

Diagnóstico del impacto de la sequía y el cambio climático en el HUMEDAL LAS FUENTES.

Alumnado de 1º Bachillerato del IES Pedro Cerrada, Utebo.

RESUMEN

Se han cogido semanalmente muestras de agua del humedal de las fuentes de Utebo. Se han analizado en el laboratorio y comparado sus resultados con parámetros climáticos obtenidos por medios de la AEMET e imágenes por satélite Copernicus. Posteriormente se han comparado con datos de humedales españoles afectados por la sequía y la sobreexplotación estableciendo el nivel de riesgo en el que se encuentra el humedal y proponiendo posibles medidas de mejora.

PALABRAS CLAVE:

Humedal, análisis de agua, cambio climático, sequía, imágenes por satélite, Sentinel copernicus, nivel de riesgo.

ABSTRACT

Water samples have been taken weekly from the Utebo springs wetland. They have been analyzed in the laboratory and their results compared with climatic parameters obtained through AEMET and Copernicus satellite images. They have subsequently been compared with data from Spanish wetlands affected by drought and overexploitation, establishing the level of risk in which the wetland is located and proposing possible means of improvement.

INTRODUCCIÓN

España sufre una sequía desde inicios de 2017, que se ha visto agudizada en los 2 últimos años. Dentro de los efectos que esta está causando se encuentra la degradación de espacios naturales. En especial los humedales (Doñana¹, Laguna de Gallocanta, Las Tablas de Daimiel¹, Delta del Ebro², etc).

A raíz de estos sucesos, y debido al apadrinamiento del humedal las fuentes por parte del IES Pedro Cerrada, nuestro equipo se ha planteado la siguiente hipótesis de investigación: ¿en qué grado influye la sequía en la calidad y cantidad de agua del humedal Las Fuentes? ¿Si se reduce la cantidad de precipitaciones, la calidad del agua del humedal empeora?. Para realizar este análisis se ha realizado por un lado análisis semanales de la calidad del agua, y estos datos se han cotejado con parámetros climáticos obtenidos por medio de imágenes por satélite (sentinel), la Agencia Española de Meteorología y el trabajo de campo.



[Coordenadas: 41.714136, -1.012399](#)

¹ <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2018/01/30/5a6f4854268e3e03438b45ba.html>

METODOLOGÍA



En este trabajo, se han analizado los niveles de distintas sustancias químicas en el agua del humedal incluyendo oxígeno (O_2), nitrato (NO_3) y dióxido de nitrógeno (NO_2), semanalmente desde el mes de octubre hasta ahora, mes de marzo en dos puntos, la masa de agua principal y la "charca de anfibios" de menor tamaño. Los resultados obtenidos han sido comparados con los parámetros climáticos, también mediante imágenes tomadas por satélite donde se pueden observar los cambios de temperatura y humedad en superficie, cambios en la extensión de la vegetación, el nivel del agua y el análisis de microorganismos.

Los datos de los cambios de temperatura y de las precipitaciones se han recolectado gracias a la estación de Sobradriel, cuyos datos fueron recogidos por la Agencia Española de Meteorología. Además de esto, mediante el satélite de la ESA, se han estado sacando fotografías semanales del humedal analizando las distintas capas: los niveles del agua, los niveles de vegetación y la densidad de las plantas.

