



# Documento

## Metodología de asignación de rangos fisicoquímicos a matrices ópticas de agua

(\*) Para estos trabajos se han utilizado los datos obtenidos por la instrumentación de la actividad C.2.1. “Desarrollo de un sistema de alerta temprana ante posibles emergencias ambientales producidas en plantas de tratamiento de aguas residuales”, financiada por el proyecto LIFE16 IPC/ES/000001.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Colaboradores</b>	<b>2</b>
<b>3. Condiciones de entorno</b>	<b>3</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>4</b>
4.1. Identificación de matrices de agua	4
4.2. Análisis óptico de matrices de agua	5
4.3. Análisis fisicoquímico de matrices de agua	5
4.4. Asignación de rangos fisicoquímicos a las matrices de agua	5
4.5. Métricas para análisis y comparación de resultados	6

## 1. Introducción

Este documento describe, de forma general, la metodología para la asignación de rangos fisicoquímicos a matrices de agua durante la fase de Calibración, diseñada durante el proyecto de Compra Pública Precomercial (Junio 2021-Junio 2023) para Dirección General de Agua, financiada a través de fondos FEDER y CDTI.

## 2. Colaboradores

Para el diseño de esta metodología se ha contado con la asistencia técnica de tres centros de investigación contrastados en el ámbito del agua, con amplia experiencia científica en el área del análisis fisicoquímico, biológico y óptico del agua:

- **IMDEA Agua.**

Instituto de investigación público, sin ánimo de lucro, constituido en 2007 por el gobierno regional de la Comunidad de Madrid, cuyo objetivo es proporcionar capacidades de I+D+i en el ámbito de la tecnología del agua. La misión del instituto es crear un modelo eficiente de desarrollo de ciencia y tecnología en colaboración con el sector productivo, así como desarrollar I+D+i multidisciplinar. Las investigaciones contribuyen a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible 1-7, 9 y 11-16.

- **Instituto de Hidráulica Ambiental (IH Cantabria) de Cantabria.**

Instituto mixto de investigación que centra su actividad tanto en la investigación básica y aplicada, como en el desarrollo de estudios, metodologías y herramientas para la gestión integrada y sostenible del ciclo integral del agua. Esta labor ha colocado a IH Cantabria en la élite nacional e internacional del área del conocimiento científico-tecnológico relacionado con el ciclo del agua en sus diversas facetas. IH Cantabria está formado por más de 140 investigadores y tiene más de treinta años de experiencia. Para alcanzar sus objetivos el Instituto realiza tres tipos de actividades: investigación, transferencia tecnológica y formación.

- **Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) de Andalucía.**

La Fundación Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) es un Centro de Investigación adscrito a la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía. Centra su estrategia en impulsar la actividad económica y mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector del agua. Promoviendo la generación de conocimiento y su utilización para el desarrollo y aplicación de tecnologías, metodologías y servicios innovadores,

a través de la colaboración entre todos los agentes públicos y privados del sistema de investigación e innovación.

Esta metodología ha sido diseñada específicamente para su integración en el proceso de implementación de la tecnología de Aquacorp, la cual implica la estimación sin contacto mediante el análisis de datos ópticos externos del agua, en particular, para su aplicación en las fases de Calibración y Control de Calidad, centrándose en la mejor manera de establecer los valores de referencia de cada una de las variables fisicoquímicas de interés.

### 3. Condiciones de entorno

1. La tecnología desarrollada por Aquacorp estima variables del agua utilizando **datos ópticos externos** del agua a monitorizar.
2. El empleo de datos ópticos externos para monitorizar el agua evita el contacto directo con la misma, lo que implica que el área bajo observación se limita a la superficie de la lámina de agua. La profundidad de esta capa superficial visible varía según el tipo de agua, su nivel de turbidez, color, contenido de sólidos y materia orgánica en suspensión. En el caso de aguas residuales crudas, esta profundidad raramente supera el centímetro.
3. Se define matriz de agua como un cubo espacial de agua cuya superficie visible es superior a un metro cuadrado.
4. Esta tecnología considera toda la matriz de agua de manera **homogénea** desde un punto de vista fisicoquímico. Esto es, los valores de los parámetros fisicoquímicos serán considerados como idénticos (o muy similares) **en cualquier parte de la matriz de agua**.
5. **La homogeneización de la matriz de agua** minimiza la heterogeneidad que esa matriz de agua presenta por defecto.
6. Se define heterogeneidad en la matriz de agua como la variabilidad o diferencia que puede aparecer en los valores de distintos parámetros fisicoquímicos entre dos muestras tomadas en un mismo momento. Esta heterogeneidad de la matriz de agua es algo intrínseco a la misma y es debida a:
  - La distribución espacial de las sustancias que contiene en un momento determinado.
  - Las técnicas y tecnologías analíticas de medición utilizadas por el laboratorio; así como los mecanismos de obtención, almacenamiento, transporte y conservación de las muestras.

- Un aspecto temporal (milisegundo), en qué momento se realice la medición (u obtención de la muestra).
  - Un aspecto espacial ( $\text{cm}^2$ ), en qué lugar exacto se realice la medición (u obtención de la muestra).
  - Un aspecto volumétrico ( $\text{cm}^3$ ), sobre qué cantidad exacta se realice la medición (u obtención de la muestra).
7. El objetivo de esta metodología es realizar una asignación de valores fisicoquímicos a matrices de agua, prescindiendo de valores extremos derivados de la heterogeneidad, focalizando la calibración en los valores más probables y que caracterizan a la matriz de manera homogénea.

Esta metodología de asignación asegura una calibración que permite una estimación continua, con frecuencia minatural, en formato alerta temprana, basada en la homogeneidad de la matriz de agua, garantizando un seguimiento preciso del comportamiento y tendencia de cada uno de los parámetros a monitorizar, en la matriz de agua.

## 4. Metodología

Esta metodología consiste en los siguientes 4 pasos:

1. Identificación de matrices de agua.
2. Análisis óptico de matrices de agua.
3. Análisis fisicoquímico de matrices de agua.
4. Asignación de rangos fisicoquímicos a las matrices de agua.

### 4.1. Identificación de matrices de agua

Una vez seleccionado el punto de monitorización y las variables de interés a estudiar es necesario realizar un análisis de las posibles matrices de agua que pueden darse en esa ubicación concreta.

Este análisis utiliza como referencia toda la experiencia acumulada del responsable en la gestión de ese punto y todos los datos históricos recopilados durante los muestreos previos.

En este análisis se definen las posibles matrices de agua, en función de las sustancias que estas contengan, y se detallan los posibles patrones de comportamiento de las matrices identificadas, así como la variabilidad y posible patrón de comportamiento de las variables de interés.

## 4.2. Análisis óptico de matrices de agua

Utilizando como referencia el análisis anterior, se diseña y planifica un periodo de muestreo óptico (puede ser continuo o discontinuo en el tiempo), en el cual se capturan todos los datos ópticos necesarios para caracterizar las matrices de agua definidas considerando la posibilidad de que aparezcan nuevas matrices de agua no definidas.

Esta captura de datos ópticos requiere de la instalación en el punto de monitorización de una o varias estaciones de Aquacorp, así como de la utilización puntual de equipos multi e hiperespectrales.

En este periodo de captura, análisis y procesamiento de datos ópticos se identifican las distintas Tipologías de Matrices Ópticas de Agua (TMOAs) y se confirma que coinciden con las matrices de agua definidas en el apartado anterior.

Este periodo puede oscilar entre 1 y 4 semanas dependiendo del patrón de comportamiento de las matrices definidas.

## 4.3. Análisis fisicoquímico de matrices de agua

En paralelo a la captura e identificación de las distintas Tipologías de Matrices Ópticas de Agua (TMOAs) se realiza el muestreo bajo demanda (y posterior análisis fisicoquímico de laboratorio de las variables de interés), para obtener los valores de referencia asociados a cada una de las distintas Tipologías de Matrices Ópticas de Agua (TMOAs) identificadas durante el periodo de Calibración.

Esta metodología recomienda obtener un mínimo de 33 muestras para cada una de las matrices de agua identificadas en el punto a monitorizar.

## 4.4. Asignación de rangos fisicoquímicos a las matrices de agua

Una vez caracterizadas las distintas matrices de agua, tanto desde el punto de vista óptico como desde el punto de vista fisicoquímico, es necesario determinar y definir los rangos de variabilidad de cada parámetro fisicoquímico de interés según cada matriz de agua identificada y caracterizada.

Esta asignación debe realizarse teniendo en cuenta el rango de variabilidad del parámetro donde se concentren el mayor número de muestras obtenidas durante el muestreo de caracterización.

El objetivo es determinar, para cada parámetro y matriz de agua, un rango de valores que, teniendo la menor variabilidad (diferencia entre máximo y mínimo), concentre el mayor número de muestras.

Este método de asignación desecha aquellas muestras con apariciones menos probables (*offsets* - falsos positivos o falsos negativos) generados por la heterogeneidad de la matriz de agua (descrita en apartados anteriores).

Una vez determinados estos rangos de variabilidad para cada parámetro según matriz de agua, se procede a realizar la calibración óptica utilizando un modelo espectroscópico basado en inteligencia artificial, modelos neuronales y servicios de visión por computador.

Este método debe de ser utilizado tanto en la fase de Calibración como en las posteriores fases de Control de Calidad. Es imprescindible tener en cuenta los rangos de valor asignados a cada matriz de agua según parámetro, durante la fase de Calibración, para comparar con medidas dentro de esos rangos y desechar las medidas de fuera de los rangos (dado que generarían desviaciones inesperadas).

## 4.5. Métricas para análisis y comparación de resultados

A continuación, se detallan las 2 métricas utilizadas para analizar y comparar la precisión de las estimaciones realizadas por la tecnología Aquacorp.

