, Carlos Francisco
Lugar que estudio:	Pantanos de Villa
Fecha:	

TIPO DE ACTIVIDAD ANTROPICA	SI	NO
ACTIVIDAD INDUSTRIAL		
TURISMO		
URBANIZACION		
GANADERIA		
MINERIA		
AGRICULTURA		
TRANSPORTE		
EXPLOTACION DE TOTORA Y JUNCO		

Fuente: Elaboración propia



Firma del Experto 1  
Cabrera Carranza Carlos Francisco  
CIP: 46572



Firma del Experto 2  
Ordoñez Gálvez Juan Julio  
CIP: 89972



Firma del Experto 3  
Benites Alfaro Elmer Gonzales  
CIP:71998



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad Ambiental y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de la combinación de bandas en la zona de Pantanos de Villa, Check List de las actividades antrópicas en la zona de Pantanos de Villa y Check List del inventario de Índices espectrales y estadísticos aplicados en Pantanos de Villa.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Lazo Urbano Alissa Karin

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

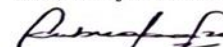
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %
------

Lima, 21 de junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 46572

DNI No 17402784 Telf.:945509179

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad Ambiental y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de la combinación de bandas en la zona de Pantanos de Villa, Check List de las actividades antrópicas en la zona de Pantanos de Villa y Check List del inventario de Índices espectrales y estadísticos aplicados en Pantanos de Villa.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Lazo Urbano Alissa Karin

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %
------

Lima, 21 de junio del 2020

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP 89972  
 DNI No 08447308 Telf.:991568552

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Elmer Benites Alfaro
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico , procesos ind., gestión ambiental, metodología de Inv.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de la combinación de bandas en la zona de Pantanos de Villa, Check List de las actividades antrópicas en la zona de Pantanos de Villa y Check List del inventario de Índices espectrales y estadísticos aplicados en Pantanos de Villa.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Lazo Urbano Alissa Karin

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												x		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												x		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												x		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												x		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												x		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												x		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												x		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												x		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												x		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

si

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%
-----

Lima, 21 de junio del 2020

  
 Dr. Elmer C. Benites Alfaro,  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020