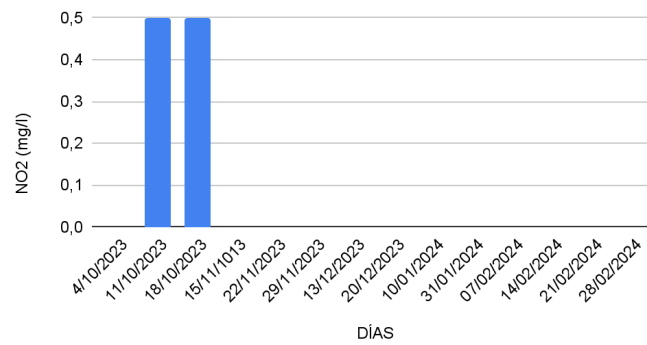


OBSERVACIÓN y RESULTADOS

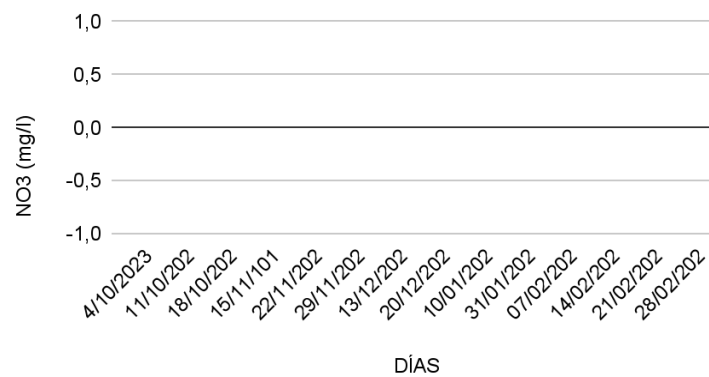
1. Análisis de agua

Composición

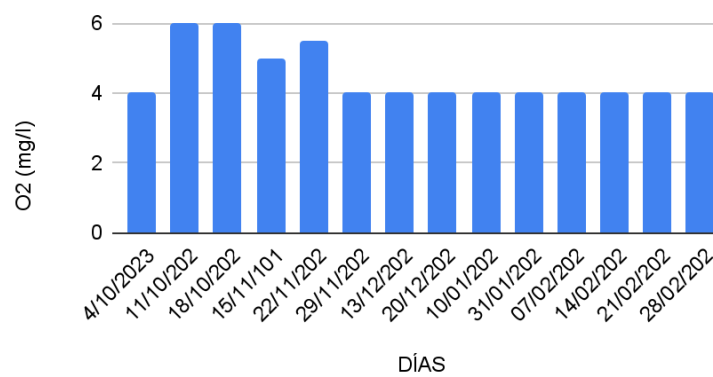
HUMEDAL



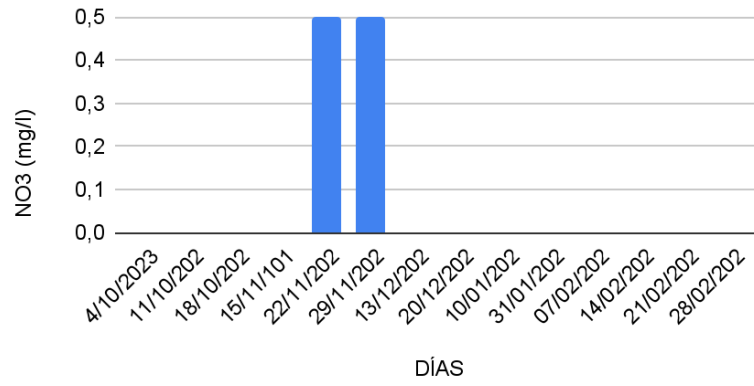
HUMEDAL



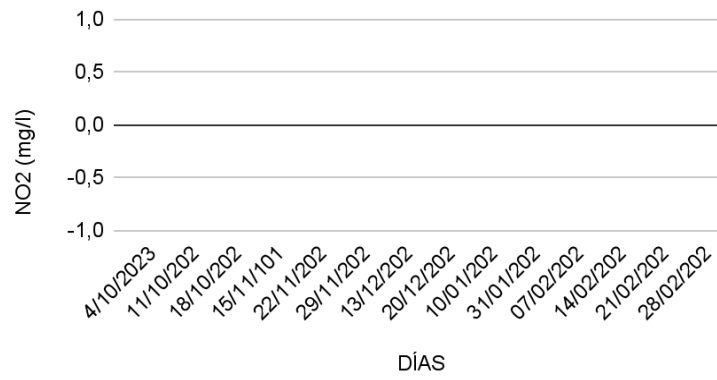
HUMEDAL



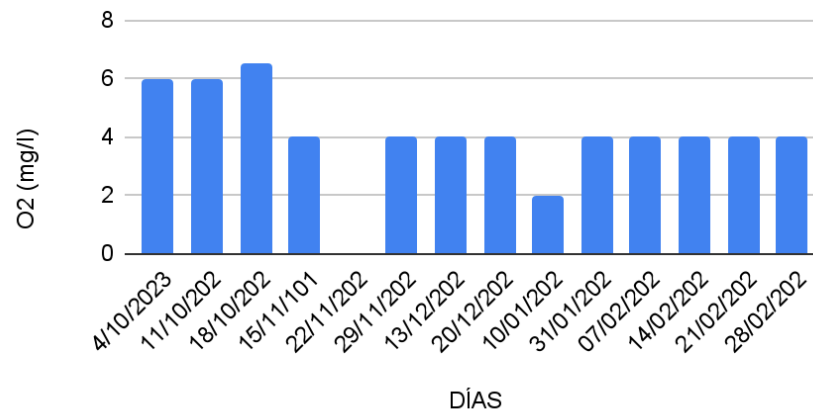
CHARCA DE ANFIBIOS



CHARCA DE ANFIBIOS



CHARCA DE ANFIBIOS



Interpretación

La presencia de NO₂ (dióxido de nitrógeno) en el agua indica contaminación y representa riesgos para la vida acuática, la salud humana y el medio ambiente. Puede ser tóxico para los organismos acuáticos, formar sustancias carcinogénicas, afectar la salud humana y alterar los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, su detección y monitoreo son cruciales para garantizar la calidad del agua y la protección de la salud y el medio ambiente.

Los valores normales de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el agua varían según las regulaciones y estándares establecidos por diferentes países y agencias. En general, en el agua potable, los niveles suelen ser bajos, típicamente inferiores a 1 mg/L.

Los niveles normales de nitrato (NO₃) en el agua potable generalmente se sitúan por debajo de 10 miligramos por litro (mg/L). Sin embargo, estos estándares pueden variar según las regulaciones locales y las directrices de salud pública. Concentraciones más altas pueden indicar contaminación y requerir medidas para garantizar la seguridad del agua.

La presencia de oxígeno disuelto (O₂) en el agua indica la cantidad de oxígeno disponible para los organismos acuáticos y los procesos biológicos. Niveles adecuados son esenciales para la vida acuática, mientras que niveles bajos pueden señalar problemas como contaminación o estrés ambiental. Por tanto, el oxígeno disuelto es un indicador clave de la salud del ecosistema acuático y la calidad del agua.

Los niveles normales de oxígeno disuelto (O₂) en el agua de un humedal suelen estar entre 5 y 10 miligramos por litro (mg/L), pero pueden variar según la temperatura, la actividad biológica y otros factores. Es importante monitorear regularmente estos niveles para garantizar la salud del humedal y su capacidad para sostener la vida acuática y otras funciones ecológicas.

Como podemos observar en las gráficas, el humedal ha mantenido un estado de oxigenación adecuado tras la estación seca de verano que debería haberse mantenido durante todo el invierno. Sin embargo desde finales de octubre y hasta febrero esta oxigenación normal se ha interrumpido, marcando valores por debajo de 4 miligramos por litro (mg/L). Al mismo tiempo se han detectado picos de contaminación por nitrógeno y nitratos que coinciden con labores agrícolas en la zona.

2. Microorganismos

Datos recogidos:

1º Recogida de una muestra de agua

Se recogen muestras de agua estancada.

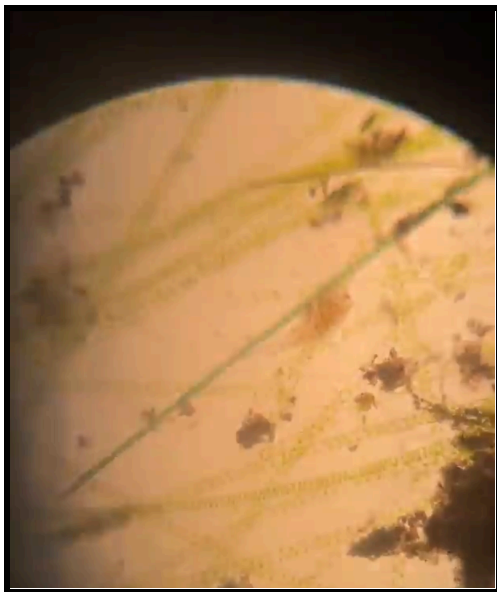
2º Preparación de la muestra

Una vez seleccionada la muestra se procede a coger una gota, con el cuentagotas. Se echa una gota en el porta, encima se coloca el cubre para poder expandir la gota y poder ver mejor los microorganismos, sin que se formen burbujas de agua.

3º Observación en lupa binocular y microscopio óptico

MICROORGANISMOS ENCONTRADOS

- Reino metazoo, filo nematodos, Gusanillo cobra (29/11/2023)
- Reino procariota, spirulina (17/1/2024)
- Reino procariota, cianofíceas (15/11/2023)
- Reino algas verdes, spyrogira (15/11/2023)
- Reino algas verdes, zygnuma
- Reino algas, microalgas (17/1/2024)
- Reino metazoo, filo artrópodos, cyclops (22/11/2023)
- Reino metazoo, filo artrópodos, ostrácodos
- Reino metazoo, filo artrópodos, odonata anisoptera (22/11/2023)
- Reino metazoo, filo artrópodos, ephemeroptera (13/12/2023)