Estas métricas permiten comparar la estimación Aquacorp frente a un valor de referencia preciso (preferiblemente obtenido de una muestra analizada en laboratorio o si el usuario lo considera fiable de un equipo de sensorica con contacto); valor dentro de los rangos definidos a través de la metodología definida en los apartados anteriores.

**MAE** (Mean Absolute Error). Determina la precisión de la técnica de predicción frente a los datos reales mediante el cálculo de la diferencia absoluta promedio entre los dos valores a lo largo del tiempo y lo normaliza respecto al valor original. Viene definida de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$MAE = \frac{\sum_{i=0}^N \frac{|y_i - x_i|}{|x_i|}}{N}$$

Donde  $y$  representa la salida del modelo entrenado,  $x$  los valores verdaderos y  $N$  el número de imágenes evaluadas.

**MAE porcentual** (Mean Absolute Error). Determina la precisión de la técnica de predicción frente a los datos reales mediante el cálculo de la diferencia absoluta promedio entre los dos valores a lo largo del tiempo y lo normaliza respecto al valor original. Viene definida de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$MAE \% = \frac{\sum_{i=0}^N 100 \times \frac{|y_i - x_i|}{|x_i|}}{N}$$

Donde  $y$  representa la salida del modelo entrenado,  $x$  los valores verdaderos y  $N$  el número de imágenes evaluadas.



# Informe

## Resultados

Nilsa - Tudela

(\*) Para estos trabajos se han utilizado los datos obtenidos por la instrumentación de la actividad C.2.1. "Desarrollo de un sistema de alerta temprana ante posibles emergencias ambientales producidas en plantas de tratamiento de aguas residuales", financiada por el proyecto LIFE16 IPC/ES/000001.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Matrices ópticas del agua</b>	<b>2</b>
2.1. Análisis temporal de Matrices de Agua	2
Patrón horario. Apariciones por TMOA y franja horaria	2
Patrón diario	3
2.2. Ejemplos representativos de matrices de agua	4
<b>3. Rangos fisicoquímicos por matriz óptica de agua</b>	<b>7</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>8</b>
4.1. DQO	8
4.2. TOC	9
4.3. Conductividad	9
4.4. Nitrógeno	9
4.5. Fósforo	9
4.6. pH	10
<b>6. Conclusiones</b>	<b>10</b>

## 1. Introducción

Este informe muestra los resultados obtenidos una vez finalizada la fase de calibración de la tecnología Aquacorp, en el punto de monitorización seleccionado para los parámetros fisicoquímicos de interés.

Este reporte se genera en base a los resultados obtenidos mediante dos Controles de Calidad internos: el primero es realizado por nuestro departamento de Inteligencia Artificial (IA) y el segundo realizado por nuestro departamento de Calidad (este último se realiza replicando las condiciones de la fase de Producción).

Para desarrollar este informe se han utilizado los datos obtenidos por la instrumentación de la actividad C.2.1. “Desarrollo de un sistema de alerta temprana ante posibles emergencias ambientales producidas en plantas de tratamiento de aguas residuales”, financiada por el proyecto LIFE16 IPC/ES/000001.

## 2. Matrices ópticas del agua

**Periodo de calibración:** 20oct 2023 a 4ene 2024

**Paquetes ópticos válidos obtenidos en fase de Calibración:** 14.915

**Matrices ópticas de agua identificadas:** 6

**Distribución temporal de las matrices:**

	% aparición	Frecuencia diaria	Frecuencia semanal	Frecuencia mensual	Duración máxima
TMOA 1	41	6	45	177	05:30:46
TMOA 2	27	4	30	116	01:23:39
TMOA 3	9	2	11	38	01:35:53
TMOA 4	9	2	9	38	05:15:55
TMOA 5	12	2	12	51	12:11:15
TMOA 6	3	1	3	14	02:20:00

## 2.1. Análisis temporal de Matrices de Agua

### Patrón horario. Apariciones por TMOA y franja horaria

Las franjas horarias se eligen teniendo en cuenta el punto de monitorización buscando concentraciones de interés para la Calibración.

	00:00 a 08:00	08:00 a 12:00	12:00 a 17:00	17:00 a 00:00
<b>TMOA 1</b>	<b>0</b>	<b>473</b>	<b>1.344</b>	<b>248</b>
<b>% TMOA 1</b>	<b>0%</b>	<b>23%</b>	<b>65%</b>	<b>12%</b>
<b>TMOA 2</b>	<b>0</b>	<b>803</b>	<b>1.18</b>	<b>33</b>
<b>% TMOA 2</b>	<b>0%</b>	<b>40%</b>	<b>59%</b>	<b>2%</b>
<b>TMOA 3</b>	<b>0</b>	<b>139</b>	<b>94</b>	<b>0</b>
<b>% TMOA 3</b>	<b>0%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>0%</b>
<b>TMOA 4</b>	<b>1.867</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>213</b>
<b>% TMOA 4</b>	<b>87%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>
<b>TMOA 5</b>	<b>2.912</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>3.296</b>
<b>% TMOA 5</b>	<b>47%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>53%</b>
<b>TMOA 6</b>	<b>196</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>50</b>
<b>% TMOA 6</b>	<b>78%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>

La suma de % de todas las franjas horarias por TMOA es 100%.

### Patrón diario

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>TMOA 1</b>	<b>345</b>	<b>221</b>	<b>279</b>	<b>330</b>	<b>264</b>	<b>358</b>	<b>268</b>
<b>% TMOA 1</b>	<b>17%</b>	<b>11%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>13%</b>	<b>17%</b>	<b>13%</b>
<b>TMOA 2</b>	<b>249</b>	<b>177</b>	<b>240</b>	<b>239</b>	<b>322</b>	<b>517</b>	<b>272</b>

<b>% TMOA 2</b>	<b>12%</b>	<b>9%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>	<b>26%</b>	<b>13%</b>
<b>TMOA 3</b>	<b>40</b>	<b>117</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>0</b>
<b>% TMOA 3</b>	<b>17%</b>	<b>50%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>	<b>12%</b>	<b>13%</b>	<b>0%</b>
<b>TMOA 4</b>	<b>554</b>	<b>215</b>	<b>112</b>	<b>159</b>	<b>241</b>	<b>334</b>	<b>519</b>
<b>% TMOA 4</b>	<b>26%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>	<b>11%</b>	<b>16%</b>	<b>24%</b>
<b>TMOA 5</b>	<b>607</b>	<b>619</b>	<b>816</b>	<b>1.267</b>	<b>1.221</b>	<b>1.327</b>	<b>390</b>
<b>% TMOA 5</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>13%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>21%</b>	<b>6%</b>
<b>TMOA 6</b>	<b>56</b>	<b>67</b>	<b>5</b>	<b>91</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>0</b>
<b>% TMOA 6</b>	<b>22%</b>	<b>27%</b>	<b>2%</b>	<b>36%</b>	<b>0%</b>	<b>12%</b>	<b>0%</b>

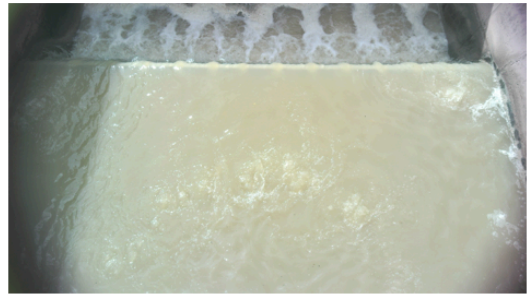
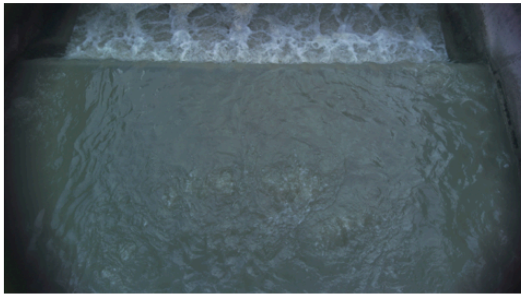
La suma de % de todas los días, por TMOA, es 100%.

## 2.2. Ejemplos representativos de matrices de agua

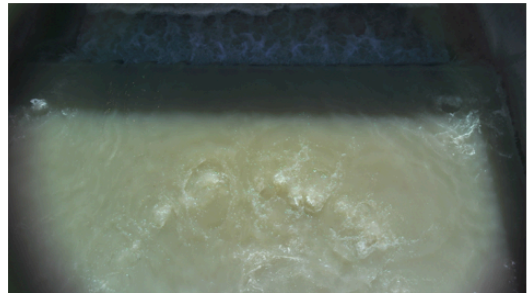
A continuación mostramos dos conjuntos de imágenes identificativas de cada una de las matrices de agua. Estos ejemplos sirven, simplemente, para la observación humana. En la calibración se han utilizado más de 120 descriptores ópticos externos del agua, para cada una de las matrices.

