

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS
EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE, CRECIENTE Y TRANSICIÓN
DEL RÍO MONZÓN – TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ISAAC SAUL SUMARAN SALAS

Tingo María – Perú

2024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 073-2024-FRNR-UNAS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 31 de mayo de 2024, a horas 5:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE, CRECIENTE Y TRANSICIÓN DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO”

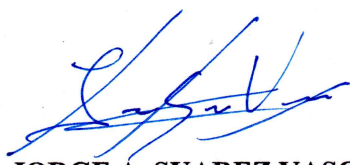
Presentado por el Bachiller: **SUMARAN SALAS, ISAAC SAUL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 11 de julio de 2024


Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
PRESIDENTE


Mcblgo. MSc. LUIS A. SANCHEZ ROMERO
MIEMBRO


Ing. MSc. JORGE A. SUAREZ VASQUEZ
MIEMBRO




Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
ASESOR


Lic. Quim. CESAR GREGORIO ESPIRITU LIMAY
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 223 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis

x

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE, CRECIENTE Y TRANSICIÓN DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO	Isaac Saul Sumaran Salas	21 % Veintiuno

Tingo María, 30 de julio de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS
EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE, CRECIENTE Y TRANSICIÓN
DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO**

Autor : Isaac Saul Sumaran Salas

Asesores : Ing. M.Sc. Sandra Lorena Zavala Guerrero
Lic. Quim. Cesar Gregorio Espiritu Limay

Programa de investigación : Niveles de contaminación ambiental

Línea(s) de investigación : Ciencias y tecnologías ambientales

Eje temático de investigación : Contaminación del agua

Lugar de ejecución : Río Monzón – Tramo puente Bella

Duración : 12 meses

Financiamiento : 8 535,00

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

Tingo – Perú

2024

DEDICATORIA

A mi Dios eterno por haberme dado la vida y/o salud, y por dotarme del mejor regalo: MI FAMILIA

A mis queridos padres Frida Salas Vásquez y Unofrio León Sumaran Rivera, quienes son mi ejemplo de superación y esfuerzo de cada día.

A mis hermanas Giovanna, Deysi, Delcy y Erika, quienes me brindaron su apoyo moral y su compañía en esta travesía de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis padres por su compañía, comprensión, apoyo económico y la educación brindada que es el mejor regalo que pudieron darme. A mis hermanas que de alguna y otra forma a pesar de la distancia siempre me motivaron a cumplir esta meta.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por las enseñanzas brindadas a través de sus colaboradores.

Un Agradecimiento especial a mis asesores Lic. Cesar Gregorio Espiritu Limay quién fue mi mentor y mi soporte intelectual para desarrollar esta investigación; y Ing. M.Sc. Sandra Lorena Zavala Guerrero por sus enseñanzas curriculares y extracurriculares. Así como también a los miembros del jurado por sus recomendaciones oportunas.

A la Administración Local del Agua Tingo María (ALA-TM) por brindarme algunos equipos y materiales para el desarrollo de la presente investigación. Además, de las recomendaciones oportunas a través del Ing. Adrián Vargas Pasquel.

A mis amigos Rossinaldo Salas Alagón, Josías Martínez Espinoza, Leonel Satalaya Vargas, Witman Calderón Evaristo, José Salvá Durand y Raúl Ríos Culquicondor quienes me asistieron en los trabajos de campo sin importar el tiempo y las inclemencias del clima. Así como también a Jhonatan Rosas Benavides por sus consejos y recomendaciones oportunas; y a Jonatan Lopez Marchan por ayudarme a construir el brazo muestreador de doble canastilla utilizado en la presente investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Internacional.....	4
2.1.2. Nacional.....	6
2.1.3. Local	8
2.2. Marco conceptual	9
2.2.1. Metales	9
2.2.2. Sedimentos (sólidos) en suspensión	12
2.2.3. Hidrología (términos y aspectos relevantes).....	14
2.2.4. Parámetros geomorfológicos de una cuenca	17
2.2.5. Regresión	17
2.2.6. Valores extremos (outliers)	19
2.2.7. Replicados de campo como control de la calidad del muestreo	20
2.2.8. Diferencia porcentual relativa (DPR).....	20
2.2.9. Coeficiente de determinación.....	21
2.2.10. RSR (ratio de desviación estándar de observaciones RMSE)	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Lugar de ejecución	23
3.1.1. Ubicación política	23
3.1.2. Ubicación geográfica.....	24
3.1.3. Características generales de la zona de estudio.....	25
3.2. Materiales y métodos	27
3.2.1. Materiales, equipos y reactivos.....	27
3.2.2. Metodología.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Determinación de la concentración de los sedimentos en suspensión en el río Monzón	45

4.2. Determinación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso en el río Monzón	52
4.3. Relación de la concentración de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos	59
4.4. Relación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión.....	67
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. PROPUESTAS A FUTURO	76
VII. REFERENCIAS.....	77
VIII. ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Rango de calificación del coeficiente de determinación	21
2. Nivel de calificación del RSR	22
3. Coordenadas UTM del punto de monitoreo	24
4. Parámetros de laboratorio (sedimentos en suspensión) del agua superficial del río Monzón	29
5. Método de ensayo acreditado para el análisis de sedimentos en suspensión del agua superficial del río Monzón	30
6. Parámetros de laboratorio (metales totales) del agua superficial del río Monzón	31
7. Métodos de ensayo acreditados (por INACAL) para el análisis de metales totales del agua superficial del río Monzón	31
8. Fuentes de información de caudales medios mensuales del río Monzón	32
9. Monitoreos realizados en el río Monzón en el periodo 2014-2023	40
10. Ecuaciones de regresión potencial de la relación “descarga-sedimento” en el periodo 2021-2022 y 2015-2023	66
11. Ecuaciones de regresión potencial de la relación “metales totales-sedimento” en el periodo 2021-2022 y 2015-2023	74
12. Nivel observado en metros (m) y caudal líquido instantáneo estimado en m ³ /s de febrero de 2020 a enero 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón	123
13. Caudal líquido promedio diario en m ³ /s de 2015 a 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón	126
14. Caudal líquido promedio mensual en m ³ /s de 1963 a 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón	138
15. Parámetros de campo reportados a la salida de la cuenca (RMonz2) por la ANA en el periodo 2014-2021	142
16. Concentraciones de metales reportados a la salida de la cuenca (RMonz2) por la ANA en el periodo 2014-2021	143
17. Concentraciones de sedimentos en suspensión reportados a la salida de la cuenca por la ANA en el periodo 2014-2021	144
18. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2018	146
19. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2019	146
20. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2020	148
21. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2021	148

22. Parámetros de campo medidos en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022) en el punto RMonz1	150
23. Concentraciones de sedimentos en suspensión determinados en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022)	152
24. Concentraciones de metales totales cuantificados en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022)	154
25. Resultados de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR) de las muestras replicadas respecto a la muestra original como control de la calidad del proceso de muestreo	157
26. Estadísticos descriptivos de la ecuación lineal $STS = a + b \cdot Q$ en 2021-2022	159
27. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $STS = a + b \cdot Q$ en 2021-2022	159
28. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal $STS = a + b \cdot Q$	159
29. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $STS = a \cdot (Q)^b$ en 2021-2022 ...	160
30. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $STS = a \cdot (Q)^b$ en 2021-2022	160
31. Falta de ajuste de la ecuación potencial $STS = a \cdot (Q)^b$ en 2021-2022	160
32. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(STS) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ en 2021-2022	161
33. Análisis de varianza (ANOVA) en el 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{Log}(STS) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$	161
34. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $STS = 0,0026(Q)^{2,0542}$ en 2021-2022	161
35. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(STS) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ en 2015-2023	162
36. Análisis de varianza (ANOVA) en 2015-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(STS) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$	162
37. Estadísticos de bondad de ajuste de la ecuación potencial $STS = 0,0036(Q)^{1,9897}$ en 2015-2023	162
38. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas	163
39. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\text{Log}(STS) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ del período 2021-2022 con 2015-2023	163
40. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022	166
41. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022 ..	166
42. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022	166
43. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $CAI = a \cdot (STS)^b$ en 2021-2022 ..	167
44. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CAI = a \cdot (STS)^b$ en 2021-2022	167
45. Falta de ajuste de la ecuación potencial $CAI = a \cdot (STS)^b$ en 2021-2022	167
46. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(CAI) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(STS)$ en 2021-2022	168
47. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{Log}(CAI) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(STS)$	168
48. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $CAI = 0,0677(STS)^{0,8521}$ en 2021-2022	168
49. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(CAI) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(STS)$ en 2014-2023	169
50. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(CAI) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(STS)$	169
51. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $CAI = 0,0473(STS)^{0,9104}$ en 2014-2023	169

52. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas	170
53. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\text{Log(CAI)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ del 2021-2022 con 2014-2023	170
54. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $\text{CFe} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022 ...	172
55. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $\text{CFe} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022 .	172
56. Análisis de varianza (ANOVA) en el 2021-2022 de la ecuación lineal $\text{CFe} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022	172
57. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $\text{CFe} = a(\text{STS})^b$ en 2021-2022	173
58. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $\text{CFe} = a \cdot (\text{STS})^b$ en 2021-2022...	173
59. Falta de ajuste de la ecuación potencial $\text{CFe} = a \cdot (\text{STS})^b$ en 2021-2022	173
60. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{log(CFe)} = \text{log}(a) + b \cdot \text{log}(\text{STS})$ en 2021-2022	174
61. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{log(CFe)} = \text{log}(a) + b \cdot \text{log}(\text{STS})$	174
62. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CFe} = 0,0655(\text{STS})^{0,9059}$ en 2021-2022	174
63. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log(CFe)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2014-2023	175
64. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log(CFe)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$	175
65. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CFe} = 0,0790(\text{STS})^{0,8802}$ en 2014-2023	175
66. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas	176
67. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\text{log(CFe)} = \text{log}(a) + b \cdot \text{log}(\text{STS})$ del 2021-2022 con 2014-2023	176
68. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $\text{CMn} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022...	178
69. Estadísticos de bondad de ajuste de $\text{CMn} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022	178
70. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal $\text{CMn} = a + b \cdot \text{STS}$ en 2021-2022	178
71. Estadísticos descriptivos de la ecuación potencial $\text{CMn} = a \cdot (\text{STS})^b$	179
72. Resumen de la regresión potencial $\text{CMn} = a \cdot (\text{STS})^b$	179
73. Falta de ajuste de la ecuación potencial $\text{CMn} = a \cdot (\text{STS})^b$	179
74. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{log(CMn)} = \text{log}(a) + b \cdot \text{log}(\text{STS})$	180
75. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{log(CMn)} = \text{log}(a) + b \cdot \text{log}(\text{STS})$	180
76. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CMn} = 0,0043(\text{STS})^{0,7764}$ en 2021-2022	180
77. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log(CMn)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2014-2023	181
78. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log(CMn)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$	181
79. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CMn} = 0,0473(\text{STS})^{0,7096}$ en 2014-2023	181
80. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas	182
81. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\text{Log(CMn)} = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ del 2021-2022 con 2014-2023	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Requisitos mínimos de la frecuencia de muestreo para para obtener estimaciones fiables de producción de sedimentos en suspensión (SSY).	14
2. Representación del hidrograma de una cuenca hidrográfica.	17
3. Outliers en el análisis de regresión.	19
4. Estación hidrológica automática “Puente Bella”.	23
5. Punto de monitoreo de la recolección de agua superficial del río Monzón.	24
6. Mapa de ubicación del punto de monitoreo en la cuenca del río Monzón.	25
7. Serie de tiempo de caudales medios anuales (1963-2023) en la estación hidrológica “Puente Bella”.	27
8. Proceso para analizar la relación entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y los caudales líquidos instantáneos (Q).	35
9. Proceso para analizar la relación entre la concentración de aluminio, hierro o manganeso y la concentración de los sedimentos en suspensión.	37
10. Proceso de elaboración y ejecución de investigación.	39
11. Proceso para comparar ecuaciones de regresión (potenciales linealizados)	44
12. Potencial de hidrogeno (pH) del agua superficial del río Monzón.	46
13. Temperatura (°C) del agua superficial del río Monzón.	47
14. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua superficial del río Monzón.	48
15. Oxígeno disuelto (mg/L) del agua superficial del río Monzón.	48
16. Sedimentos en suspensión (STS) en el río Monzón.	49
17. Promedio de concentraciones de sedimentos en suspensión (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.	51
18. Concentración de aluminio (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.	53
19. Concentración de hierro (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.	54
20. Concentración de manganeso (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.	54
21. Promedio de concentraciones de aluminio (mg/L) en monitoreos por diferentes autores.	55
22. Promedio de concentraciones de hierro (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.	56
23. Promedio de concentraciones de manganeso (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.	56
24. Hidrograma del caudal medio mensual (m^3/s) del río Monzón.	60
25. Monitoreos realizados en el río Monzón y la relación con el caudal promedio diario (m^3/s) desde setiembre 2015 hasta agosto 2023.	61
26. Caudales líquidos instantáneos (m^3/s) en el río Monzón (2021-2022).	62
27. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y caudales líquidos instantáneos en el río Monzón.	63
28. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos, que considera información secundaria de diferentes monitoreos.	65

29. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos, que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.	66
30. Relación potencial entre la concentración de aluminio y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.	68
31. Relación potencial entre la concentración de hierro y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.	68
32. Relación potencial entre la concentración de manganeso y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.	69
33. Relación entre la concentración del aluminio y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.	71
34. Relación entre la concentración del aluminio y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.	71
35. Relación entre la concentración del hierro y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.	72
36. Relación entre la concentración del hierro y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.	72
37. Relación entre la concentración del manganeso y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.	73
38. Relación entre la concentración del manganeso y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.	73
39. Brazo muestreador de doble canastillas (ensamblado).....	90
40. Capacitación y asistencia en campo por parte del Ing. Adrián Vargas Pasquel (Analista de calidad de los recursos hídricos de la Administración Local de Agua Tingo María).....	90
41. Vistas del trabajo de campo del día 7 de setiembre de 2021.....	91
42. Vistas del trabajo de campo del día 8 de setiembre de 2021.....	91
43. Vistas del trabajo de campo del día 12 de setiembre de 2021.....	92
44. Vistas del trabajo de campo del día 13 de setiembre de 2021.....	92
45. Vistas del trabajo de campo del día 22 de diciembre de 2021.....	93
46. Vistas del trabajo de campo del día 25 de diciembre de 2021.....	93
47. Vistas del trabajo de campo del día 24 de enero de 2022.	94
48. Vistas del trabajo de campo del día 27 de enero de 2022.	94
49. Vistas del trabajo de campo del día 26 de marzo de 2022.	95
50. Vistas del trabajo de campo del día 29 de marzo de 2022.	95
51. Vistas del trabajo de campo del día 29 de abril de 2022.....	96
52. Vistas del trabajo de campo del día 02 de mayo de 2022.....	96
53. Ecuación lineal entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.	159
54. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.	160
55. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.....	161

56. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2015-2023.....	162
57. Comparación de Log(STS) vs Log(Q) del 2021 - 2023 (ecuación 1) y 2015 – 2023 (ecuación 2).	163
58. Ecuación lineal entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.	166
59. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.	167
60. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.....	168
61. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración los de sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023.....	169
62. Comparación de Log(Al) vs Log(STS) del 2022 - 2023 (ecuación 1) y 2014 – 2023 (ecuación 2).	170
63. Ecuación lineal entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.	172
64. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.	173
65. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.....	174
66. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023.....	175
67. Comparación de Log(Fe) vs Log(STS) del 2021 - 2022 (ecuación 1) y 2014 – 2023 (ecuación 2).	176
68. Ecuación lineal entre la concentración de manganeso (CMn) y los sedimentos en suspensión (STS) en 2021 y 2022.	178
69. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.....	179
70. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.....	180
71. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y en 2014-2023.....	181
72. Comparación de Log(Mn) vs Log(STS) del 2022 - 2023 (ecuación 1) y 2014 – 2023 (ecuación 2).	182