Reino metazoo, filo artrópodos, ostrácodos



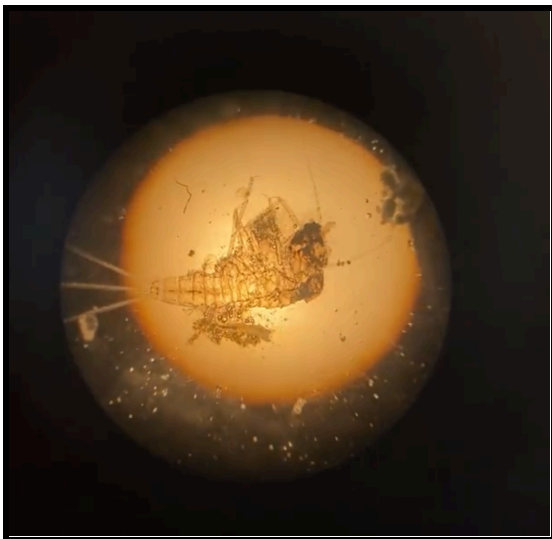
Reino metazoo, filo artrópodos, cyclops



Burbuja de aire



Reino metazoo, filo artrópodos



Reino metazoo, filo artrópodos, ephemeroptera

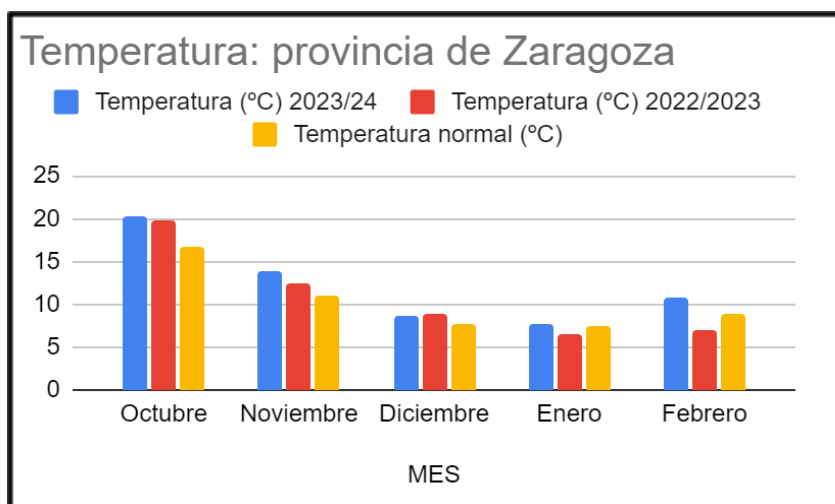
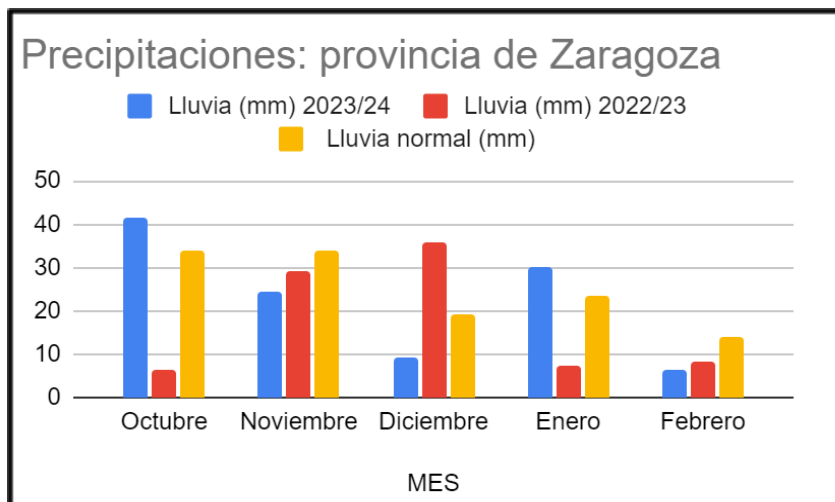


Larva de insecto

Interpretación

La presencia de estos microorganismos coincide con el ambiente típico de un humedal español. Por ejemplo, podemos observar gracias a los gusanillos cobra que el agua es estancada con rica materia orgánica. También observamos que el agua es dulce gracias a la spirulina que hemos visto, las algas y las cianofíceas pueden mostrar que el agua está tibia, llena de nutrientes y se mueve despacio. Los artrópodos nos indican que en agua tiene una salinidad baja, y que no hay mucha corriente. Las algas aparecen cuando se está produciendo un proceso de limpieza de nitratos. También nos han mostrado que ha habido un aumento de temperatura y gracias a ellos las algas han crecido más.

3. Parámetros climáticos para 2023-2024



Este año, como podemos ver en la gráfica de las precipitaciones, la lluvia ha disminuido en cantidad en los meses de noviembre, diciembre y febrero, comparándolo con la lluvia normal. Mientras que, en octubre y enero las lluvias han aumentado hasta 8mm. En cuanto a la temperatura, se puede ver que cada vez es más alta en todos los meses del año, esta diferencia se ve principalmente en el mes de octubre

2022

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Temperatura	19'9	12'5	9	6'6	6'9
Precipitaciones	6'35	29'2	35'81	7'6	8'38
Índice de Gausen	33,45	-4,2	-17,81	5,6	5,42

2023

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Temperatura	20,2	13,8	8,7	7,8	10,9
Precipitaciones	41,6	24,6	9,4	30	6,4
Índice de Gausen	-1,2	3	8	-14,4	15,4

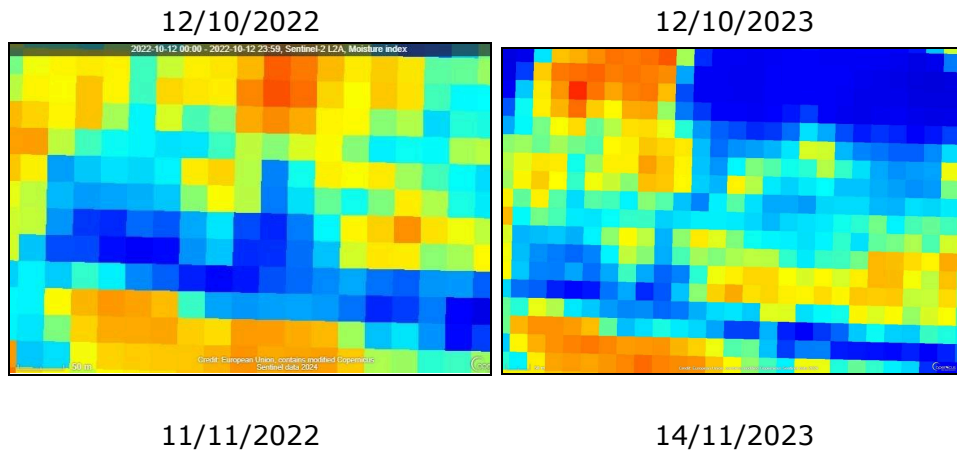
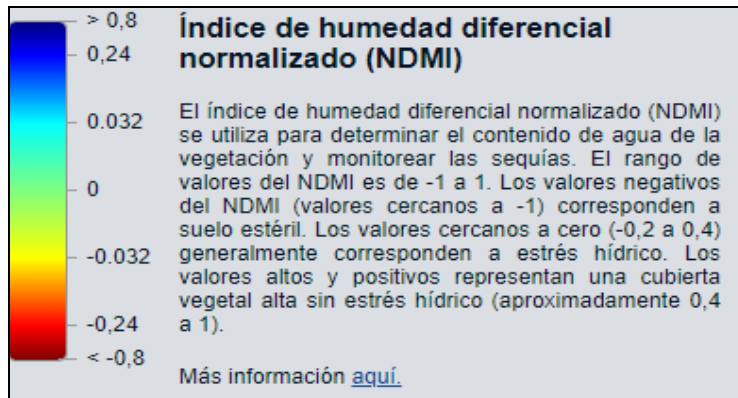
En esta tabla, se han analizado los climogramas de las precipitaciones y la temperatura, utilizando el índice de Gausen, el cual determina el periodo de aridez, a lo largo de cada mes. En condiciones normales, en España, la estación seca se produce sólo en los meses de verano, pero debido a la reducción de las precipitaciones y el aumento de la temperatura se ha producido una estación seca durante los meses de **noviembre, diciembre y especialmente febrero**.

