

2.6 Interpretación Variables Cruzadas

Los resultados de los ensayos en los cinco puntos de muestreo se pueden interpretar a través del cruce de algunas variables fisicoquímicas, al analizar la relación directa o inversa entre ellas y las actividades antropogénicas en el área de influencia pueden brindar información importante sobre la calidad física, química y biológica del río Tejo, así como la posible afectación de este recurso hídrico y su dinámica.

A continuación, se hace un análisis del comportamiento de cada variable, la mayoría de las cuales participó en el cálculo del Índice de Calidad del Agua.

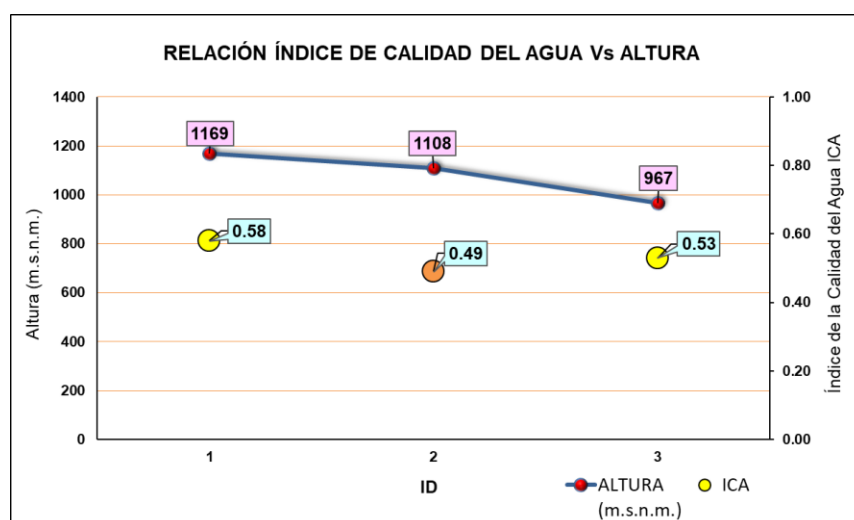
2.6.1 Cruce de Variables (Altura Vs Índice de Calidad del Agua – ICA) 2024

Tabla 10. ID Río Tejo, datos de la altura y el índice de Calidad del Agua – ICA

ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	ICA
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	1169	0.58
2	200 m Después del último vertimiento	1108	0.49
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	967	0.53

Fuente: IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corponor

Figura 11. Altura Vs Índice de Calidad del Agua – ICA Río Tejo



En la figura 11 se observa que en la parte más alta del río Tejo, ID1 ubicado a 1169 m.s.n.m la calidad del agua es “Regular” con ICA de 0,58 seguidamente en el ID2 con una altura de 1108 m.s.n.m la calidad el agua desmejora con un ICA de 0,49 cuya categoría según el IDEAM es de “Mala” en la medida en que se desciende la altura en el ID3 se evidencia que la calidad del cuerpo de agua tiene una calificación de “Regular”, lo anterior, producto de las actividades antropogénicas como son las descargas residuales domésticas provenientes del municipio de Ocaña, así como los vertimientos de aguas residuales no domésticas.

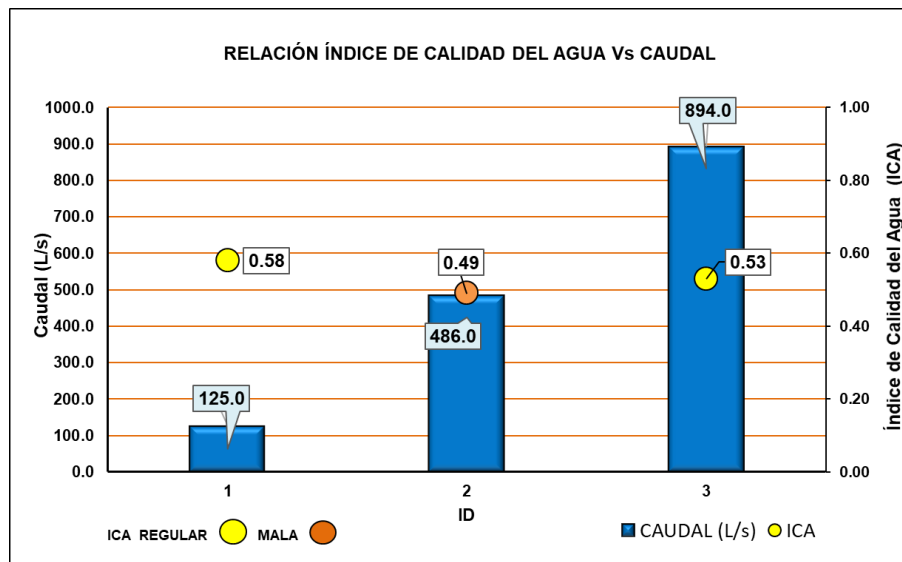
2.6.2 Cruce de Variables (Caudal Vs Índice de Calidad del Agua – ICA) 2024