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en estudiar la relación del aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición en la cuenca del río Monzón-tramo Puente Bella, Leoncio Prado, Huánuco, en donde se ubicó el punto de monitoreo RMonz1 en la salida de la cuenca, lo que permite registrar todos los procesos hidrológicos que ocurren en su interior. El muestreo discreto (simple o puntual) de los metales totales (Al, Fe y Mn) y sedimentos en suspensión, consistió en salidas de campo semanales en determinados meses a escala temporal diaria-horaria en diferentes épocas según el régimen hidrológico del río Monzón en el período de monitoreo del 2021 al 2022, siguiendo las directrices establecidas en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” (ANA, 2016). Los resultados mediante las técnicas de regresión simple, indican que existe una relación potencial entre la concentración de los metales totales (CMe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS), calculada por el coeficiente de determinación (R^2) con valores para aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn) de 0,88, 0,89 y 0,86 respectivamente, calificados como indicadores de muy buena relación entre las variables; y valores del ratio (RSR) iguales a 0,370, 0,345 y 0,433, como parámetros estadísticos muy buenos que representan el error de entrada del método de la curva de calificación a los datos calculados; para los 3 metales respectivamente. En conclusión, la variabilidad observada en las concentraciones de los metales está relacionada a la presencia de los sedimentos en suspensión, además de la estacionalidad del régimen hidrológico y a consecuencia del escurrimiento superficial en los períodos lluviosos, registrándose las mayores concentraciones en las épocas de creciente y menores en la época de vaciante, y valores intermedios en las épocas de transición; afectando así la calidad del agua con concentraciones que superan los límites de la normativa nacional vigente.

Palabras claves: Metales totales, sedimentos en suspensión; régimen hidrológico, época de vaciante y creciente.

ABSTRACT

The present research work focused on studying the relationship between the aluminum, iron and magnesium with the suspended sediments during the drought, flood and transition seasons for the watershed from the Puente Bella section of the Monzon river in Leoncio Prado, Huanuco, [Peru]; where the RMonz1 monitoring point was placed at the outlet of the watershed, allowing for all of the hydrologic processes that occurred within to be recorded. The discrete sample (simple or punctual) of the total metals (Al, Fe and Mn) and the suspended sediments consisted of weekly field trips in certain months, on a daily/hourly temporal scale during different seasons, according to the hydrologic regimen of the Monzon river, during the monitoring period, from 2021 to 2022. The guidelines established in the "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales," (ANA, 2016) were followed. The results [found] through simple regression techniques indicated that a potential relationship existed between the concentration of the total metals (CMe – acronym in Spanish) and the concentration of the suspended sediments (STS – acronym in Spanish). [This was] calculated using the coefficient of determination (R^2), with values for the aluminum (Al), iron (Fe) and magnesium (Mn) of 0.88, 0.89 and 0.86, respectively; classified as indicators of a "very good" relationship between the variables. [As well as,] values for the RSR ratio of 0.370, 0.345 and 0.433, which were very good statistical parameters that represented the input error for the calibration curve method of the data calculated for the three metals, respectively. In conclusion, the variability that was observed for the three concentrations of the metals was related to the presence of the suspended sediments, along with the seasons of the hydrologic regimen, and as a consequence of the surface runoff during the rainy seasons, where the greatest concentrations were recorded during the flood seasons, the lowest [concentrations] during the drought season, and intermediate values for the seasons of transition. Thus, affecting the quality of the water, with concentrations that surpassed the limits of the current national standard.

Keywords: total metal, suspended sediments, hydrological regimen, drought season, flood season

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los sistemas acuáticos por metales pesados ha sido conocida como uno de los problemas de contaminación más desafiantes debido a la toxicidad, abundancia, persistencia y posterior bioacumulación. Dichos contaminantes pueden llegar a los ríos a través de escorrentías o efluentes, y luego se dispersan entre las fases disuelta y suspendida mientras continúan con su desplazamiento. Además, de acuerdo con Zhang et al. (2014), el 90% de la carga de metales pesados en los entornos acuáticos está asociada a partículas en suspensión y sedimentos. Las concentraciones de los sedimentos en suspensión tienden a aumentar después de las tormentas, debido al arrastre laminar, razón por la que también se incrementa su cantidad con caudales altos, producto de las lluvias.

Los ríos de la cuenca del Amazonas en su recorrido desde las regiones montañosas (andinas) y zonas de humedales, movilizan una variedad de elementos (metales, sedimentos, entre otros) a la red principal. En cuanto al río Monzón tributario del río Huallaga, los monitoreos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Huallaga (ANA-AAA.H, 2016a, 2018a, 2019b, 2021a, 2021b, 2021c y 2021d), señalan que en el punto de monitoreo RMonz2 (ubicado en la salida de la cuenca), se registraron las concentraciones más altas de metales (aluminio, hierro y Manganeso) y sedimentos en suspensión (STS) durante los meses con mayor descarga líquida, que superaron los niveles establecidos en la normativa nacional vigente ECA-Cat. 3 - 2017 y ECA-Cat. 4 - 2017 (como normativa referencial) respectivamente; especialmente en las épocas de transición (mayo, noviembre y diciembre) y durante las épocas de creciente (febrero y marzo). Es relevante señalar que la dinámica y transporte de metales y sedimentos en suspensión a lo largo de la cuenca del río Monzón influye en los diferentes usos que puedan dársele, incluyendo actividades con fines de recreación, producción agrícola y/o piscícola; y capacidad energética. Esto es especialmente significativo considerando que dicha cuenca cuenta con un potencial hidroeléctrico acumulado de 2062,2 MW (ANA, 2015).

Sin embargo, la estimación de la variabilidad en la concentración de STS a lo largo del tiempo en un sistema fluvial sigue siendo un desafío, especialmente en países en vía de desarrollo como es el Perú. En este contexto, no solo son escasos los estudios sobre la producción de sedimentos, sino también el monitoreo y la medición de los mismos (Sabino et al., 2021). En este contexto, en la cuenca del río Monzón, la variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones no es muy conocida, al igual que las características de las subcuencas que definen la erosionabilidad de la cuenca. Por tanto, los enfoques distribuidos o los modelos conceptuales que utilizan la lluvia no son adecuados. El único parámetro hidrológico relativamente bien conocido en el río Monzón, es el caudal (Q) del río. Esta variable es una medida integradora de todos los procesos hidrológicos que operan dentro de la cuenca. Con base en esta variable hidrológica única, se ha desarrollado un modelo empírico basado en regresiones para la estimación de variaciones temporales en la concentración de STS en el río Monzón. Análogamente, se desarrollaron curvas de calificación similares para la estimación de las concentraciones de los metales (CMe) como aluminio, hierro y manganeso a partir de las concentraciones de los sedimentos en suspensión.

En este sentido, la presente investigación se propone responder a la siguiente interrogante: ¿Existe relación del aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella, Leoncio Prado-Huánuco?, lo cual la hipótesis del trabajo de investigación es que existe relación significativa entre el aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella, Leoncio Prado-Huánuco.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Estudiar la relación del aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición en la cuenca del río Monzón-tramo puente Bella, Leoncio Prado, Huánuco.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de los sedimentos en suspensión en el río Monzón - tramo puente Bella en las épocas de vaciante, creciente y transición.