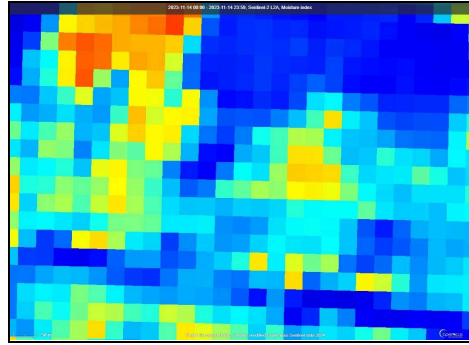
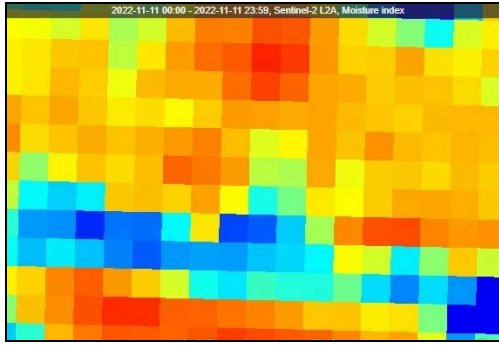
Estos resultados sugieren variaciones en la aridez a lo largo del año, con la aparición de una nueva estación seca en invierno que pueden influir en la vegetación y otros aspectos del ecosistema del humedal.

Imágenes por satélite

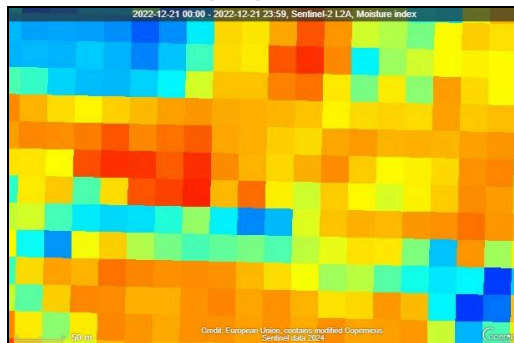
Otra de las formas por las que se pudo producir la observación del humedal fue gracias al uso de una plataforma que recibe el nombre de "Copernicus", un programa de observación de la Unión Europea considerado como uno de los más completos y efectivos para los estudios gratuitos de la superficie terrestre. El uso de este satélite fue crucial para poder obtener información sobre el medio cercano al humedal, ya que se tomó como área de observación aproximada la de 0.20km². Se utilizaron 5 herramientas distintas (NDMI, NDWI, NDVI, Falso color, Color natural optimizado) que el satélite proporcionaba para la obtención de datos mensuales de la serie mensual octubre-noviembre-enero-febrero de 2022-2023 y octubre-noviembre-enero-febrero 2023-2024. Existiendo una desviación entre

los días seleccionados por serie debido a la nubosidad que en ocasiones impide resultados comparables para un mismo día en distintos años. Los resultados son comparados para obtener conclusiones.

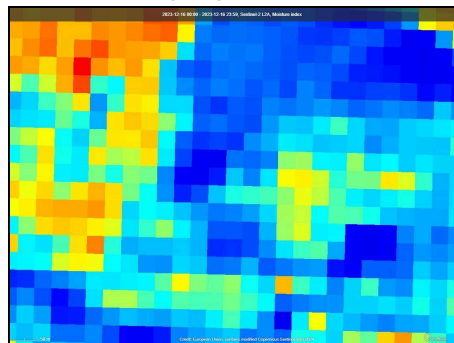




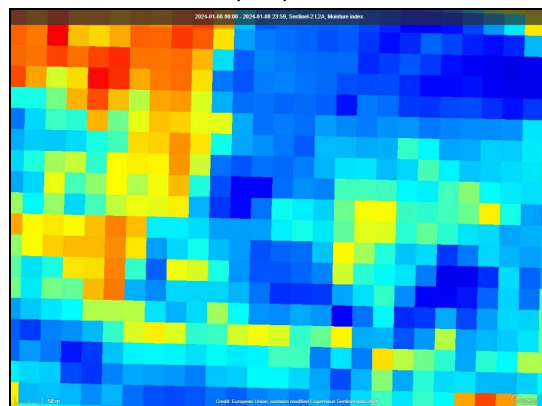
21/12/2022



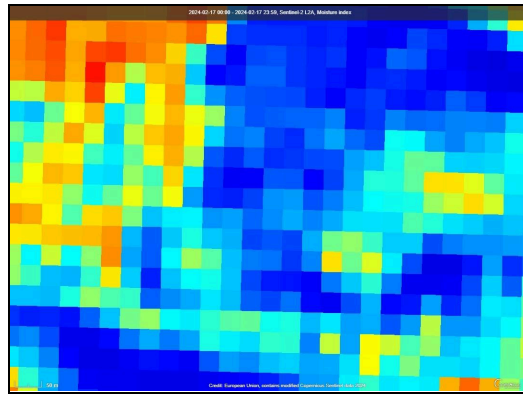
16/12/2023



08/01/2024

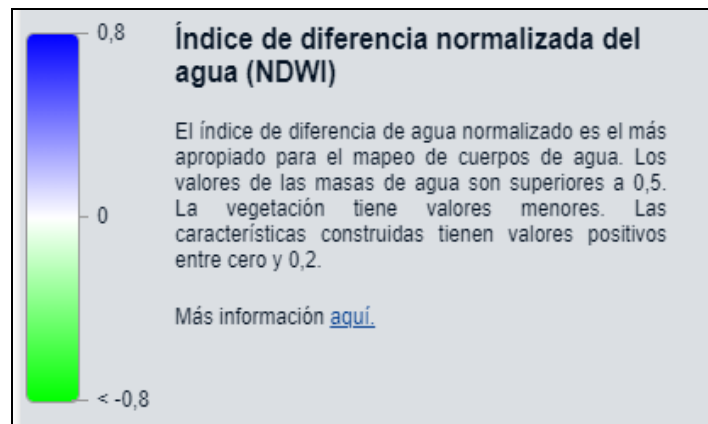


17/02/2024

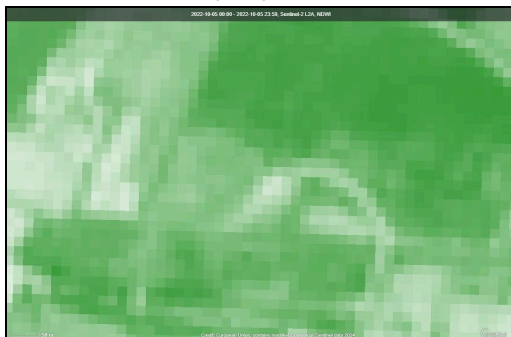


Interpretación

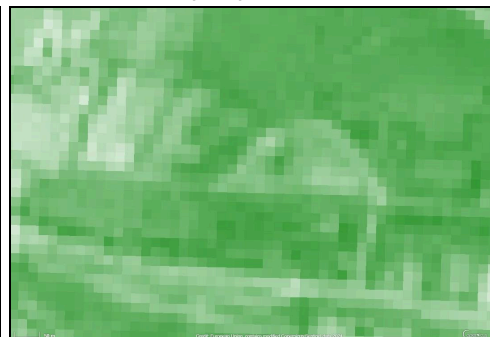
Como se observa la capa nos permite valorar los niveles de humedad y el estrés hídrico del humedal. La zona debería de tener valores positivos en invierno superiores a 0.4 sin embargo tanto en la primera serie como en la segunda aparecen zonas estresadas con valores negativos. Si bien se aprecia una clara diferencia entre las series invernales de 2022-2023 y la serie 2023-2024 menos seca y por tanto con menor estrés hídrico.