TMOA 1

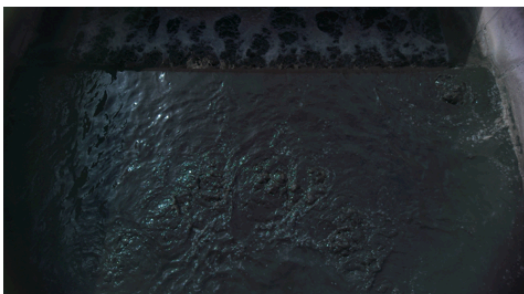


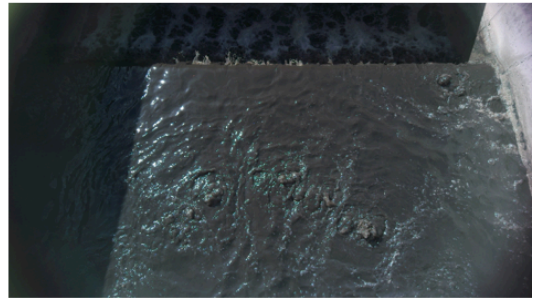
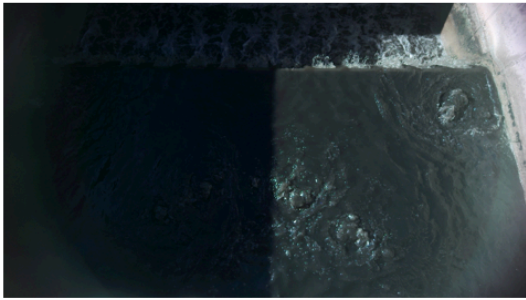


TMOA 2

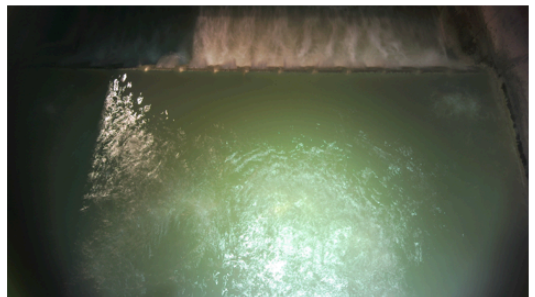
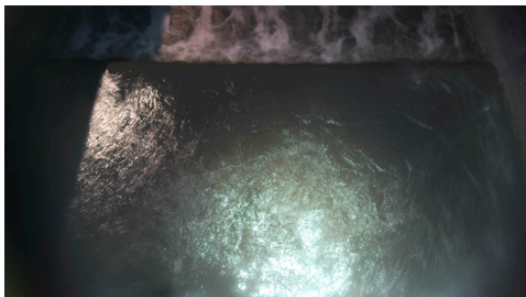
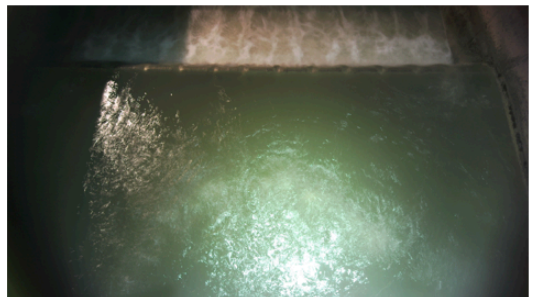
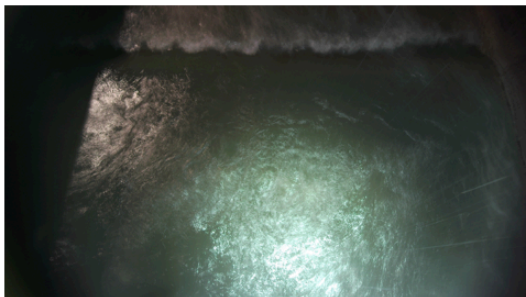


TMOA 3



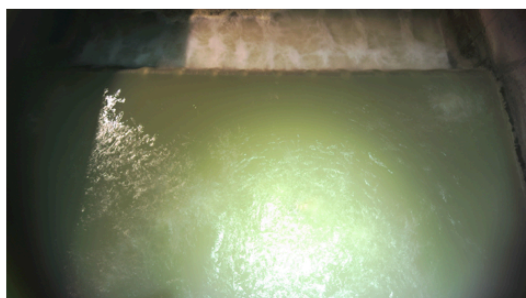


TMOA 4

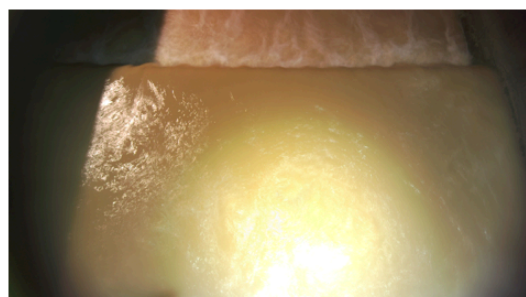


TMOA 5





TMOA 6



### 3. Rangos fisicoquímicos por matriz óptica de agua

En la siguiente tabla se muestran los rangos asociados a cada matriz de agua según parámetro fisicoquímico de interés. Estos rangos han sido obtenidos mediante la metodología expuesta en el documento 'Metodología de asignación de rangos fisicoquímicos a matrices ópticas de agua'.

	DQO	TOC	Conductividad	Nitrógeno	Fósforo	pH
TMOA 1	418-532	115-160	1.119-1.700	27-33	3-5	6,5-7
TMOA 2	374-476	115-160	2.100-2.350	27-33	5-7	6,5-7
TMOA 3	405-495	70-83	1.700-1.950	33-47	5-7	5,51-6,5
TMOA 4	305-396	70-83	1.119-1.700	18-25	1,32-3	7-7,3
TMOA 5	479-622	115-160	2.100-2.350	18-25	5-7	7-7,3
TMOA 6	259-316	70-83	1.119-1.700	12-18	3-5	5,5-6,5

### 4. Resultados

En la siguiente tabla se detalla, para cada parámetro fisicoquímico de interés:

- el total de muestras (valores de referencia) dentro de los rangos anteriores, el porcentaje respecto al total de muestras analizadas y válidas en la fase de Calibración.
- Las métricas MAE<sup>(1)</sup> (Error Absoluto Medio) y MAPE<sup>(1)</sup> (Error Porcentual Absoluto Medio) como indicadores de la precisión de las estimaciones.

(1) Referenciadas en el documento 'Metodología de asignación de rangos fisicoquímicos a matrices ópticas de agua'.

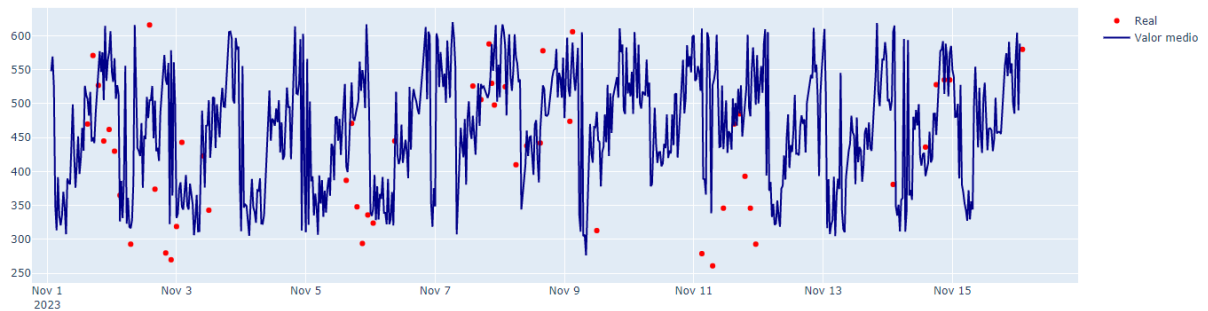
	DQO	TOC	Conductividad	Nitrógeno	Fósforo	pH
Muestras	50	643	971	1.077	1.226	782
%	61%	51%	72%	81%	93%	66%

<b>MAE</b>	<b>99</b>	<b>20</b>	<b>418</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>
<b>MAPE</b>	<b>28%</b>	<b>18%</b>	<b>20%</b>	<b>19%</b>	<b>30%</b>	<b>8%</b>

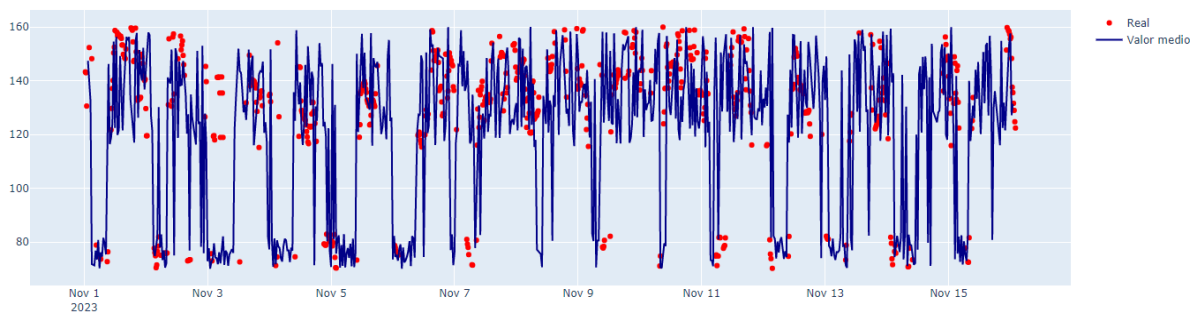
A continuación, se muestran las distintas gráficas comparativas, para cada parámetro, con el valor medio estimado por el sistema (30 minutos) y el valor real de las muestras utilizadas para la calibración del sistema durante el periodo de calidad.