- Determinar la concentración de aluminio, hierro y manganeso en el río Monzón - tramo puente Bella en las épocas de vaciante, creciente y transición.
- Relacionar la concentración de los sedimentos en suspensión con el caudal líquido instantáneo de la estación hidrológica "puente Bella" en las épocas de vaciante, creciente y transición.
- Relacionar la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Constantino et al., (2019), realizaron estudios en la cuenca del Amazonas (Brasil), específicamente en los ríos de agua negra (como el Negro y el Urubu) y de agua blanca (como el Madeira, el Arari y el Amazonas). Con el propósito de cuantificar la concentración de metales totales, disueltos y particulados en agua dulce y sedimentos de los ríos de la Amazonía central brasileña. Con respecto a los metales se colectaron 11 muestras en la época seca (noviembre 2015) y 15 muestras en la época lluviosa (julio 2016); además se colectaron también 9 muestras de sedimentos superficiales en la época seca. Los resultados señalaron que las concentraciones de hierro total (Fe) van desde rangos de 0,12mg/L a 8,42mg/L en la época seca, y de 0,17mg/L a 6,81mg/L en la época de lluvias; con respecto al aluminio total (Al) con rangos de 0,63mg/L a 14,88mg/L y de 0,09mg/L a 7,70 mg/L en las épocas antes mencionadas respectivamente; en general con ciertos valores que excedieron los límites legislados en algunas localidades y estos elementos suelen estar presentes de forma natural en el suelo. Concluyendo que durante los períodos de inundaciones se observó un aumento de Al y Fe en la mayoría de los puntos de muestreo de agua. Por lo que el efecto de la estacionalidad se evidenció y permitió inferir que las aguas negras se ven afectadas por Aluminio a consecuencia del escurrimiento en el período lluvioso, mientras que las aguas blancas se distinguen por Fe, Al y otros metales.

Jung et al. (2020), realizaron un estudio en tres afluentes (Complejo Guaíba, Río Camaquã y Canal São Gonçalo) principales de la subcuenca que desembocan en la laguna de Patos en Brasil; con registro semanal de caudales y sedimentos en suspensión de los ríos Guaíba y Camaquã desde 1989 al 1990, y registros diarios obtenidos de 2009 al 2014 para el Canal São Gonçalo (SGC). Con el propósito de evaluar y determinar el enfoque metodológico más adecuado para estimar la concentración de sedimentos suspendidos en la Laguna de Patos a nivel

de cuenca mediante el método de la curva de calificación de sedimentos suspendidos. Los resultados señalaron, que la regresión de la función de potencia parece ajustarse visualmente mejor a los datos en todos los casos, cuya correlación de Pearson (r) entre los caudales y los datos de la concentración de sedimentos suspendidos para los tributarios del lago de Patos obtuvieron valores mayores a 0,7, excepto para los datos del río Camaquã con un valor " r " de 0,47. Asimismo, reportaron valores de RSR iguales a 0,60 y 0,58 calificados como buenos en los afluentes del Complejo Guaíba y Canal São Gonçalo. En conclusión, el enfoque hidrológico no lineal produjo una eficiencia confiable y puede usarse para calcular la concentración de sedimentos en suspensión mensual o anual.

Fadlillah et al. (2023), realizaron estudios en 8 lugares de muestreo en el río Winongo en Indonesia, con el propósito de evaluar metales pesados (entre los que destacan el Al y Fe) en el agua y los sedimentos. Se recolectaron 16 muestras de sedimentos superficiales y se recogieron 16 muestras de agua de río en diferentes áreas de uso de la tierra para su análisis. Los resultados mostraron que las concentraciones de dichos metales pesados Al y Fe en las muestras de agua excedieron los umbrales (todas las muestras recolectadas tenían concentraciones superiores a los valores guía), es así que se encontró que el nivel de contaminación por aluminio y hierro fue de moderado a alto; reportando valores medios de 1,208 mg/L y 0,857 mg/L respectivamente. Mientras tanto la presencia de dichos metales en los sedimentos exhibe una fuerte correlación ($r = 0,688$), lo que sugiere que posiblemente provengan de las mismas fuentes originadas en materiales terrestres, es decir que se encuentran típicamente en el lecho de roca. En conclusión, la distribución espacial de los metales pesados en el agua indica que las concentraciones en el medio de la corriente son mayores que en las otras áreas. En contraste, Fe y Al muestran valores más altos y un índice de contaminación más alto que otros elementos según lo que sugiere que la fuente de contaminación proviene del impacto litológico en el río Winongo.

Mousa et al. (2022), realizaron un estudio en la cuenca media del río Níger (MNRB), de Ansongo a Niamey, Sahel, África occidental. Con la finalidad de estudiar la dinámica espacial y temporal de los sedimentos en suspensión en el medio del río Níger junto con la variabilidad hidrológica y la descarga de agua en Niamey y

en la parte superior de la cuenca. La frecuencia de muestreo del agua del río se recolectó en diferentes tiempos para seguir la variabilidad hidrológica. Durante la inundación roja, con frecuencia diaria (del 1 de julio al 15 de agosto de 2019) y cada dos días (del 1 de julio al 15 de agosto de 2020). Fuera del período de inundación roja, la frecuencia muestreo varió de una semana hasta el final de la temporada de lluvias a un mes durante el resto del ciclo hidrológico. Los resultados indican que los sedimentos en suspensión aumentan muy rápidamente al comienzo de la temporada de lluvias, alcanzando un pico, caracterizado por valores muy altos de SPM (500mg/L a 2000mg/L), aproximadamente un mes antes de la inundación roja. Luego, los SPM disminuyen (a 100mg/L) y permanecen bajos a pesar del segundo aumento de la escorrentía (inundación negra) que llega a Niamey después del final de la temporada de lluvias desde la cuenca superior. Concluyendo que la inundación roja se caracterizó por valores de SPM muy altos, alcanzando el máximo de SPM al menos un mes antes del máximo de la descarga, mientras que durante la inundación negra se registraron valores bajos de SPM.

2.1.2. Nacional

La ANA-AAA.H (2019a; 2019b; 2021a; 2021b y 2021d), realizó monitoreos en la Inter cuenca Alto Huallaga (30 276 km²) desde el centro poblado de Yanapampa (Provincia de Pasco) hasta la altura del caserío Pacae (Provincia de Leoncio Prado), en 21 puntos de monitoreos sobre el cauce principal, con el objetivo de evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales de la unidad hidrográfica Huallaga. Los resultados indicaron que en el año 2018 en épocas de transición (vaciante a creciente) los puntos RHual14, Rhual17, RHual18 y RHual19 presentaron concentraciones de sedimentos en suspensión (STS) en el rango de 261 mg/L a 895 mg/L. Con respecto a los metales, dichos puntos superaron los límites establecidos en los ECA para agua Categoría 3 del año 2017, registrándose concentraciones de aluminio (CAI) en el rango de 5,939 mg/L a 13,75 mg/L; concentraciones de hierro (CFe) en el rango de 7,644 mg/L a 13,49 mg/L; y concentraciones de manganeso (CMn) en el rango de 0,211 mg/L a 0,5965 mg/L. Bajo la misma línea en el año 2019 en épocas de creciente y transición (vaciante a creciente) los puntos RHual6, RHual7, RHual8, RHual9, RHual10, RHual11, RHual12, RHual13, RHual14, RHual18, y RHual19 presentaron valores de STS en el rango de 52 mg/L a 2149 mg/L. En relación a los metales se registraron CAI en el rango de 6,956 mg/L a 38,54 mg/L, CFe con

rangos de 10,17 mg/L a 73,61 mg/L; y valores de CMn en rangos de 0,2961 mg/L a 2,071 mg/L. En el año 2020 en épocas de creciente los puntos RHual12, RHual13, RHual17 y RHual19 presentaron STS en el rango de 475 mg/L a 692 mg/L. A su vez los metales registraron CAI en el rango de 9,218 mg/L a 9,873 mg/L, CFe con rangos de 12,41 mg/L a 17,44 mg/L; y CMn en rangos de 0,3575 mg/L a 0,4624 mg/L. No obstante, en el año 2021 en la época de transición (creciente a vaciante) solo el punto RHual19 presentó STS de 268 mg/L, CAI de 6,676 mg/L, CFe de 9,922 mg/L y CMn de 0,2675 mg/L, que superaron dichos valores de la normativa nacional vigente. Concluyendo que los altos valores de las concentraciones de los metales están asociada a la presencia de los sólidos suspendidos totales (sedimentos en suspensión).