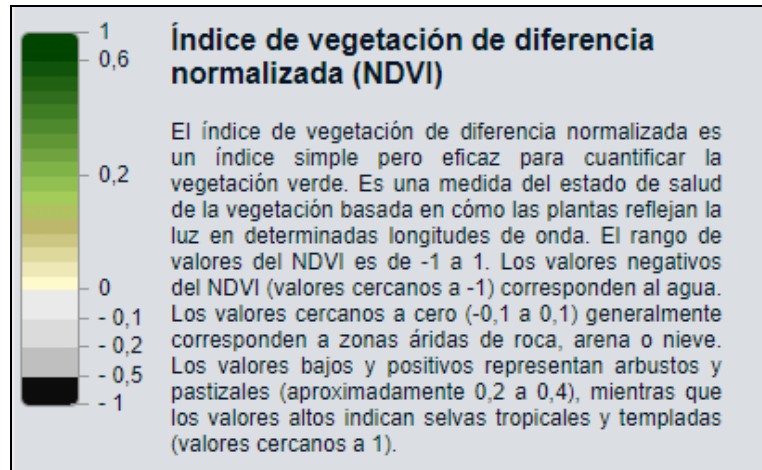
05/10/2022



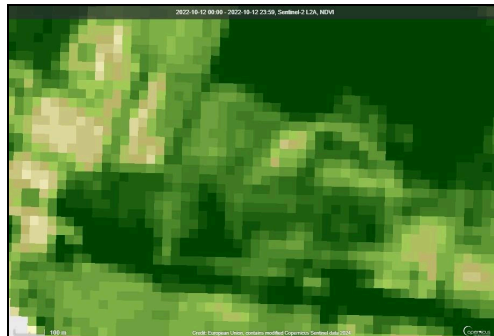
10/10/2023



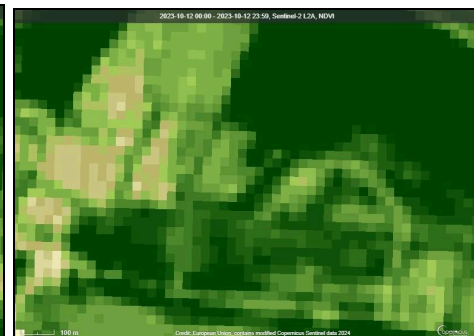
Cómo observamos, el satélite Sentinel tiene un límite en la detección de agua con este índice, imposibilitando la detección de superficies de agua de un área y profundidad reducida. Por tanto para valorar el nivel de agua y su extensión se ha recurrido a la toma de datos por observación directa y la instalación de una escala limnimétrica y su comparación con la capa NDMI.



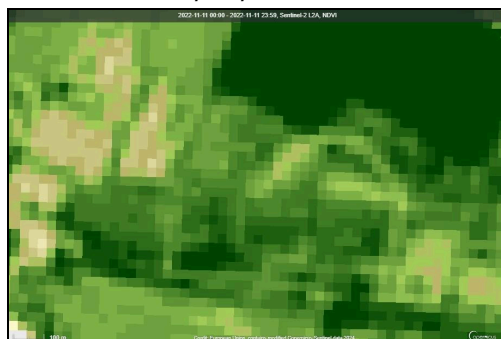
12/10/2022



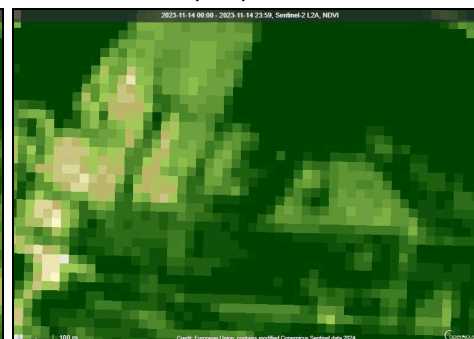
12/10/2023



11/11/2022

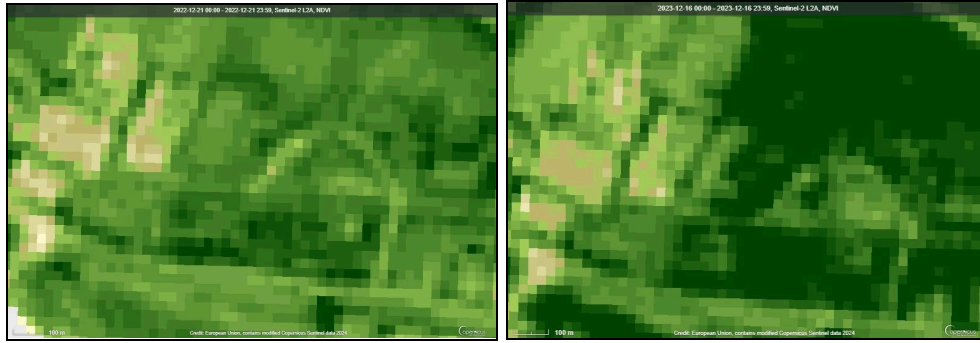


14/11/2023

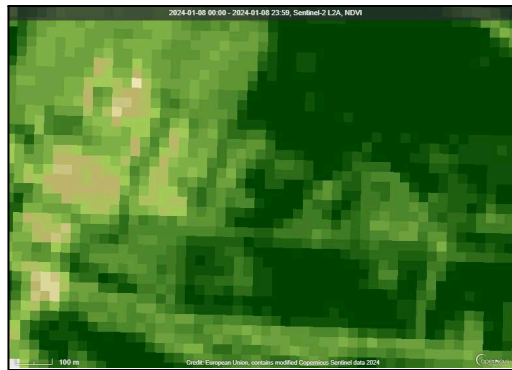


21/12/2022

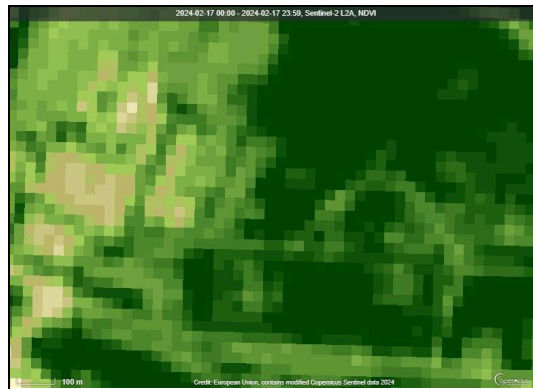
16/12/2023



08/01/2024



17/02/2024

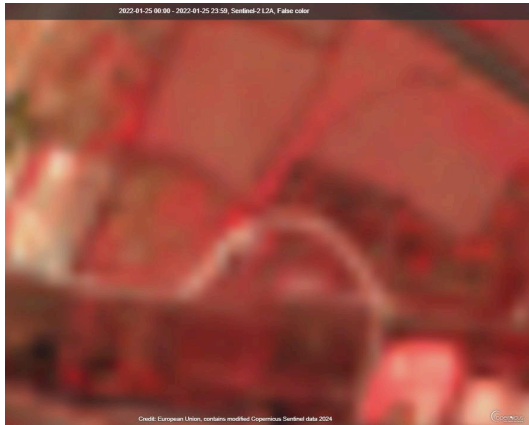


La imagen por satélite incorpora altos valores de vegetación que coinciden con la observación directa, al mismo tiempo nos permite ver cambios en el estado de esta vegetación y se aprecia claramente una reducción de la vegetación en el periodo de 2022-2023, y una recuperación de masa vegetal en 2023.2024.