**Periodo de calidad:** 01nov a 15nov 2023

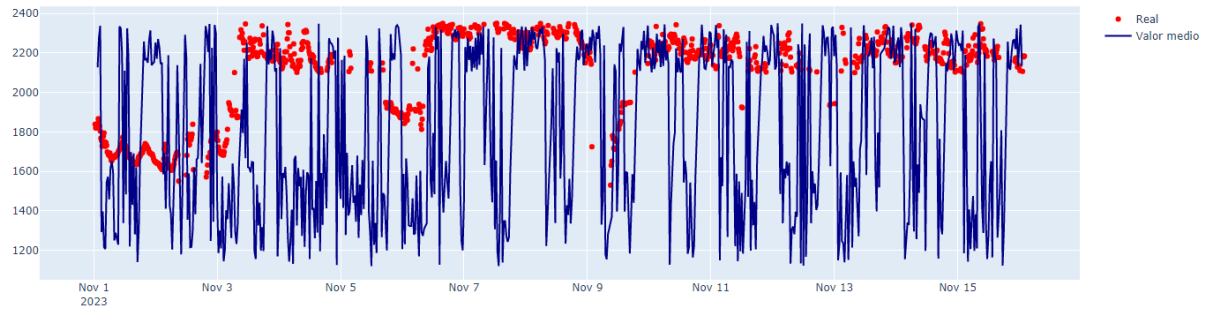
#### 4.1. DQO



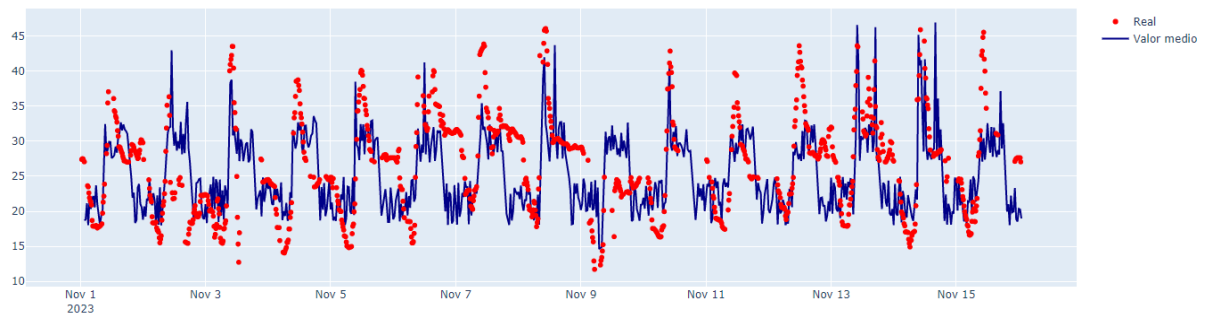
#### 4.2. TOC



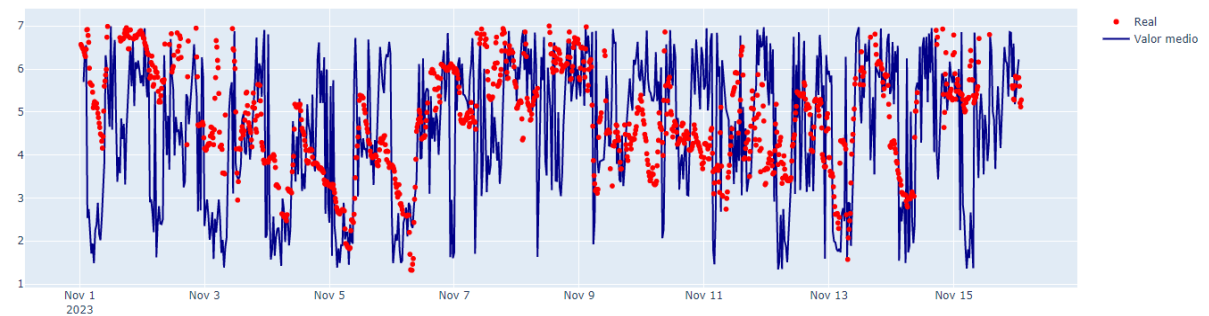
### 4.3. Conductividad



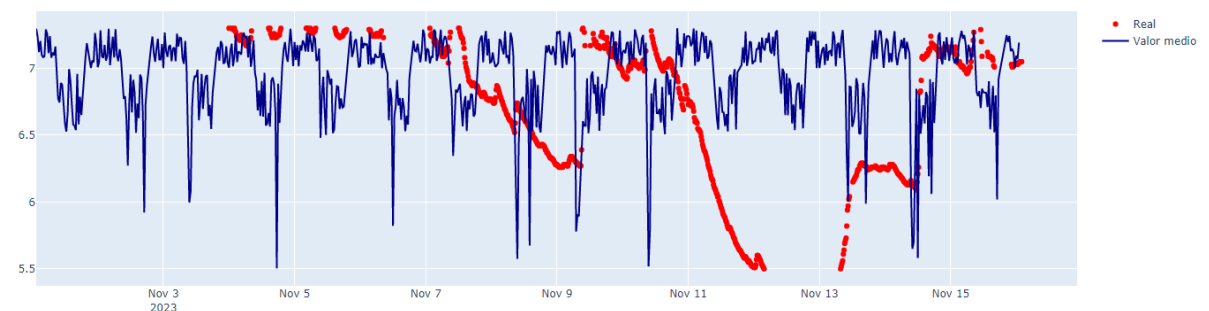
### 4.4. Nitrógeno



### 4.5. Fósforo



### 4.6. pH



## 6. Conclusiones

Según los resultados obtenidos, la precisión medida utilizando la métrica MAPE se encuentra por debajo de la línea de los umbrales establecidos en la comparación de las medidas entre analíticas realizadas por distintos laboratorios o medidas obtenidas por distintas marcas y modelos de sensórica tradicional (25%) para dos de los parámetros: TOC y Nitrógeno.

En el caso de la DQO y el fósforo el valor del MAPE es superior al umbral (28 y 30% respectivamente) lo cual implica una desviación más alta de lo esperado. Desde el punto de vista gráfico, la DQO se comporta correctamente.

En el caso de la conductividad y el pH, pese a que las métricas se encuentran por debajo del umbral indicado, desde el punto de vista gráfico las estimaciones no siguen la tendencia de los valores originales.



# Informe

## Modelado de Planta

Nilsa - Tudela

(\*) Para estos trabajos se han utilizado los datos obtenidos por la instrumentación de la actividad C.2.1. "Desarrollo de un sistema de alerta temprana ante posibles emergencias ambientales producidas en plantas de tratamiento de aguas residuales", financiada por el proyecto LIFE16 IPC/ES/000001.

## Índice

Introducción	2
Relación entre caudal y DQO en salida	2
Relación entre cisternas y DQO en salida	3
Relación entre decantadores y DQO en salida	4
Relación TMOAs - Caudal	8
Conclusiones	10
<b>Relación TMOAs - Cisternas</b>	<b>10</b>
Correlación entre parámetros fisicoquímicos en puntos de entrada/intermedio y salida	12
TOC	12
Fósforo	12
Nitrógeno	13
TOC/TURBIDEZ	13
DQO/TOC	14
TOC/Fósforo	14
<b>Resumen de Conclusiones</b>	<b>16</b>
DQO en salida frente a caudal	16
DQO en salida frente a cisternas	16
DQO en salida frente a decantadores	16
Caudal frente a TMOAs	16
Correlación entre parámetros	16

## Introducción

Este informe detalla relaciones entre diferentes parámetros fisicoquímicos en la EDAR de Tudela (Nilsa) bien entre sí, bien con otras medidas tomadas en la planta como la altura de los fangos en los decantadores, las cisternas que vierten en entrada, los caudales o los TMOAs observados.

El objeto de este análisis es la utilización de las diferentes relaciones entre los parámetros y la posibilidad de aplicarlo en el modelado de la planta.

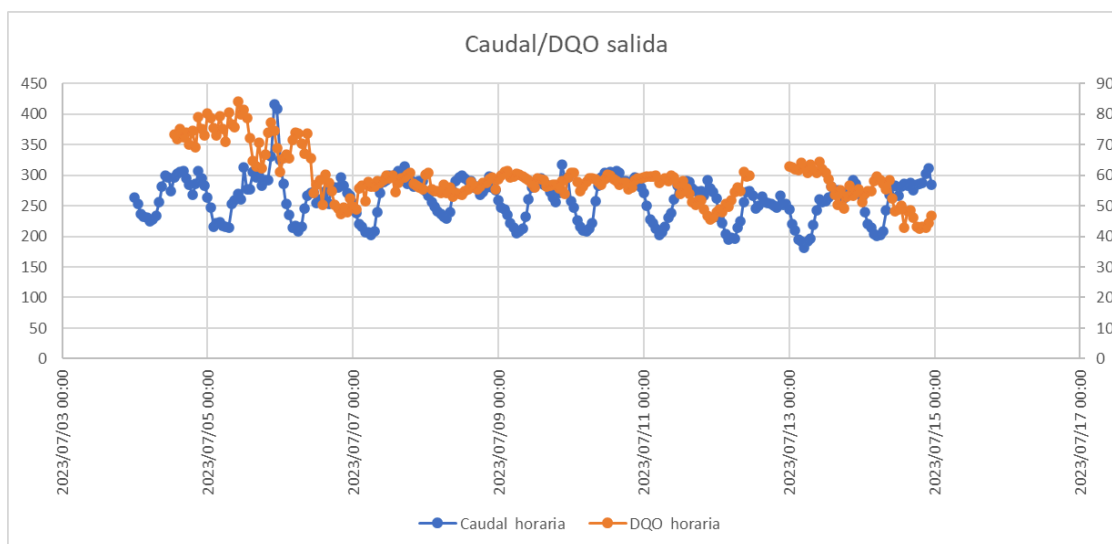
Para este estudio se han recibido, analizado, procesado, limpiado los datos y se han obtenido las correlaciones que se muestran más abajo.