En el estudio de la Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos lote 107 – locación OSHEKI de PETROLÍFERA PETROLEUM del PERU S.R.L., realizada por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2019), llevados a cabo en el ámbito de la cuenca Pachitea (U.H. 4992) – tributario del río Ucayali en la Vertiente del Océano Atlántico, específicamente en la subcuenca del río Pichis (U.H. 49924) – microcuenca de la quebrada Lorenzo (U.H. 4992432). Los estudios especializados fueron ejecutados con el fin de recabar información técnica y poder evaluar la calidad del agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas, teniendo un enfoque preventivo. Con respecto a los sólidos suspendidos en la mayoría de los puntos monitoreados se reportaron mayores concentraciones en abril 2019 (época húmeda) que en agosto 2019 (época seca). La presencia predominante de metales en su estado no disuelto, como el aluminio, se observó en todos los puntos de muestreo durante la época húmeda. No obstante, en la época seca se observó aluminio y manganeso; a diferencia del hierro que se observó en ambas épocas. La varianza explicada de estos 3 metales está relacionada con los sólidos totales suspendidos (o sedimentos en suspensión). Sin embargo, a pesar de la predominancia de dichos metales, sus concentraciones no superaron los niveles establecidos en los ECA para Agua Cat4E2 (2017). Se concluyó que la lluvia y sus respectivos procesos exógenos de erosión y transporte, incrementaron las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y metales (principalmente aluminio, hierro y manganeso), en la mayoría de las quebradas.

En la región de Moquegua, Sánchez (2019) desarrollo su tesis de maestría, en el que realizo monitores de agua superficial en los ríos de la cuenca Moquegua-Ilo-Osmore (tributario del océano pacifico), estableciendo 6 estaciones de monitoreo desde octubre del 2016 a marzo del 2017, siendo los tributarios los Ríos (1) Huaracane-Otora, (2) Torata (3) Azana-Tumilaca, (4) Moquegua, (5) Osmore Alto y (6) Osmore Bajo, desembocando en el mar. Con el objetivo de determinar los niveles de metales pesados (plomo, aluminio y estroncio) en los afluentes del rio Osmore en época de avenida y estiaje en la cuenca Osmore-Moquegua. Los resultados indicaron que se presentaron concentraciones bajas de aluminio en el rango de 0,0565 mg/L a 3,73 mg/L durante el estiaje; no obstante, en la época de avenida, el nivel de aluminio excedió el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua del año 2017, con una concentración de 28,2 mg/L, que representa un aumento aproximado del 600% con respecto al estándar nacional, lo que conllevaría a un riesgo para la flora y fauna de la cuenca. En conclusión, las aguas utilizadas para fines agrícolas y ganaderos en la cuenca Moquegua-Ilo-Osmore presentan un riesgo leve; sin embargo, durante las épocas de avenida, la presencia de aluminio afecta su calidad.

2.1.3. Local

La ANA-AAA.H (2014; 2016a; 2016b; 2017; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d y 2021e), realizó 15 Monitoreos Participativos de la Calidad del Agua Superficial en la Cuenca del Río Huallaga durante los últimos 8 años (2014 - 2021). Estos monitoreos abarcan la cuenca del río Monzón en 2 puntos específicos sobre el cauce principal (parte alta y baja), el punto de interés (RMonz2) se ubica aproximadamente a 40 m aguas abajo del puente Monzón (margen derecha), con coordenadas (UTM, WGS84) de Este (386947) y Norte (8968992) en la comunidad de Jacintillo, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco; con el que se buscó evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales de la unidad hidrográfica Huallaga. Los resultados señalaron que, en cuanto a los parámetros in situ, el pH presentó un valor promedio de 7,07, mientras que la conductividad eléctrica registró 57,11 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en tanto que la concentración de oxígeno disuelto alcanzó 6,71 mg/L, y las concentraciones de sedimentos en suspensión variaron desde rangos menores ($<$) a 3 mg/L (en agosto de 2021) hasta 1119 mg/L (en agosto de 2021). En relación con los metales, el aluminio, hierro y manganeso, excedieron en mayo-2017 (7,195mg/L, 11,649mg/L y

0,33577mg/L), en marzo-2019 (5,137mg/L, 8,379mg/L y 0,22520mg/L), en diciembre-2019 (21,430mg/L, 37,110mg/L, 1,299mg/L) y en febrero-2020 (5,338mg/L, 8,956mg/L y 0,2084mg/L) los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3 del año 2017. Concluyendo que este suceso es más notorio en épocas de creciente donde las precipitaciones son continuas.

En el Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Belo Horizonte y su Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Belo Horizonte – S.E Tingo María, realizado por la Compañía Energética del Centro S.A.C (CEC, 2009a), se llevaron a cabo monitoreos de agua superficial en seis ubicaciones, siendo cuatro de ellas situadas dentro de la cuenca del río Monzón. El punto de muestreo de principal interés es Puente Bella, localizado en la comunidad de Jacintillo, justo antes de la confluencia con el río Huallaga en las coordenadas 386874 E (Este) y 8969135 N (Norte). Este monitoreo tuvo como propósito evaluar la calidad del agua en los ríos Monzón y Huallaga. Los resultados señalaron que, en cuanto a los parámetros in situ, el valor de pH fue de 7,3, en tanto que la conductividad eléctrica registró 81 μ S/cm y la concentración de oxígeno disuelto alcanzó 7,8 mg/L. En relación con los metales contemplados en los ECA para Agua Categoría 3, específicamente destinada al "Riego de vegetales y bebida de animales" (según el D.S. 002-2008-MINAM), se observó que la concentración de aluminio en el punto de monitoreo en cuestión superó los límites establecidos para el uso de riego en vegetales de consumo. Concluyendo que la presencia elevada de aluminio en todos los sitios de muestreo a lo largo de los ríos Monzón y Huallaga se origina principalmente por la erosión del suelo, causada por las fuertes lluvias que transportan materiales arcillosos hacia los ríos, especialmente en áreas carentes de vegetación.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Metales

Los metales pesados presentes en el agua pueden tener su origen de manera natural, derivados de la erosión de rocas y suelos, eventos de erupciones volcánicas y otras fuentes naturales. También pueden tener un origen antropogénico, siendo resultado de la extracción minería, vertido de efluentes residuales y prácticas agrícolas (Aktar et al., 2010). Una vez que se introducen los metales pesados a los ecosistemas acuáticos, dichos contaminantes se dispersan entre las fases disuelta y

suspendida mientras continúan con su desplazamiento (Varol y Sen, 2012). Además, de acuerdo con Zhang et al. (2014), el 90% de la carga de metales pesados en los entornos acuáticos está asociada a partículas en suspensión y sedimentos.

Los metales se asocian a otros elementos presentes en estado disuelto y en suspensión, afectando así a los ecosistemas acuáticos (Issa et al. 2011). En este estudio, la referencia al término "metales" se limita exclusivamente al conjunto de metales pesados, específicamente al aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Esto se debe a que durante las épocas de creciente del río Monzón, las concentraciones de estos metales aumentan, superando las recomendaciones establecidas en los ECA-Cat. 3.