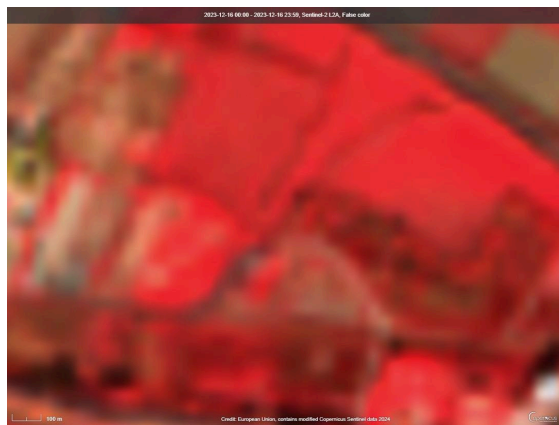
Compuesto de falso color

Una composición de color falso utiliza al menos una longitud de onda no visible para obtener imágenes de la Tierra. La composición de falso color que utiliza bandas del infrarrojo cercano, rojas y verdes es muy popular (una banda es una región del espectro electromagnético; un sensor de satélite puede obtener imágenes de la Tierra en diferentes bandas). La composición de color falso se usa más comúnmente para evaluar la densidad y la salud de las plantas, ya que las plantas reflejan la luz infrarroja cercana y la luz verde, mientras que absorben la roja. Las ciudades y el terreno expuesto son grises o tostados, y el agua aparece azul o negra.