Tabla 11. ID Río Tejo, datos del Caudal y el índice de Calidad del Agua – ICA

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	ICA
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	125.0	0.58
2	200 m Después del último vertimiento	486.0	0.49
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	894.0	0.53

Fuente: IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corponor

Figura 12. Relación Índice de Calidad del agua Vs Caudal



Medir el Caudal en los cuerpos de agua es importante porque permite conocer la mecánica de fluidos e interviene en el manejo del recurso; las concentraciones en las características fisicoquímicas y microbiológicas, las actividades antropogénicas y la variabilidad del climática influyen en sus resultados, es por ello que este parámetro se debe tener en cuenta en el estudio de la calidad del agua.

En la figura 12 se observa la gráfica cruzada de las variables Caudal vs ICA, se destaca que en el ID1 e ID2 el caudal fue de 125L/s y 486 L/s respectivamente, cuyos ICA fueron de 0,58 y 0,49, nótese que a pesar que en el ID2 el caudal fue mayor, la calidad del agua se encuentra en categoría “Mala” lo anterior a causa de las descargas de aguas residuales provenientes del municipio de Ocaña y de aguas residuales provenientes de otras actividades antropogénicas; en el siguiente tramo identificado como ID3 el caudal fue aún mayor con 894 L/s y un ICA de 0,53, de las actividades antropogénicas que se observaron en este punto se destacan actividades de agricultura.

2.6.3 Cruce de Variables (Altura Sobre el Nivel del Mar Vs Temperatura) 2024

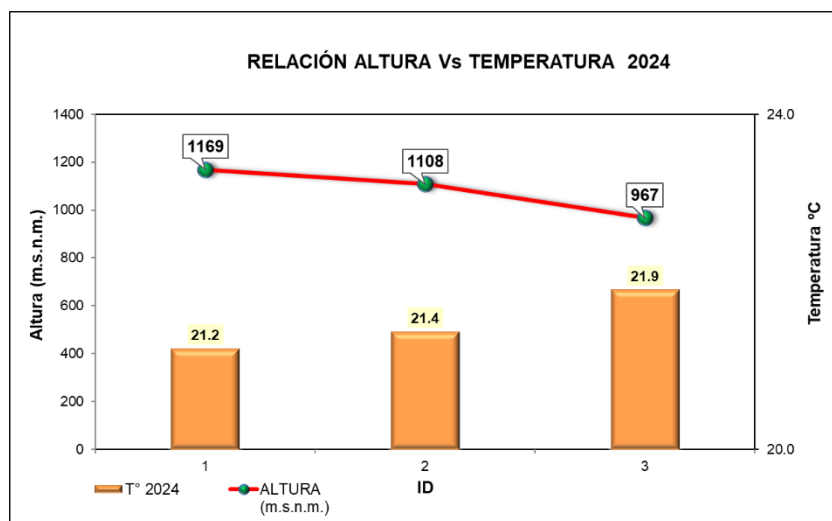
Tabla 12. ID Río Tejo, datos de Altura Sobre el Nivel del Mar y Temperatura

ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	TEMPERATURA °C
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	1169	21.2
2	200 m Después del último vertimiento	1108	21.4
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	967	21.9

Fuente: IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corponor

La variación en la Temperatura guarda una estrecha relación con respecto a la altura sobre el nivel del mar, ya que, a mayor altura, la temperatura del agua es fría e incide directamente en la concentración de Oxígeno Disuelto, lo que la hace una variable importante para la calidad del agua y para la vida acuática.