## Relación entre caudal y DQO en salida

**Periodo:** 4/07/2024 al 15/7/2024

**Frecuencia de datos de estudio:** normalizada a 1hora

**Nº de datos:** 265



	Caudal Media horaria	DQO Media horaria
Caudal Media horaria	1	
DQO Media horaria	0.000769084	1

No se observa correlación

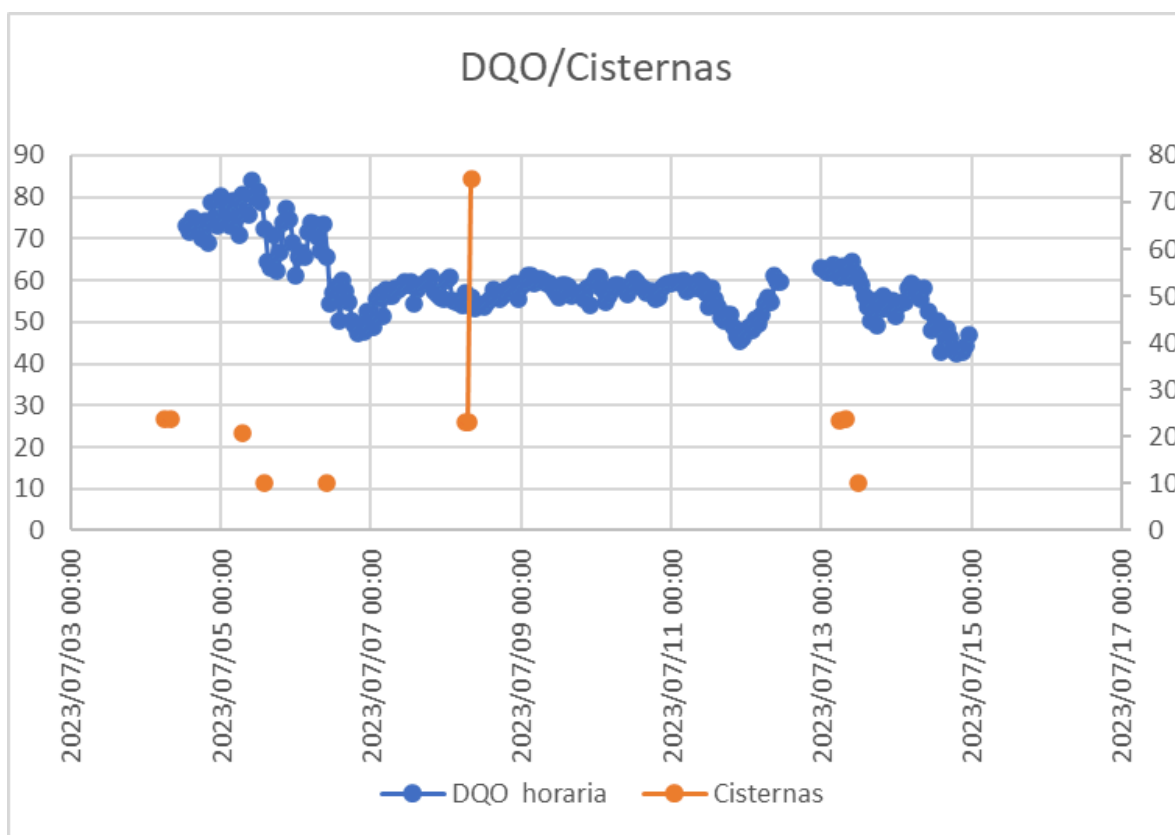
## Relación entre cisternas y DQO en salida

**Periodo:** 4/07/2024 al 15/7/2024

**Frecuencia de datos de estudio:** normalizada a 1hora

**Nº de datos de DQO:** 265

**Nº datos Cisternas:** 11



	Caudal horaria	DQO horaria	Cisternas
Caudal horaria	1		
DQO horaria	0.000769084	1	
Cisternas	-0.234815519	-0.391526729	1

No se observa correlación

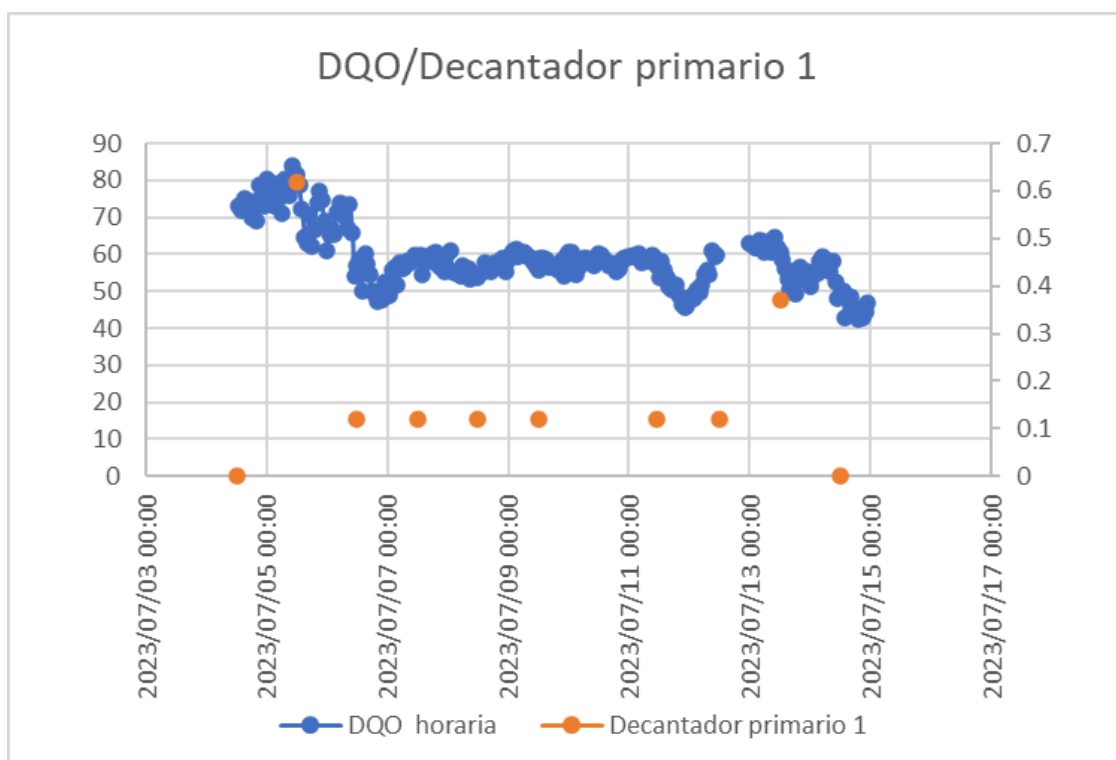
## Relación entre decantadores y DQO en salida

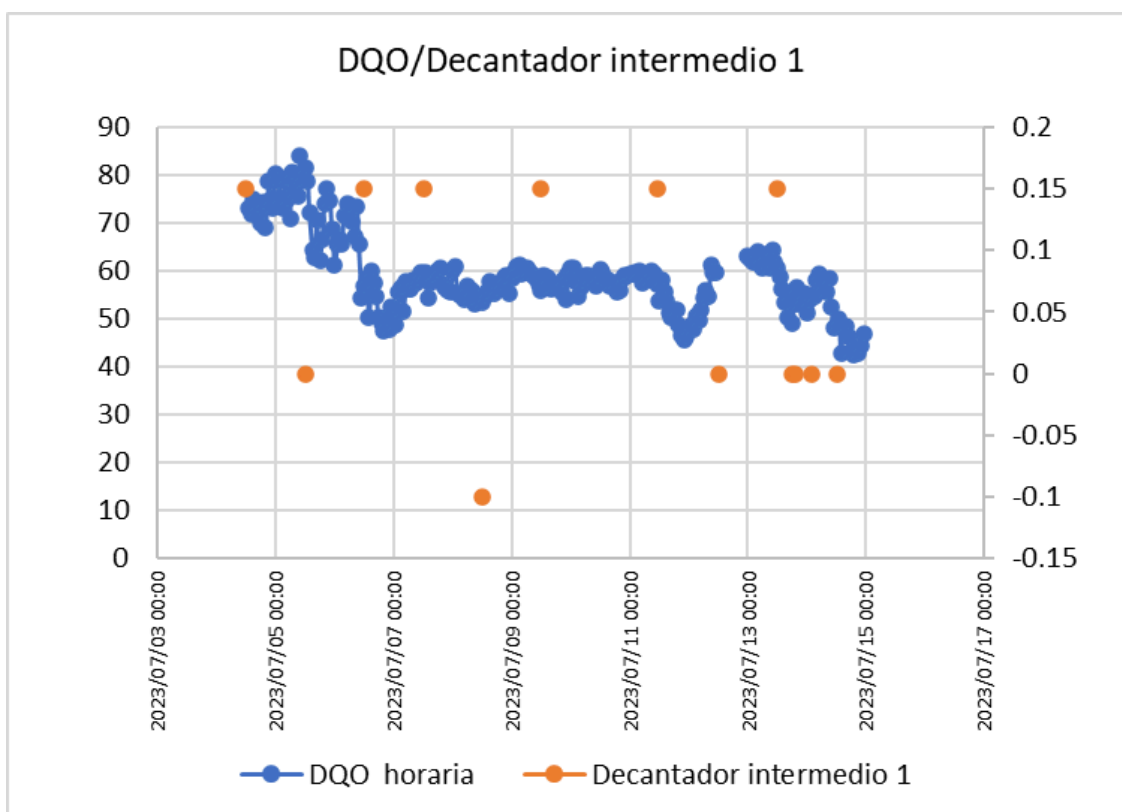
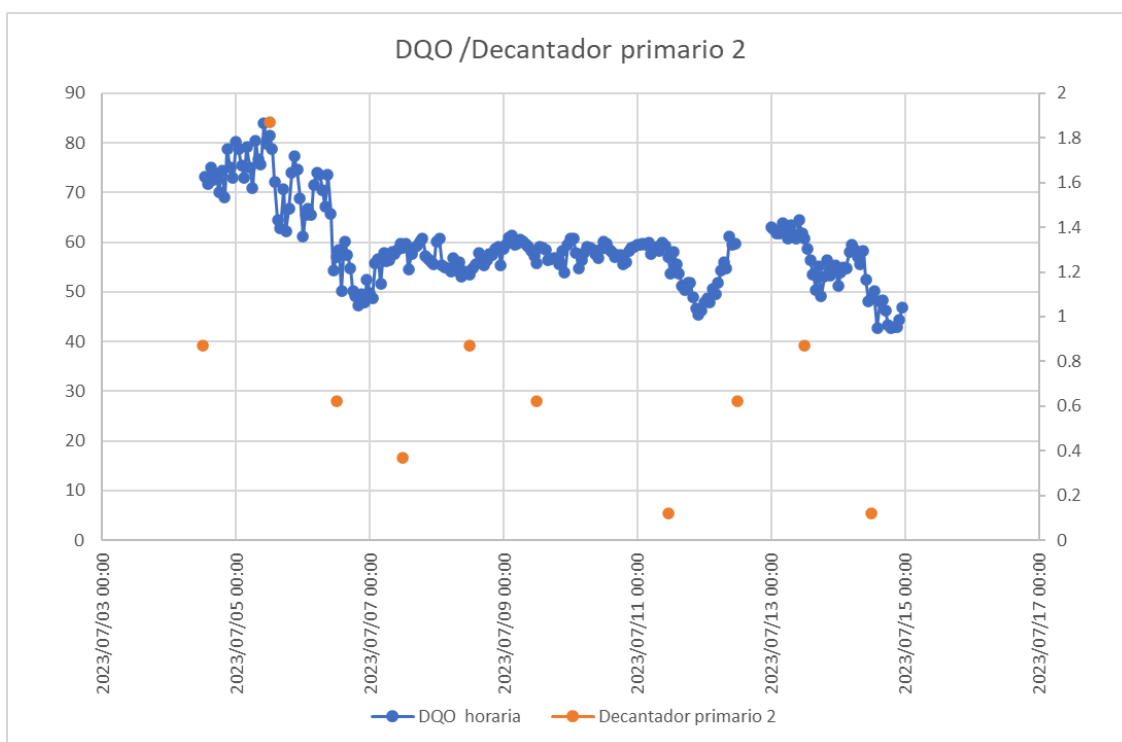
Periodo: 4/07/2024 al 15/7/2024