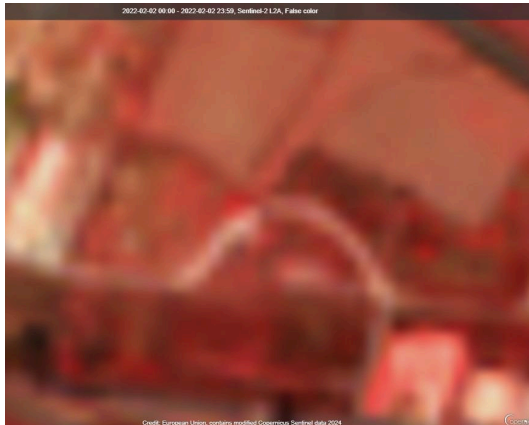
25/01/2022



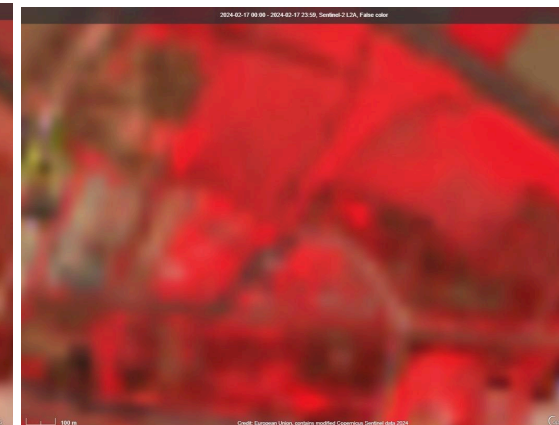
23/01/2024



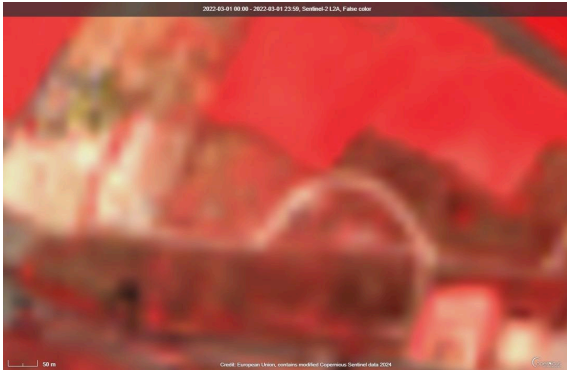
2/02/2022



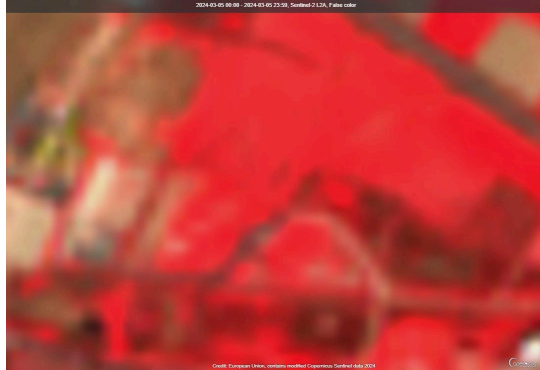
17/02/2024



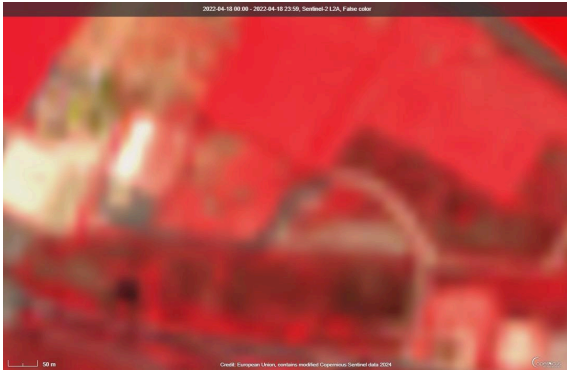
1/03/2022



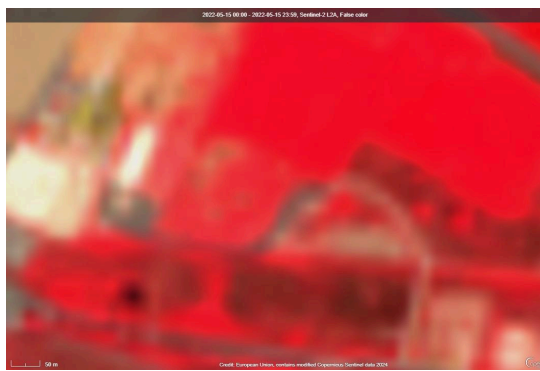
5/03/2024



18/04/2022



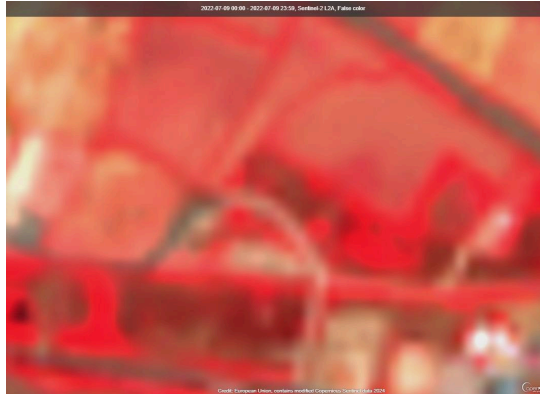
15/05/2022



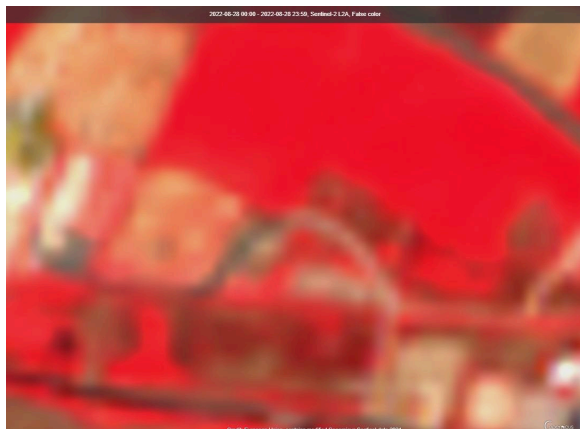
29/06/2022



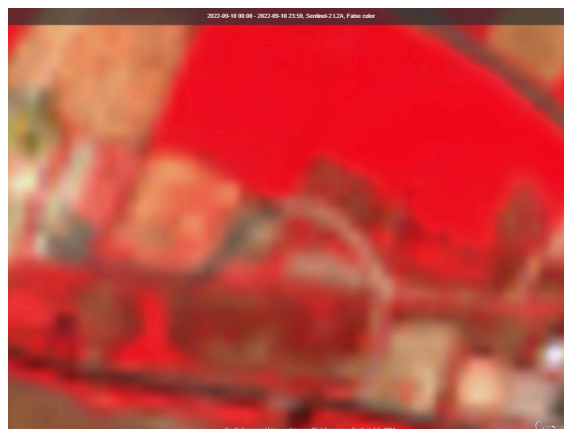
9/07/2022



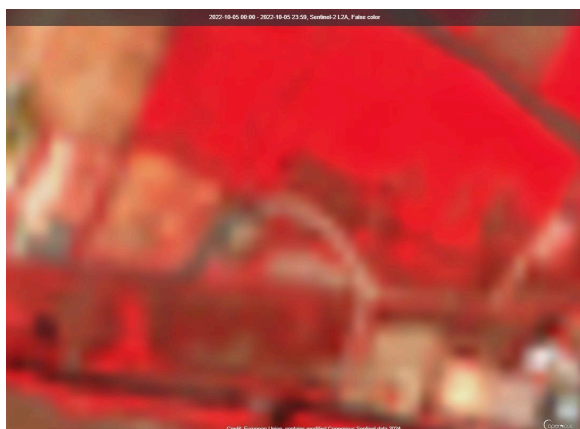
28/08/2022



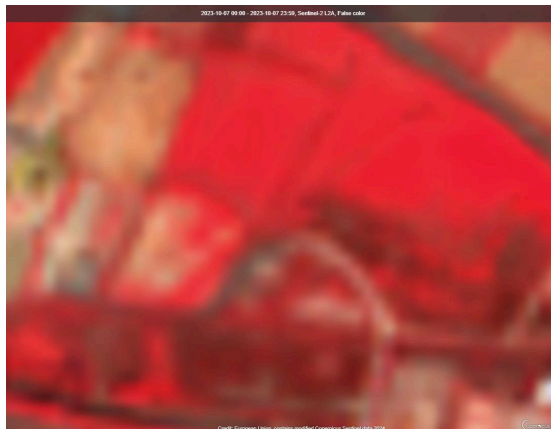
10/09/2022



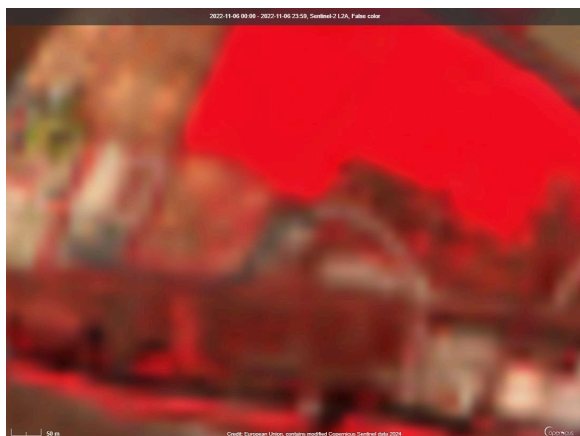
5/10/2022



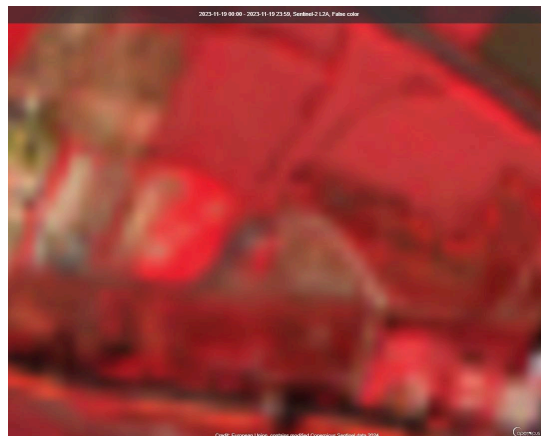
7/10/2023



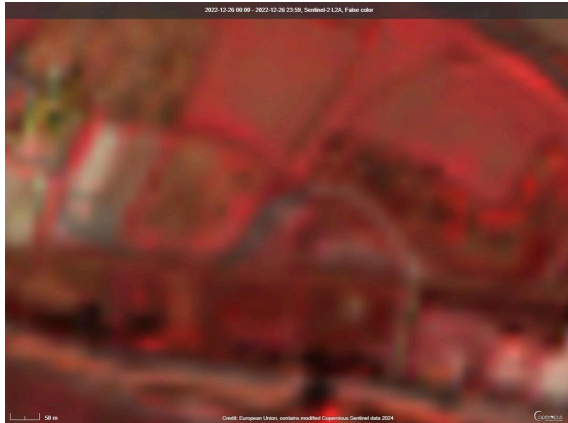
6/11/2022



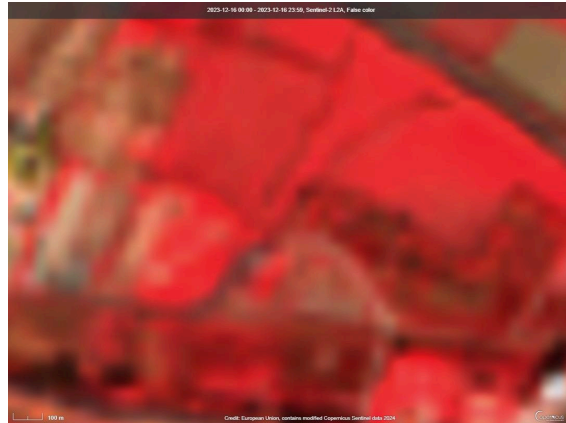
19/11/2023



26/12/2022



16/12/2023



La imagen por satélite utiliza una longitud de onda no visible, la cual nos permite captar en color rojo la salud de las plantas. Así pues, conseguimos distinguir diferentes tonalidades de rojo a lo largo del año durante diferentes épocas.