2.2.1.1. Aluminio

Según Torrellas (2012), el aluminio ocupa el tercer lugar entre los elementos con mayor presencia en la corteza terrestre. Aunque se ha comprobado su toxicidad, el control geoquímico mantiene su disponibilidad biológica dentro de los límites seguros. No obstante, las alteraciones naturales y las intervenciones humanas coadyuvan a su liberación, lo que resulta en un aumento de enfermedades en la población y provoca acumulaciones perjudiciales en el medio ambiente. En el entorno natural, el aluminio se presenta en forma de la especie iónica Al^{3+} . En los suelos, se encuentra en combinación con minerales y rocas que contienen aluminosilicatos, fosfatos, sulfatos e hidróxidos (Soon, 1993).

Según Bondy (2010) la cantidad del ión Al^{3+} en el agua es significativamente superior a la de otros cationes biológicamente relevantes, como el Mg^{2+} , Fe^{3+} o Zn^{2+} . Aunque el aluminio no es un elemento esencial para los organismos en los ecosistemas, se ha demostrado que actúa como un agente tóxico. Respecto a la liberación de aluminio en los suelos, su disolución está mayormente condicionada por el pH (es decir rangos de pH inferiores a 4,5). La toxicidad del aluminio se identifica como el factor principal que restringe el crecimiento de las plantas. En la actualidad, la cantidad de aluminio presente en los suelos está principalmente influenciada por el aumento de la acidificación ambiental (Torrellas, 2012).

Según Reuss y Johnson (1986), a pesar de que la solubilidad del aluminio en agua es mínima, la acidificación del suelo, causada por las

lluvias ácidas, aumenta el desplazamiento del aluminio contenido en los sedimentos hacia los cuerpos de agua. Por lo tanto, se ha concluido que la presencia de este elemento en aguas superficiales y subterráneas se asocia con una reducción en la población de peces y anfibios, atribuida, entre otros efectos, a la capacidad de los iones de aluminio para reaccionar con los fosfatos, limitando así su disponibilidad para los organismos acuáticos. Investigaciones sobre neurotoxicidad, basadas en la acumulación de aluminio en peces, proporcionan pruebas de un notable estrés oxidativo y efectos neurotóxicos en diversas especies (Fernández et al., 2012; García et al., 2010).

2.2.1.2. Hierro

La cantidad media del hierro en la corteza terrestre es 6,22%; en los suelos, esta cifra varía de 0,5 a 4,3%; en las corrientes de agua corrientes tiene un promedio de 0,7 mg/L; y en las aguas subterráneas oscila entre 0,1 a 10 mg/L. El hierro se encuentra presente en los minerales como la hematita, magnetita, taconita y pirita. (APHA, 2017).

Según Silambarasan et al. (2012), en los cuerpos de agua dulce, el hierro desempeña un papel crucial como nutriente para las algas y otros organismos. Dada su abundancia en la corteza terrestre, el hierro está presente en todos los entornos de agua dulce, alcanzando con frecuencia niveles de concentración más elevados en el agua y los sedimentos que otros metales traza.

El exceso de hierro también influirá en la presencia de bacterias (reductoras de hierro) en agua dulce. Afecta a órganos específicos como el hígado, el sistema cardiovascular y los riñones (Abdul et al., 2012).

2.2.1.3. Manganeseo

El manganeso ha sido un elemento que ha pasado desapercibido en gran medida. Se sitúa como el undécimo elemento con mayor presencia en la corteza terrestre y ocupa el segundo lugar entre los metales pesados en esa lista. La eliminación de este metal resulta complicada debido a la diversidad de estructuras y estados en los que puede encontrarse en la naturaleza (Matamoros, 2019). El manganeso presenta tres estados de oxidación principales: +2, +3 y +4. Esto hace posible la existencia de varios estados multivalentes, en total 11. Como

contaminante en residuos líquidos, el manganeso se encuentra predominantemente en estado Mn (II) en entornos ácidos. En medios alcalinos, puede hallarse en estados Mn (III) o Mn (IV). La hidrólisis del manganeso juega un papel crucial en la acidez de los residuos líquidos generados por la industria minera (Mthombeni et al. 2016).

El manganeso es un metal necesario para las plantas, ya que participa en numerosos procesos metabólicos cruciales, como la fotosíntesis y la actividad enzimática. Según Millaleo et al. (2010), cada planta requiere una cantidad específica de este metal, que oscila entre 30 y 500 mg/kg, para su supervivencia. Concentraciones superiores a los normales pueden causar graves problemas en las plantas, provocando la pérdida de su capacidad para generar carbohidratos, lo que conduce a la muerte de la planta por falta de clorofila, un componente esencial para su supervivencia. Además, puede alterar la homeostasis celular, que es fundamental para el transporte de nutrientes (Hegedüs et al., 2001).

2.2.2. Sedimentos (sólidos) en suspensión

Según Neuendorf et al (2011) los sedimentos constituyen la materia sólida, ya sea de naturaleza mineral u orgánica, que se encuentra suspendida, está siendo desplazada o ha sido llevada desde su lugar de origen mediante la acción del aire, el agua o la fuerza de la gravedad. De acuerdo con Armijos (2010), son partículas finas que ingresan a un curso de agua a través de la erosión causada por la lluvia en una cuenca, lavado de material suelto de las márgenes o por el arrastre de la misma vertiente. Permanece suspendido mientras la fuerza de ascensión producida por la velocidad del flujo supere su propia masa. En este contexto, se enumeran ciertos factores que repercuten en la dinámica de los sedimentos en suspensión que se tendrán en cuenta en este estudio:

2.2.2.1. Caudal

Según Arboleda et al (2018), la descarga líquida en un río se define como el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal específica (llamada sección de control) durante un periodo de tiempo determinado. Por lo general, se cuantifica en unidades de metros cúbicos por segundo (m^3/s) o litros por segundo (l/s). Es importante destacar que, habitualmente, el flujo registrado en una sección de control o estación hidrométrica se encuentra asociado a un nivel de agua relativo y/o absoluto.

Morera (2014), menciona que comprender la dinámica de la producción de sedimentos implica comprender la incertidumbre asociada entre los niveles del río (caudales) y la presencia de los sedimentos en suspensión. No obstante, esto se vuelve considerablemente más complejo sin una adecuada estrategia de muestreo y/o comúnmente una baja frecuencia temporal que va desde semanal hasta una vez al año.

2.2.2.2. Escorrentía

Según Breña y Jacobo (2006), en continuidad del ciclo hidrológico, la escorrentía, denominada también escurrimiento, representa la fracción de la precipitación que se produce en una región o cuenca hidrológica. Esta agua se desplaza sobre la superficie del terreno y fluye hacia un cuerpo de agua, ya sea para ser drenada fuera de la cuenca o para alimentar un lago.

2.2.2.3. Tamaño de la cuenca

De acuerdo con Webb et al. (1997), cuando se disminuye la frecuencia de muestreo en intervalos de cada 7 días a 15 días; o cada 30 días, dicha decisión resulta generalmente en una subestimación más considerable y en estimaciones menos precisas de la carga de sedimentos en suspensión.

Para obtener estimaciones precisas y exactas de la producción de sedimentos en suspensión, es necesario comprender que dicho requerimiento depende en gran medida de dos factores esenciales: la frecuencia de muestreo y la escala de la cuenca (Phillips et al., 1999).

En cuencas con características montañosas con áreas de entre 1 y 100 km², los muestreos deben realizarse con alta frecuencia. Para cuencas que abarcan áreas entre 100 y 1000 km², la frecuencia o esfuerzo de muestro pueden considerar estrategias automáticas y manuales; donde este último puede ejecutarse hasta dos veces al día en los escenarios más intensos (Duvert et al., 2011). En tal sentido la figura 1 ilustra los requisitos mínimos de la frecuencia de muestreo necesarios para obtener estimaciones fiables de la producción de sedimentos en suspensión en función del tamaño de la cuenca. Delimitada por 3 zonas bien diferenciadas, donde las estimaciones de alta calidad se ubican en el área blanca, las

estimaciones potencialmente riesgosas ubicadas en el área gris claro y en su defecto los cálculos dudosos se ubican en el área gris oscuro.