Figura 13. Relación Altura Sobre el Nivel del Mar Vs Temperatura



En la figura 15 se observan las mediciones de temperatura realizadas en cada ID caracterizado, en el que a mayor altura sobre el nivel del mar menor es la temperatura del agua, reportándose en los ID 1 e ID 2 temperaturas de 21,2 °C y 21,4 °C respectivamente, los cuales se encuentran ubicados por encima de los 1100 m.s.n.m, y el mayor registro de temperatura en el cuerpo hídrico se presentó en el ID 3 con 21,9 °C ubicado 967 m.s.n.m.

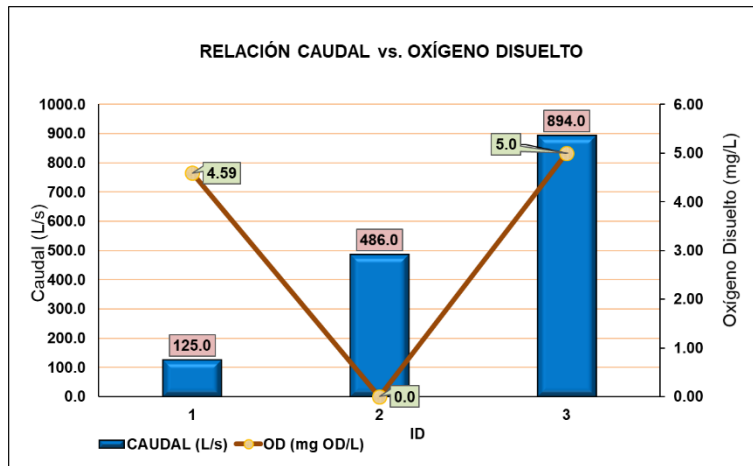
2.6.4 Cruce de Variables (Caudal Vs Oxígeno Disuelto- OD) 2024

Tabla 13. Datos Caudal y Oxígeno Disuelto- OD Río Tejo.

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	OD (mg OD/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	125.0	4.59
2	200 m Después del último vertimiento	486.0	0.0
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	894.0	5.0

Fuente: IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corporor

Figura 14. Relación Caudal Vs Oxígeno Disuelto- OD



El Oxígeno Disuelto- OD es un parámetro importante que incide en la calidad del agua, a mayor concentración de Oxígeno Disuelto también lo es su calidad y a mayor cantidad de agua su favorabilidad se mantiene. Sin embargo, estas condiciones pueden variar ya que otros factores inciden en su concentración como son la temperatura, la materia orgánica en descomposición, la turbidez y partículas sólidas en suspensión.

En los resultados representados en la figura 14 se observa un aumento progresivo del caudal desde el ID 1 al 3, este incremento podría estar relacionado con aportes de aguas superficiales, vertimientos, o contribuciones de otras fuentes en la cuenca, con respecto al Oxígeno Disuelto en el ID2, se reduce drásticamente a 0.0 mg/L, lo cual indica una ausencia total de Oxígeno lo que podría deberse a la presencia de contaminantes orgánicos o químicos que demandan oxígeno, generando condiciones anóxicas, lo que genera un impacto severo, afectando negativamente la biota acuática; seguidamente en el ID3, el OD aumenta nuevamente a 5.0 mg/L, posiblemente como resultado de procesos de aireación o dilución del contaminante, dado que el caudal en este punto fue de 894 L/s, la recuperación en este punto es positiva, pero podría no ser suficiente si los niveles de OD previos no alcanzan estándares óptimos (≥ 6 mg/L para aguas de buena calidad).

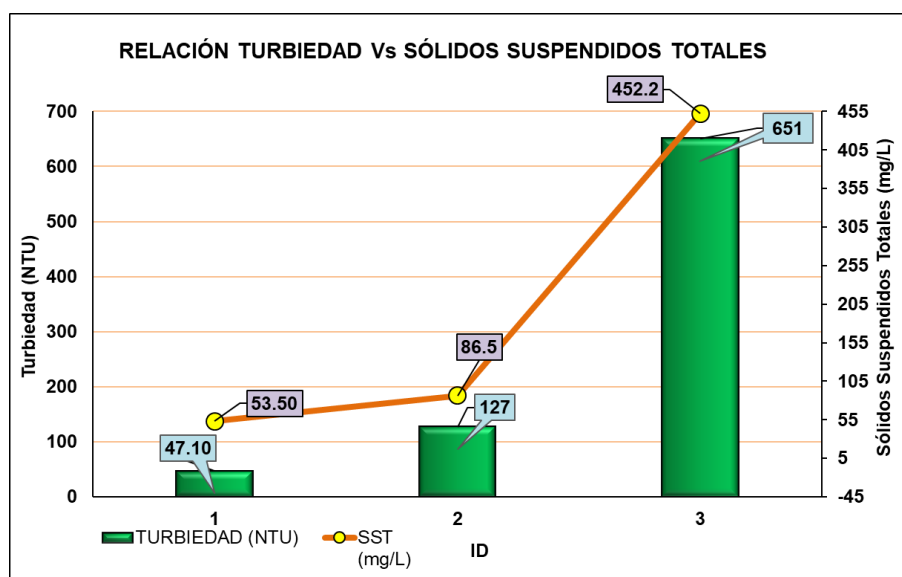
2.6.5 Cruce de Variables (Turbiedad Vs Sólidos Suspendidos Totales-SST) 2024