Análisis Resultados (Resumen)

El estudio exhaustivo llevado a cabo en el humedal Las Fuentes en Utebo ha proporcionado una visión detallada de su estado actual, revelando una serie de observaciones significativas que arrojan luz sobre su salud y los factores ambientales que lo afectan. A partir de los diferentes análisis realizados, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Análisis del Agua:

- En Octubre y Noviembre, el humedal mantuvo niveles adecuados de oxigenación, los cuales deberían haberse mantenido estables durante todo el invierno. Sin embargo, desde finales de octubre hasta febrero, se observó una interrupción en estos niveles, con valores por debajo de 4 mg/L, indicando una posible disminución en la calidad del agua.
- Se detectaron picos de contaminación por nitrógeno y nitratos, los cuales coincidieron con labores agrícolas en la zona, señalando la influencia de actividades humanas en la calidad del agua del humedal.

2. Análisis de Microorganismos:

- La presencia de microorganismos indicativos de un ambiente típico de humedal español sugiere la riqueza y diversidad biológica del ecosistema acuático.
- La presencia de ciertos organismos, como gusanillos cobra, spirulina y algas, proporciona información sobre la calidad del agua, su temperatura y la presencia de nutrientes.

-
- La aparición de algas durante procesos de limpieza de nitratos y su aumento en temperatura coinciden con cambios observados en la calidad del agua y en la actividad biológica del humedal.

3. Análisis de Precipitaciones y Temperatura:

- Los resultados de los análisis de precipitaciones y temperatura sugieren variaciones en la aridez a lo largo del año, con la aparición de una nueva estación seca en invierno que está teniendo efectos en el humedal.

4. Análisis de Imágenes por Satélite:

- Las imágenes por satélite proporcionan información valiosa sobre los niveles de humedad y el estrés hídrico del humedal. Se observa una diferencia entre las series invernales de 2022-2023 y 2023-2024, con una reducción en el estrés hídrico en el segundo periodo, lo que puede indicar cambios en las condiciones ambientales del humedal.
- Además, se aprecia una disminución de la vegetación en el periodo 2022-2023, seguida de una recuperación en 2023-2024, lo que sugiere una respuesta dinámica del ecosistema a las condiciones climáticas y ambientales.

Conclusión

El análisis exhaustivo llevado a cabo en el humedal Las Fuentes en Utebo revela una preocupante tendencia hacia el empeoramiento de su estado ambiental, reflejado en múltiples aspectos del ecosistema. El análisis de la vegetación muestra una fuerte reducción desde 2017 que sugiere un posible impacto negativo en la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema. Los análisis del agua indican un deterioro en la calidad del recurso, evidenciado por la interrupción de los niveles adecuados de oxigenación y la presencia de picos de contaminación por nitrógeno y nitratos, los cuales coinciden con actividades agrícolas en la zona.

Estos cambios están estrechamente relacionados con la falta de precipitaciones y el aumento de la temperatura desde 2017. Con la aparición de una nueva estación seca invernal en octubre, noviembre y febrero como indica el índice de Gausson.

Pese a todo, la comparación de imágenes por satélite muestran que la reducción de la masa vegetal no es uniforme ni continua y depende directamente de los niveles de precipitación y temperatura del año. Mostrando por ejemplo mejores resultados en los mismos para 2024 que para 2023 ya que, a pesar de la persistente sequía, el año actual ha sido menos severo en términos de precipitaciones.

En resumen, teniendo en cuenta las proyecciones climáticas para los próximos años, aumento de temperaturas/reducción de precipitaciones y los resultados del estudio que indican un progresivo deterioro del ecosistema del humedal. Nos vemos en la necesidad de subrayar la necesidad urgente de implementar medidas de conservación y gestión adecuadas para proteger el humedal Las Fuentes en Utebo. La mitigación de los efectos adversos de la sequía y la reducción de la contaminación son cruciales para preservar la

salud y la biodiversidad de este valioso ecosistema por ello proponemos una serie de medidas paliativas.

PROPUESTAS DE MEJORA:

- **Implementación de medidas de conservación de agua:** Desarrollar sistemas de captación de agua de lluvia y promover prácticas de uso eficiente del agua en las áreas circundantes al humedal para garantizar un suministro adecuado durante períodos de sequía.
- **Restauración de hábitats:** Colaborar con el ayuntamiento de Utebo para lograr la restauración ecológica del humedal, incluyendo:
 1. La revegetación de áreas degradadas y la creación de zonas de reproducción para especies nativas.
 2. La rehidratación de la tierra, que consiste en utilizar materiales, desde rocas hasta vegetación viva, y con estos instalar una "pista de obstáculos" ralentizando el flujo del agua hacia el desagüe natural del humedal. Se ha descubierto que cuando la tierra retiene mejor el agua se obtienen una serie de beneficios, como una vida silvestre nativa próspera o una mayor resistencia contra los extremos climáticos.
 3. La prevención de la poda de la vegetación exterior que rodea el humedal y le protege de la evaporación.
- **Control de la contaminación:** Implementar medidas para reducir la contaminación proveniente de fuentes agrícolas, como la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles.
- **Educación ambiental:** Promover programas de educación ambiental dirigidos a la comunidad local y a los estudiantes del centro para aumentar la conciencia sobre la importancia de su conservación y fomentar prácticas respetuosas con el medio ambiente.
- **Monitoreo continuo:** Establecer programas desde el instituto para el monitoreo a largo plazo del humedal, identificar posibles amenazas y evaluar la efectividad de las medidas de conservación implementadas.

Dentro de este monitoreo se incluye la creación de una estación climática digitalizada por medio de Raspberry Pi.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa para que este estudio sobre el humedal Las Fuentes en Utebo fuera posible.

En primer lugar, agradecemos al personal del centro educativo por su apoyo continuo y por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto de investigación. Especial mención merecen los conserjes y el departamento de biología por dotarnos de material y de los espacios necesarios.

Por último extendemos nuestro agradecimiento a los estudiantes que participaron activamente en todas las etapas de este estudio. Su entusiasmo, dedicación y trabajo arduo fueron esenciales para la recopilación de datos, el análisis de resultados y la elaboración de conclusiones significativas.

Referencias bibliográficas

HEINZ STEBLE / DIETER KRAUTER. *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce. La vida en una gota de agua.* (1987)
Editorial Omega, S.A. - Plató, 26 - 08006 Barcelona.

APHA, AWWA, WPCF, 1998. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, Madrid, (in Spanish).

Webgrafía

Artículos sobre humedales y cambio climático:

INSIDE THE HYDRATION PROJECT AIMING TO HEAL DEHYDRATED LANDSCAPES, The Guardian, 2022

<https://www.theguardian.com/vitasoy-growing-a-better-world/2022/sep/29/inside-the-hydration-project-aiming-to-heal-dehydrated-landscapes>

Grupo Hidrogeología UPV/EHU, 2005. TRANSPORTE Y DEGRADACIÓN DE NITRATOS EN SUELOS DEL HUMEDAL DE SALBURUA (PAÍS VASCO)

https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_461abf8_12ddff4e915_7fc4

Base de datos AEMET: https://www.aemet.es/es/datos_abiertos/estadisticas

Base de datos satélite Sentinel: <https://www.sentinel-hub.com/>