En este contexto, considerando los dos factores esenciales como la frecuencia de muestreo de cada 6h aproximadamente elegida para la presente investigación y el tamaño de la cuenca del río Monzón (2 608,21 km²), el cruce de información resulta en una zona segura (área blanca) y además sugiere un esfuerzo de muestro que recabe sobre estrategias manuales (intenso) a automáticos (figura 1).

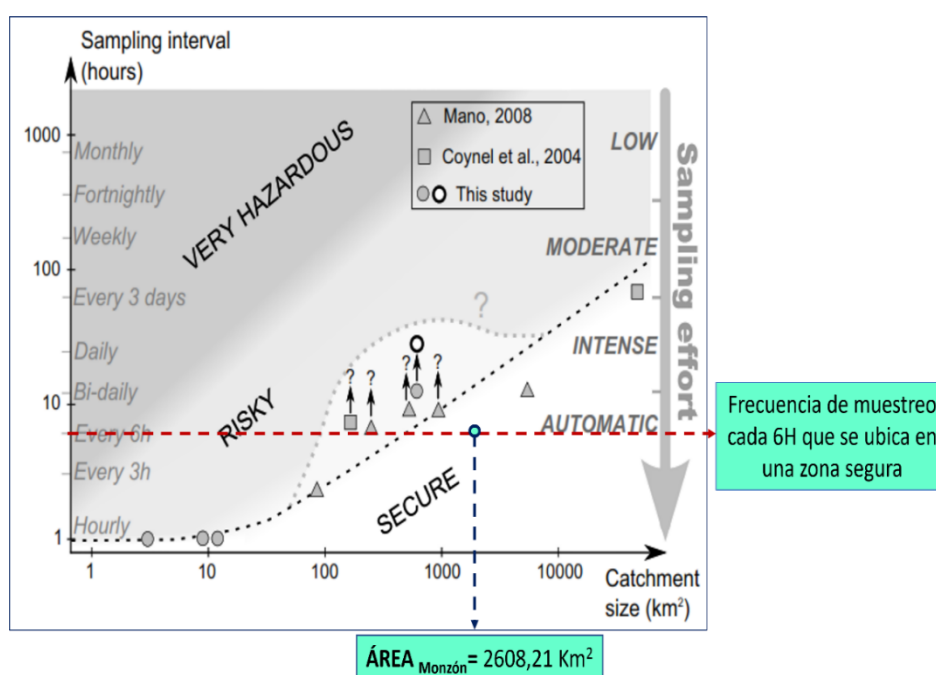


Figura 1. Requisitos mínimos de la frecuencia de muestreo para para obtener estimaciones fiables de producción de sedimentos en suspensión (SSY).

Fuente: Adaptada de Duvert et al. (2011)

2.2.3. Hidrología (términos y aspectos relevantes)

Es fundamental considerar el ciclo hidrológico y las características inherentes de los ríos durante el análisis. En el presente estudio diferenciaremos los términos hidrológicos que se detallan a continuación:

2.2.3.1. Época de creciente

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2019a), se emplea este término hidrológico para hacer referencia a los ríos amazónicos, y describe el aumento en el nivel del agua y el caudal de estos

ríos. No obstante, el periodo de meses de la época de creciente puede variar dependiendo del río. De manera similar, la CITA-UTEC (2021a), indica que este periodo proporciona la oportunidad para examinar eventos de inundación (con deposición de sedimentos finos en la planicie), la activación de antiguos canales y la posibilidad de migración de los ríos.

2.2.3.2. Época de vaciante

Es un término hidrológico que se emplea en relación con los ríos amazónicos, y describe la reducción en el nivel del agua y el caudal de estos ríos. Sin embargo, el periodo de meses de dicha época puede variar dependiendo del río (SENAMHI, 2018). Además, entre sus características se incluye la capacidad de identificar áreas de playas y barras a lo largo del curso del río. En este periodo mayormente la erosión fluvial prevalece (CITA-UTEC, 2021a).

2.2.3.3. Época de transición

El SENAMHI (2019b), señala que la época de transición cronológicamente se define como el tiempo entre la finalización de la época de vaciante y el inicio de la época de creciente, dichas variaciones en el valor del caudal pueden interpretarse como una transición ascendente (positiva); o viceversa, ser descendente (negativa), en el lapso de tiempo entre la finalización de la época de creciente e inicio de la época de vaciante. Según la CITA-UTEC (2021a), las fluctuaciones entre estas épocas cambian las condiciones del río, y crean áreas inundadas y expuestas durante diferentes periodos de tiempo.

2.2.3.4. Curva de gasto

De acuerdo con Arboleda et al. (2018), es conocido también como curva Altura-Gasto y es el elemento más importante en la práctica hidrométrica, que permite la representación gráfica de niveles de agua y caudales, mediante el cual se establece la relación existente entre estas variables. Se emplea para generar (estimar) datos de caudales diarios a partir de lecturas de nivel de agua sin tener que realizar el aforo.

La ecuación general que describe la curva Altura-Gasto se representa de la siguiente forma:

$$Q = C (h - h_o)^n \quad (1)$$

Donde:

Q : Caudal líquido (m³/s)

H : Nivel de agua leído en la escala (m)

h₀ : Nivel para caudal nulo (m).

C, n: Constantes de la ecuación.

El valor de h₀, representa la altura de la regla limnimétrica para cuando el caudal es nulo; esta altura puede ser tanto positiva como negativa, dependiendo de la posición de la regla con respecto al fondo de la sección de aforo.

2.2.3.5. Hidrograma

El hidrograma debe entenderse como una representación gráfica que muestra cómo varía el caudal de un río en una sección específica en relación con el tiempo. Puede entenderse también como un fiel reflejo de las características físicas y climáticas de una cuenca, que rigen las relaciones entre la precipitación y escorrentía de esta (Gómez y Gallo, 2022). En otras palabras, una precipitación en una cuenca produce lo que conocemos una escorrentía superficial y que identificamos mediante un caudal registrado a la salida de la cuenca en el punto P o punto de control (Bateman, 2007), tal como se ilustra en la figura 2.

De acuerdo con Stowhas (2017), en las estaciones hidrométricas (comúnmente instaladas en la salida de la cuenca), si la instalación es limnimétrica, se recomienda la lectura mínima de dos valores (niveles) diarios, a partir de los cuales se estima el caudal medio diario, mediante el cual se dará origen al caudal medio mensual, y el promedio de estos últimos dará origen al caudal medio anual. Gómez y Gallo (2022), clasifica los hidrogramas en 3 tipos, los naturales, los sintéticos y los unitarios, siendo el primero el de interés en la presente investigación. Los hidrogramas naturales pueden obtenerse de forma directa a partir de los caudales registrados en una sección del cauce de un río. Respecto a la estación hidrológica Puente Bella, administrada por el SENAMHI, se observan lecturas de niveles del río Monzón en 4 momentos del día en horarios de 06:00h, 10:00h, 14:00h y 18:00h (tipo convencional), mediante el cual se generan los caudales promedios diarios.