Tabla 14. Datos de Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales-SST).

ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	47.10	53.50
2	200 m Después del último vertimiento	127	86.5
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	651	452.2

Fuente: IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corpornor

Figura 15. Relación Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales-SST



Los Sólidos Suspendidos Totales y Turbiedad guardan entre sí una estrecha relación con respecto a la calidad del agua, es decir, cuando las concentraciones de dichas variables aumentan la calidad del agua disminuye afectado el ecosistema del cuerpo de agua.

En la figura 15 se observó que las concentraciones de mayor registro en referencia con ambos parámetros, se encontraron en el ID 2 e ID 3 con valores de Turbiedad de 127 NTU y 651 NTU respectivamente, mientras que en Sólidos Suspendidos Totales se presentaron

valores de 86,5 mg/L y 452,2 mg/L respectivamente, los cuales guardan coherencia con las concentraciones obtenidas en los demás parámetros determinados, evidenciando las altas concentraciones de material particulado en el cuerpo de agua.

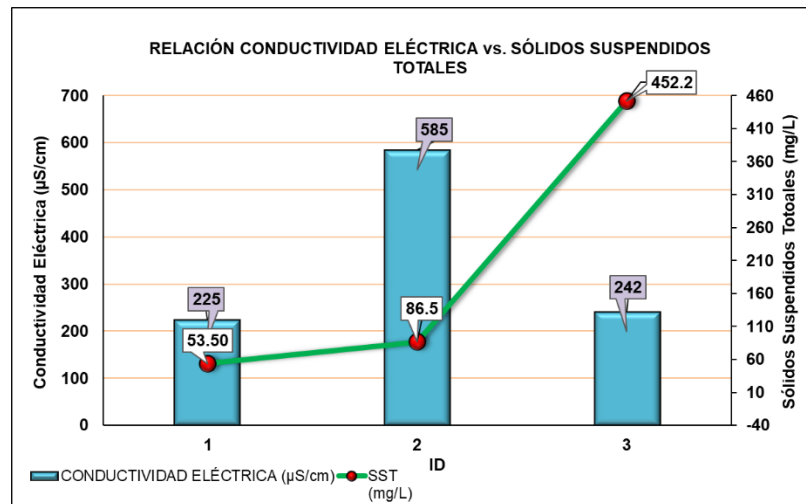
2.6.6 Cruce de Variables (Conductividad Eléctrica Vs Sólidos Suspendidos Totales-SST) 2024

Tabla 15. Datos de Conductividad Eléctrica y Sólidos Suspendidos Totales-SST.

ID	NOMBRE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)	SST (mg/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	225	53.50
2	200 m Después del último vertimiento	585	86.5
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	242	452.2

IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corponor

Figura 16. Relación Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales-SST



La conductividad de un cuerpo hídrico está determinada por la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y por la temperatura en la que se realiza la medición. Al igual que la turbidez, la Conductividad Eléctrica (CE) está estrechamente relacionada con la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y con el contenido de sales disueltas. Así, a medida que aumentan las concentraciones de estas sustancias, la calidad del agua tiende a disminuir.