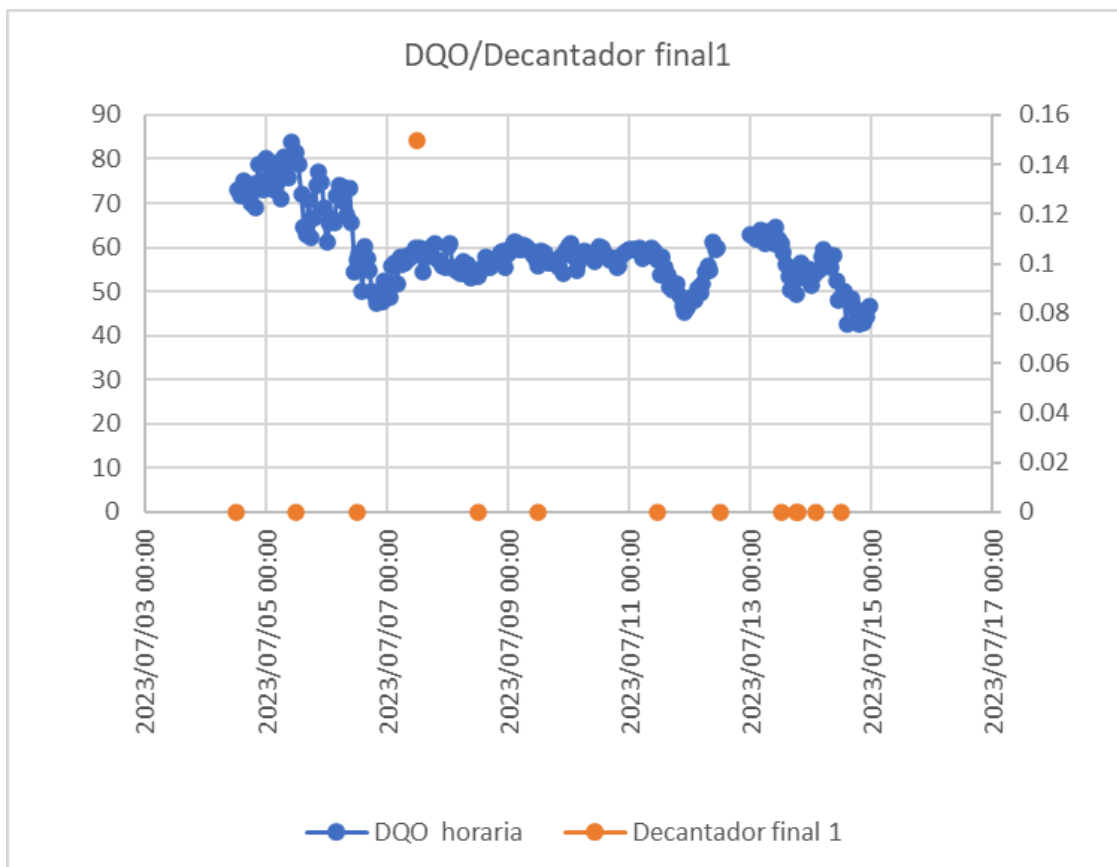
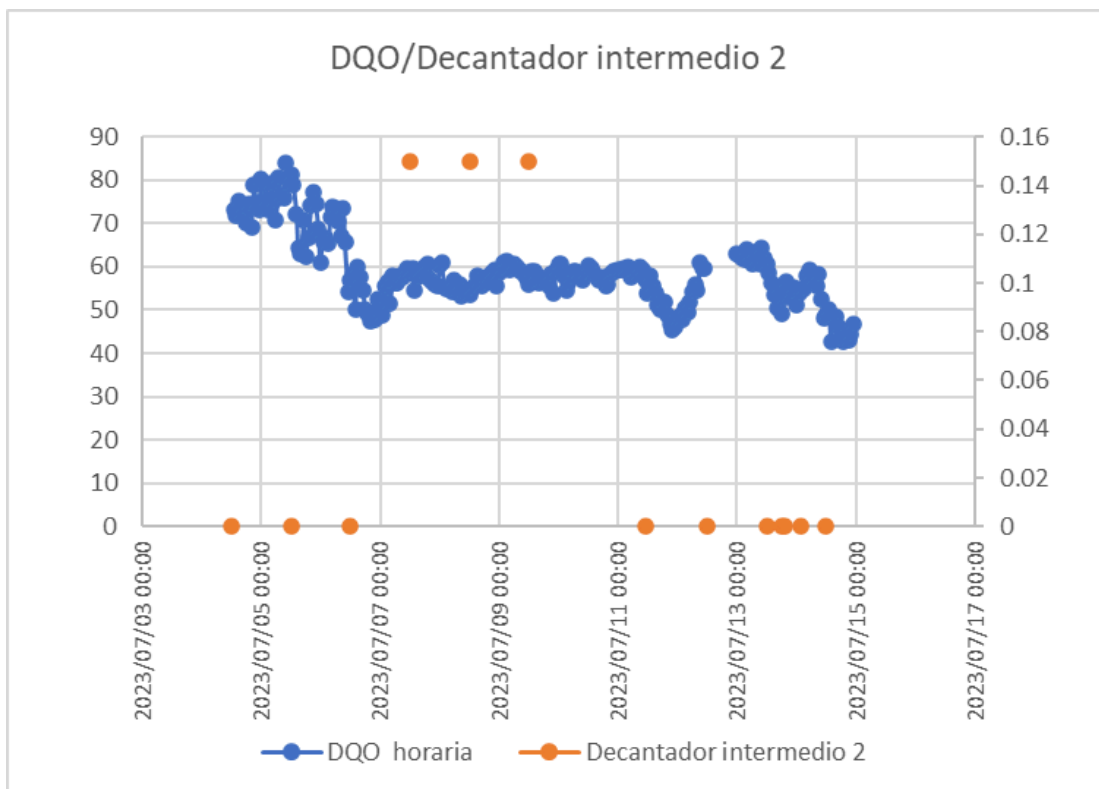
Frecuencia de datos de estudio: normalizada a 1 hora

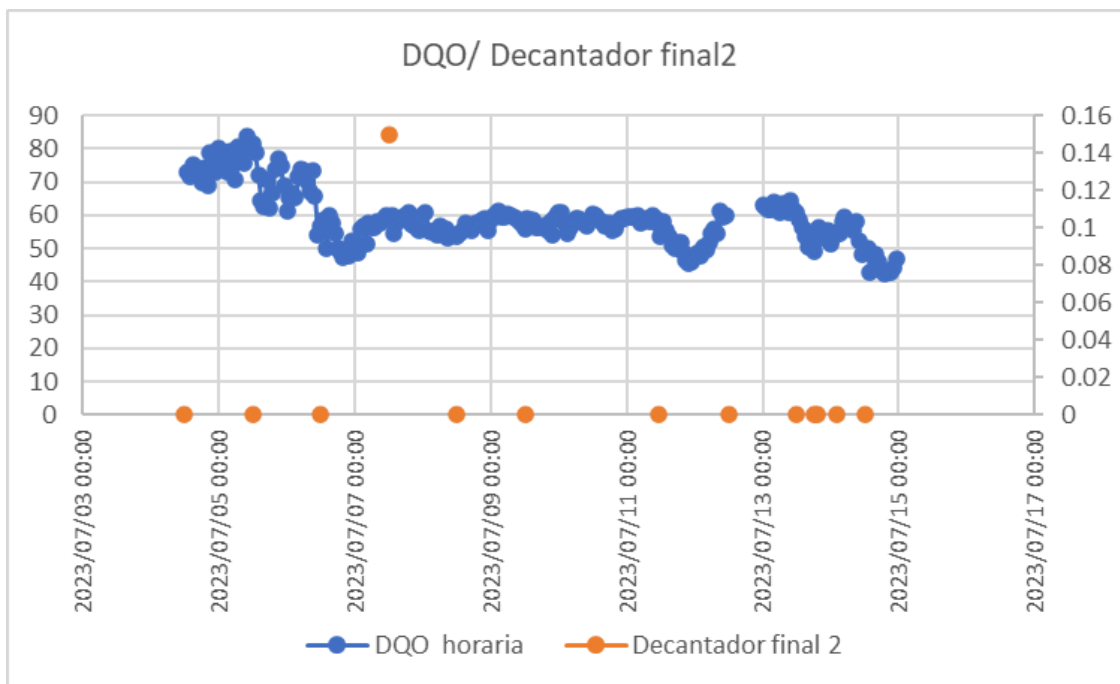
Nº de datos de DQO: 265

Nº datos Decantadores: 16









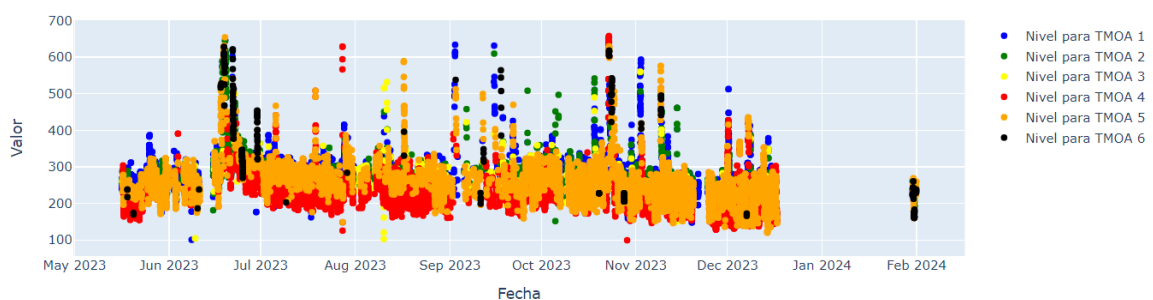
	DQO horaria	Decantador primario 1	Decantador primario 2	Decantador inter. 1	Decantador inter. 2	Decantador final 1
DQO horaria	1					
	0.919					
	36360					
Decantador primario 1	2	1				
	0.880	0.891				
	86461	72489				
Decantador primario 2	5	1	1			
	0.057	-0.054				
	36685	72894	-0.236			
Decantador intermedio 1	2	6	45975	1		
	-0.138	-0.279	-0.004	-0.042		
	60215	23161	49848	87464		
Decantador intermedio 2	9	9	4	6	1	
	0.039	-0.139	-0.170	0.300		
	21655	61580	94240	12252		
Decantador final 1	8	9	2	4	0.5	1
	-0.008	-0.159	-0.224	0.278	0.487	
	61251	87530	28065	41410	95003	
Decantador final 2	8	6	2	5	6	1

Se observa una alta correlación positiva entre la DQO y los decantadores primarios 1 y 2. El número de datos (16) es muy bajo como para sacar conclusiones que permitan saber con certeza si esta correlación es real o debida al azar. Es necesario utilizar series de datos más largas.

## Relación TMOAs - Caudal

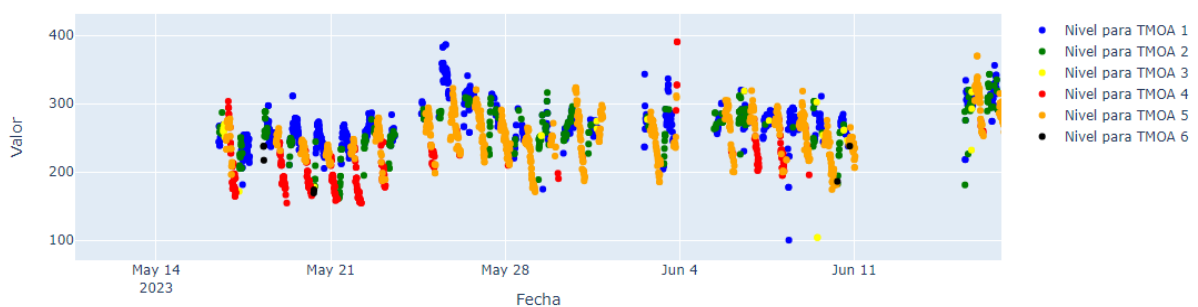
Se ha analizado la variabilidad de los TMOAs y su dependencia del Caudal de entrada en la planta.

Debido a la entrada de mayores caudales (incluidos los derivados de la precipitación) se observan cambios cíclicos de los TMOAs.

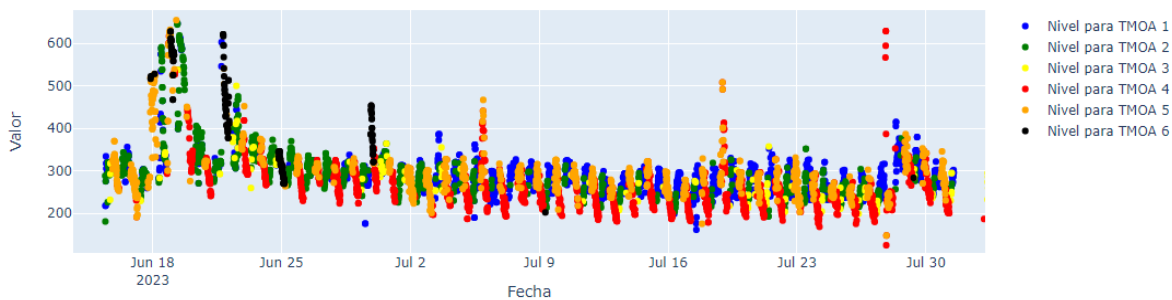


Evolución de los TMOAS para mayo a enero. La acumulación de información impide la extracción de patrones claros, a continuación se divide la información cada dos meses.

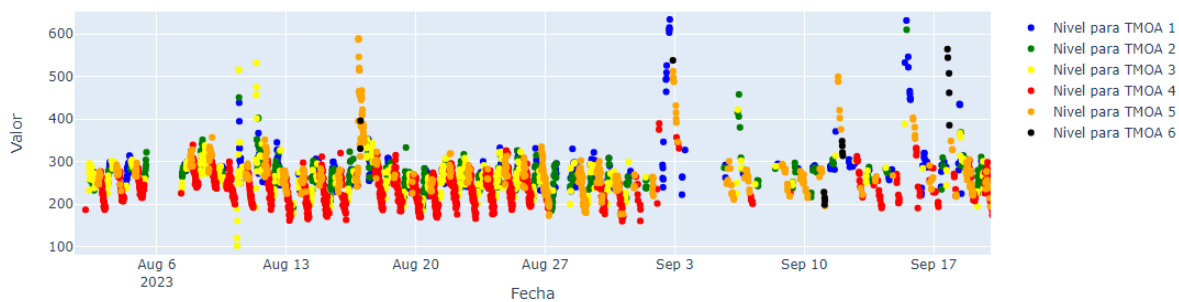
### Mayo y junio 23



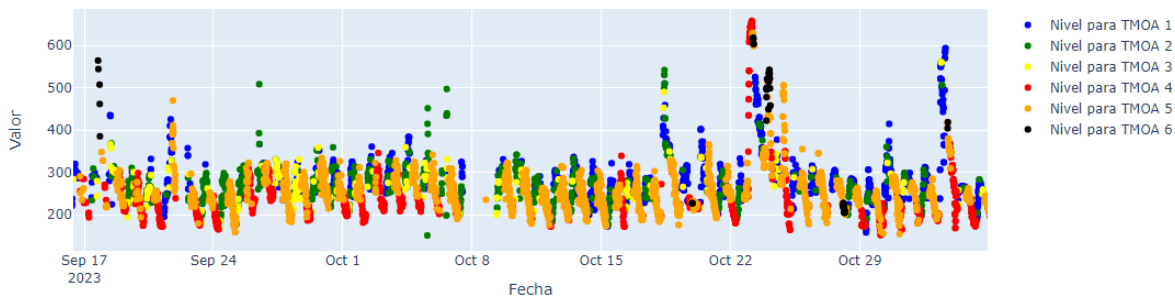
### Junio y julio 23



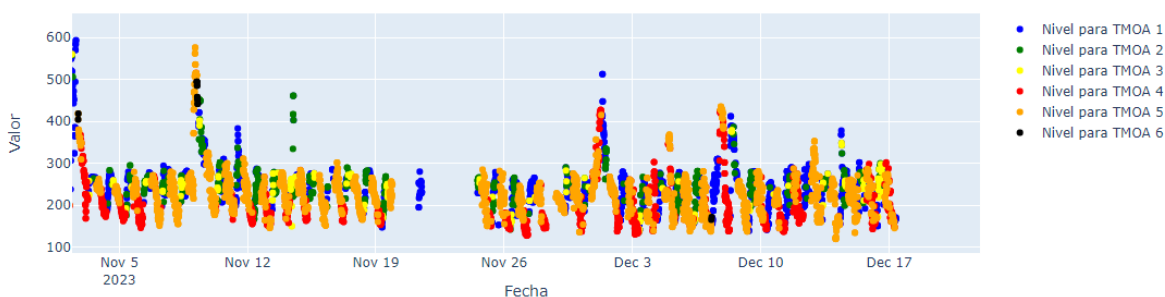
### Agosto y septiembre 23



### Septiembre y octubre 23



Noviembre y diciembre 23



Los patrones semanales y diarios se observan en detalle a medida que se amplía la nube de puntos.