En la figura 16 se observa que las concentraciones en la Conductividad Eléctrica de los tres ID fue aumentada, principalmente en el ID2 cuya concentración fue de 585 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con respecto a los Sólidos Suspendedos Totales la mayor concentración fue en el ID3 cuya concentración fue de 452,4 mg/L, si bien la relación de ambos parámetros en condiciones normales están moderadamente relacionados, existen eventos específicos como la descargas industriales, lluvias, o sequías que pueden alterar esta relación, en este caso particular se observa que en el ID2 el valor que predominó fue la Conductividad Eléctrica, lo anterior puede deberse a varias causas que podrían ser: una mayor concentración en sales y minerales disueltos en el agua, o quizás que en este punto se reciban aportes de aguas subterráneas ricas en minerales o por una posible contaminación química producto de descargas de aguas residuales o industriales que contengan compuestos solubles como sales o metales que pueden elevar la CE sin afectar los SST.

En el caso del ID3 se observa que la concentración que predominó fue la de los SST; entre las principales causas de esta situación podría ser la sedimentación o erosión en donde las partículas sólidas (arena, limo, arcilla) pueden ser arrastradas por la corriente del río debido a lluvias, deslizamientos o actividades antropogénicas, la otra posible causa puede ser por la presencia de materia orgánica en descomposición, o residuos vegetales que no llegan afectar la CE.

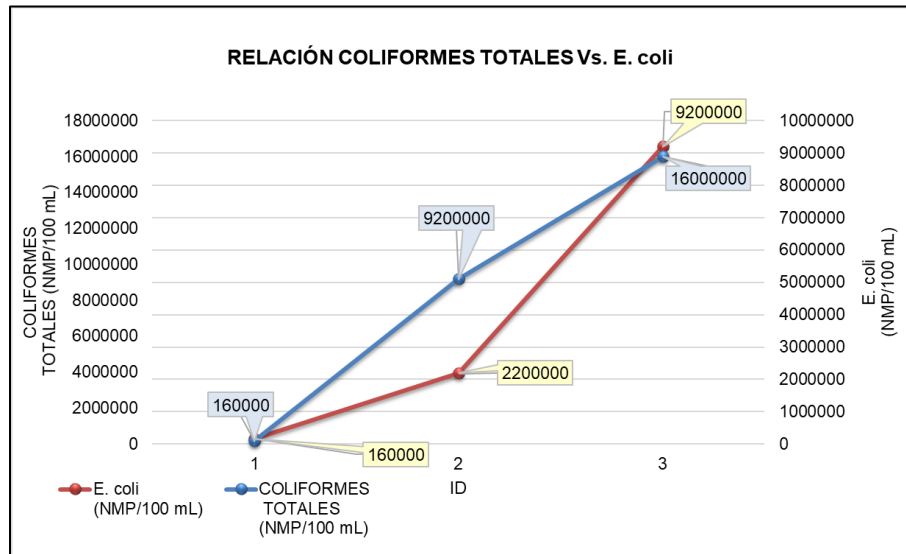
2.6.7 Cruce de Variables (Coliformes Totales Vs E. coli) 2024

Tabla 16. ID Río Tejo, datos de Coliformes Totales y E. coli

ID	NOMBRE	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	E. coli (NMP/100 mL)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	160000	160000
2	200 m Después del último vertimiento	9200000	2200000
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	16000000	9200000

IR-24-04-07 al 09 del 27 de agosto de 2024- Corponor

Figura 17. Relación de Coliformes Totales y E. coli



Los Coliformes Totales, son un grupo de bacterias gramnegativas y se encuentran distribuidas en el medio ambiente, suelen ser usadas como indicadores de contaminación en una fuente hídrica a causa de vertimientos de uso domésticos e industriales, las E.coli son un subgrupo de los Coliformes Totales y son encontradas en el intestino de los seres humanos y en algunos animales, por ende son conocidas como enterobacterias.

En la figura 17 se observan los resultados de los ensayos de Coliformes Totales y E. coli cuyos análisis fueron realizados en los tres ID del río Tejo, cabe resaltar que para los tres ID los resultados se incrementaron de manera considerable, una de las concentraciones preocupantes fueron las obtenidos en el ID1 cuyo valor en Coliformes Totales fue de 160.000 NMP/100ml de los cuales el 100% correspondieron a E.coli. Es necesario que en el próximo monitoreo se evalúen detalladamente las actividades antropogénicas en la zona de influencia, lo anterior, debido a su ubicación aguas arriba de la Bocatoma del acueducto del municipio.

Otro ID con resultados críticos fue lo determinado en el ID3 cuyos valores para Coliformes Totales fue de 16000000 NMP/100ml de los cuales 9200000 NMP/100ml corresponden a E.coli.