## Conclusiones

### Durante el día:

El TMOA 1 se relaciona con caudal circulante entre 250 y 600 lps

El TMOA 2 con caudal circulante medio entre 220- y 350 lps

El TMOA 3 con caudal circulante bajo entre 180 y 280 lps

### Durante la noche:

El TMOA 4 con caudal circulante entre 180 y 300 lps

El TMOA 5 con caudal circulante entre 180 y 450 lps

El TMOA 6 con caudal circulante entre 400 y 500 lps

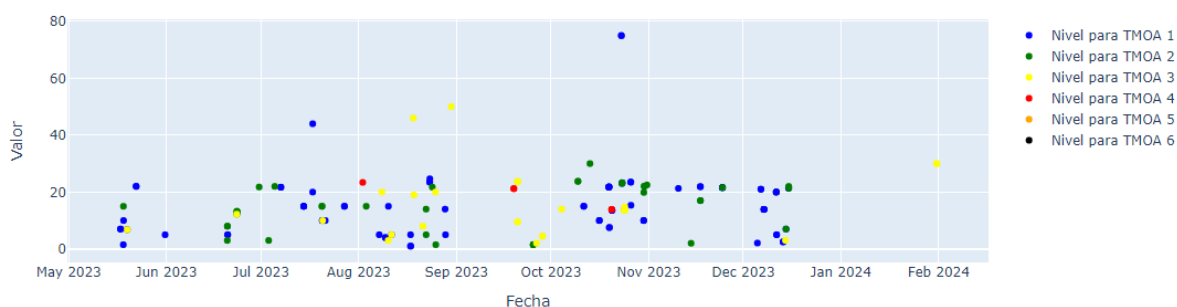
## Relación TMOAs - Cisternas

**Periodo:** 04/01/2022 a 02/02/2024

**Días del periodo:** 759

**Nº de datos de vertido válidos en el periodo:** 865

En este informe resaltamos la evolución del nivel visual y su relación con el vertido de cisternas desde may23 a dic24.



En el momento del vertido se observan estos TMOAs

	Nº veces aparición	%
TMOA1	82	53%
TMOA2	39	25%
TMOA3	28	18%
TMOA4	5	3%
TMOA5	0	0%
TMOA6	0	0%

En el 60.5% de los casos el vertido no cambia el TMOA. Si lo hace en el 39.5%. En la siguiente tabla se muestra el cambio.

	a TMOA 1	a TMOA 2	a TMOA 3	a TMOA 4	a TMOA 5	a TMOA 6
De TMOA 1	-	25%	7%	-	-	-
De TMOA 2	25%	-	7%	-	-	-
De TMOA 3	21%	7%	-	-	-	-
De TMOA 4	7%	-	-	-	-	-
De TMOA 5	-	-	-	-	-	-
De TMOA 6	-	-	-	-	-	-

## Correlación entre parámetros fisicoquímicos en puntos de entrada/intermedio y salida

### TOC

#### Correlación TOC (entrada, intermedio, salida)

Periodo: 16/5/2023 al 5/2/2024

Nº de datos analizados para esta relación: 14.166

	TOC Entrada (mg/l)	TOC Intermedio (mg/l)	TOC Salida (mg/l)
TOC Entrada (mg/l)	1		
TOC Intermedio (mg/l)	0.460	1	
TOC Salida (mg/l)	0.352	0.520	1

Existe una correlación entre TOC entrada y TOC intermedio.

Existe correlación entre TOC intermedio y TOC salida.

### Fósforo

#### Correlación Fósforo (entrada, intermedio, salida)

Periodo: 16/5/2023 al 5/2/2024

Nº de datos analizados para esta relación: 14.166

	FósforoT Entrada (mg/l)	FósforoT Intermedio (mg/l)	FósforoT Salida (mg/l)
FósforoT Entrada (mg/l)	1		
FósforoT Intermedio (mg/l)	0.71522899	1	
FósforoT Salida (mg/l)	0.648266166	0.863527571	1

Existe una buena correlación entre fósforo entrada, intermedio y salida.

## Nitrógeno

### Correlación Nitrógeno (entrada, intermedio, salida)

Periodo: 16/5/2023 al 5/2/2024

Nº de datos analizados para esta relación: 14.166

	NitrógenoT Entrada (mg/l)	NitrógenoT Intermedio (mg/l)	NitrógenoT Salida (mg/l)
NitrógenoT Entrada (mg/l)	1		
NitrógenoT Intermedio (mg/l)	0.49502989	1	
NitrógenoT Salida (mg/l)	0.49408797	0.79661187	1

Existe una correlación media entre fósforo entrada e intermedio y buena entre intermedio y salida.

## TOC/TURBIDEZ

### Correlación TOC /Turbidez

Periodo: 1/1/2022 al 10/8/2023

Nº de datos analizados para esta relación: 56.287

	TOC Entrada (mg/l)	TOC Intermedio (mg/l)	TOC Salida (mg/l)	Turbidez Intermedia (mg/l)	Turbidez Salida (mg/l)
TOC Entrada (mg/l)	1.000				
TOC Intermedio (mg/l)	0.499	1.000			
TOC Salida (mg/l)	0.458	0.632	1.000		
Turbidez Intermedia (mg/l)	0.135	0.174	0.124	1.000	
Turbidez Salida (mg/l)	0.206	0.371	0.475	0.055	1.000

### TOC

Relacionado el TOC de entrada con el intermedio en correlación positiva de 0.499.

Relacionado el TOC de intermedio con el de salida en correlación positiva de 0.458.

### Turbidez/TOC

Relacionada TOC intermedio con Turbidez salida en correlación positiva de 0.371.

Relacionada TOC salida con Turbidez salida en correlación positiva de 0.475.

## DQO/TOC

**Punto:** Entrada

**Correlación DQO/TOC**

**Periodo:** 25/10/2023 al 4/1/2024

**Nº de datos analizados para esta relación:** 149

	DQO Entrada
DQO Entrada	1
TOC Entrada	0.225066824

Existe una baja correlación entre los parámetros.

**Punto:** Intermedio

**Correlación DQO/TOC**

**Periodo:** 25/10/2023 al 4/1/2024

**Nº de datos analizados para esta relación:** 149

	DQO Intermedio
DQO Intermedio	1
TOC Intermedio	-0.22620227

Existe una baja correlación entre los parámetros.

## TOC/Fósforo

**Correlación TOC/Fósforo (entrada, intermedio, salida)**

**Periodo:** 16/5/2023 al 5/2/2024

**Nº de datos analizados para esta relación:** 14.166

	TOC Entrada (mg/l)	TOC Intermedio (mg/l)	TOC Salida (mg/l)
FósforoT Entrada (mg/l)	0.4552	0.417	0.4018
FósforoT Intermedio (mg/l)	0.4482	0.5336	0.4929
FósforoT Salida (mg/l)	0.4108	0.4891	0.5207

Correlación media entre TOC y fósforo.

#### TABLA RESUMEN correlaciones TOC/Fósforo /Nitrógeno

	TOC Entrada (mg/l)	TOC Interme dio (mg/l)	TOC Salida (mg/l)	Fósforo T Entrada (mg/l)	Fósforo T Interme dio (mg/l)	Fósforo T Salida (mg/l)	Nitrógeno T Entrada (mg/l)	Nitróge noT Interme dio (mg/l)	Nitróge noT Salida (mg/l)
TOC Entrada (mg/l)	1.000								
TOC Intermedio (mg/l)	0.460	1.000							
TOC Salida (mg/l)	0.353	0.520	1.000						
FósforoT Entrada (mg/l)	0.455	0.418	0.402	1.000					
FósforoT Intermedio (mg/l)	0.448	0.534	0.493	0.715	1.000				
FósforoT Salida (mg/l)	0.411	0.489	0.521	0.648	0.864	1.000			
NitrógenoT Entrada (mg/l)	0.455	0.266	0.208	0.540	0.374	0.317	1.000		
NitrógenoT Intermedio (mg/l)	0.366	0.498	0.305	0.335	0.417	0.366	0.495	1.000	
NitrógenoT Salida (mg/l)	0.320	0.325	0.319	0.326	0.360	0.406	0.494	0.797	1.000

## Resumen de Conclusiones

### DQO en salida frente a caudal

NO se observa correlación entre ambas variables.

### DQO en salida frente a cisternas

NO se observa correlación entre ambas variables.

### DQO en salida frente a decantadores

Se observa una alta correlación positiva entre la DQO y los decantadores primarios 1 y 2. De 0,92 frente al primario 1 y 0,88 frente al primario 2. El número de datos (16) es muy bajo como para sacar conclusiones que permitan saber con certeza si esta correlación es real o debida al azar. Es necesario utilizar series de datos más largas.

### Caudal frente a TMOAs

Se observan cambios cíclicos de caudales (variabilidad diaria de la planta) y picos debidos a precipitaciones. Ambos cambios en los caudales tienen su correspondencia en cambios cíclicos de los TMOAs.

### Cisternas frente a TMOAs

Se observa que a mayor cantidad de vertido de las cisternas mayor representatividad tienen en las TMOAs, a m3 bajos (6 a 11) no se observan cambios importantes en los TMOAs. En el 60.5% de los casos el vertido no cambia el TMOA. Si lo hace en el 39.5%.

### Correlación entre parámetros

**TOC entrada -TOC intermedio** hay correlación baja (0,46)

**TOC intermedio y TOC salida** hay correlación media (0,52)

**TOC intermedio – TOC salida** no hay correlación

**Fósforo:** Existe buena correlación entre entrada, intermedio y salida (0,7-0,6 y 0,8)

**Nitrógeno:** Existe una correlación media entre fósforo entrada e intermedio (0,49) y buena entre intermedio y salida (0,79)

### **Turbidez/TOC**

Relacionada TOC intermedio con Turbidez salida en correlación positiva de 0.371

Relacionada TOC salida con Turbidez salida en correlación positiva de 0.475