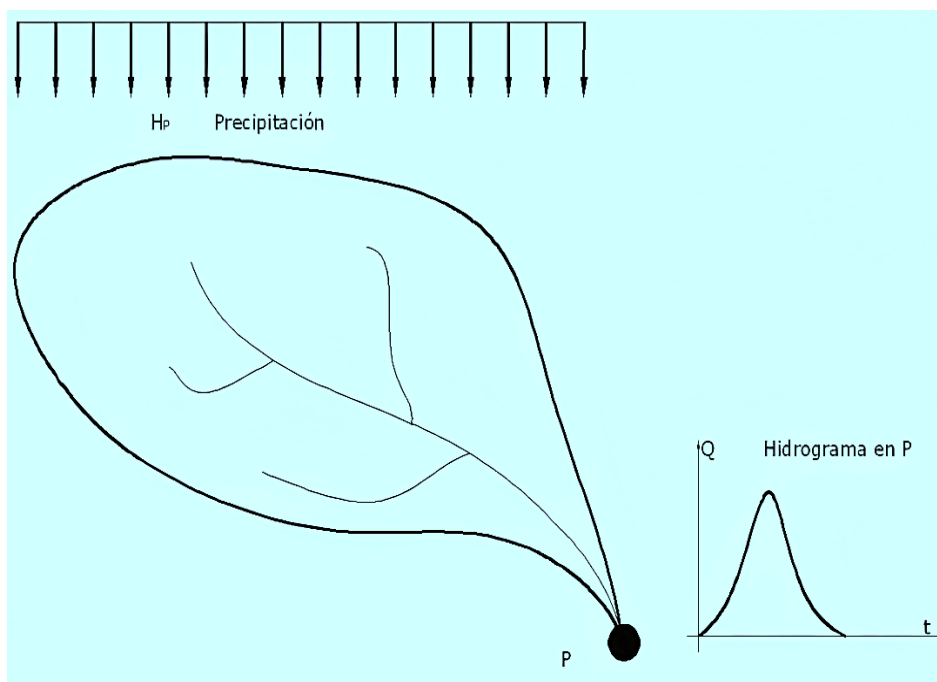


Figura 2. Representación del hidrograma de una cuenca hidrográfica.

Fuente: Bateman (2007)

2.2.4. Parámetros geomorfológicos de una cuenca

Según INRENA (2007), la morfología de una cuenca está determinada por su forma, relieve y drenaje, para tal fin se han propuesto diversos parámetros que, mediante ecuaciones matemáticas, sirven como estándares de referencia para la clasificación y comparación de cuencas. Las características físicas ejercen un papel fundamental en la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica. Al mismo tiempo, sus características hidrológicas contribuyen significativamente a la modelización de sus características físicas. Así, esta mutua relación debería facilitar la base para predecir cuantitativamente la respuesta hidrológica a partir de aquellos parámetros físicos que son sencillos de medir.

2.2.5. Regresión

Según Hernández et al (2014), es un modelo estadístico para estimar el efecto de una variable sobre otra. En la terminología que se emplea en la regresión, la variable a predecir se llama variable dependiente, y a la variable o variables que se usan para predecir su valor se les llama variables independientes (Anderson et al, 2012).

Según Bouza (2018), en el análisis de regresión se han determinado varios tipos de modelos, y con ello diversas técnicas y teorías. Así se distinguen la regresión lineal; la regresión no-lineal; la regresión para datos categóricos. La regresión estadística es muy utilizada para interpretar situaciones reales, como los que ocurren en un proceso industrial, donde se pueden controlar una serie de efectos (diferentes campos de la ingeniería), así como también en estudios biológicos, donde hay variaciones no controladas modeladas por errores, como son los efectos ambientales.

En la presente investigación se estudió el tipo más sencillo de análisis de regresión en el que interviene una variable independiente y una variable dependiente donde la relación entre estas variables se aproxima mediante una línea recta. Según Anderson (2012), a este tipo de análisis se le conoce como regresión lineal simple, que utilizan lo mínimos cuadrados como procedimiento en el que se usan los datos muestrales para encontrar la ecuación de regresión estimada y obtener también los valores de b_0 y b_1 (parámetros o estimadores de la recta de regresión) que minimicen la suma de los cuadrados de las desviaciones (diferencias) entre los valores observados de la variable dependiente (y_i) y los valores estimados de la variable dependiente (\hat{y}_i). Además, también se hizo uso de regresiones no lineales, como aquellas de tipo potencial que pueden utilizar transformaciones para expresar los datos en una forma que sea compatible con la regresión lineal (Chapra y Canale, 2015). Un ejemplo de modelo no lineal es la ecuación de potencias que se muestra a continuación:

$$y = \alpha_2 x^{\beta_2} \quad (2)$$

donde α_2 y β_2 son coeficientes constantes. Este modelo tiene muchas aplicaciones en todos los campos de la ingeniería. Para ajustar esta ecuación de manera directa a los datos se procede a linealizar mediante transformaciones logarítmicas en base 10, tal como se muestra a continuación:

$$\log y = \beta_2 \log x + \log \alpha_2 \quad (3)$$

De este modo, una gráfica de $\log y$ contra $\log x$ dará una línea recta con pendiente β_2 e intersección con el eje de las ordenadas $\log \alpha_2$.

2.2.6. Valores extremos (outliers)

Según Ugarte y Aparicio (2020), una dificultad del análisis de regresión radica en su notable susceptibilidad a observaciones atípicas (valores extremos), también conocidas como outliers, que se apartan significativamente del resto de los datos. En la realidad, la presencia de unos pocos outliers puede distorsionar considerablemente las estimaciones de la regresión, generando parámetros que no representan fielmente la verdadera relación entre las variables.

Verardi y Croux (2009), mencionan que los outliers se clasifican en "valores extremos verticales", "valores extremos de influencia buenos" (good leverage points) y "valores extremos de influencia malos" (bad leverage points), tal como se ilustran en la figura 3.

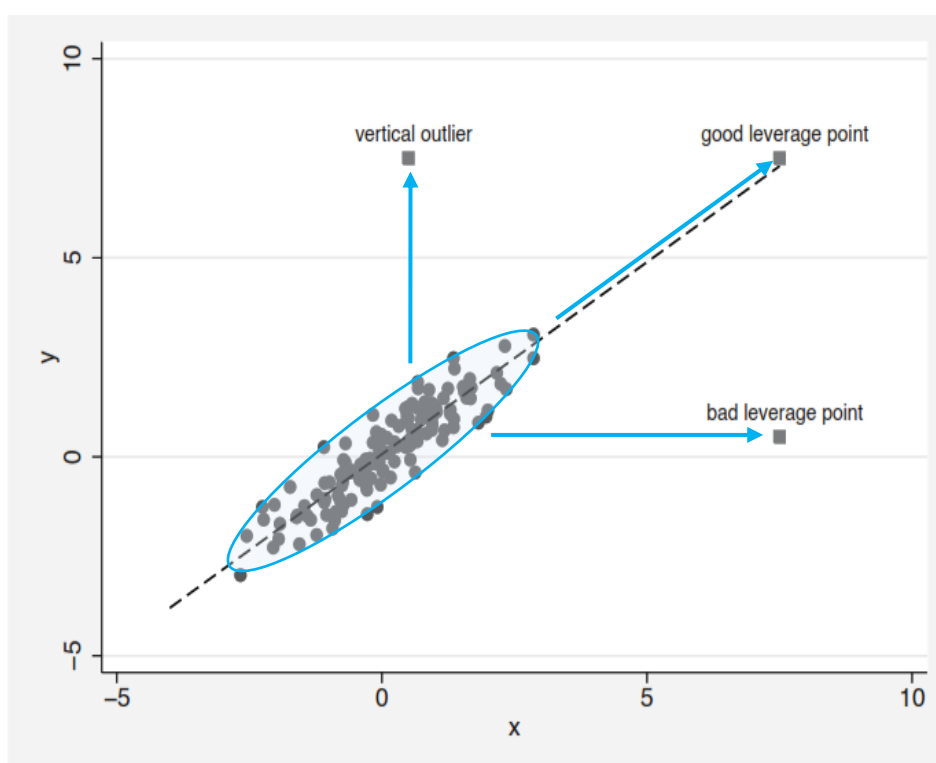


Figura 3. Outliers en el análisis de regresión.

Fuente: Adaptada de Verardi y Croux (2009)

Pelea (2019), destaca que diversos investigadores alrededor del mundo han planteado distintas definiciones para estos valores y han desarrollado métodos muy variados para identificarlos y gestionarlos. Sin embargo, según Osborne y Overbay (2004), existen circunstancias en donde los investigadores necesitan confiar en su especialización, perspicacia, razonamiento y consideraciones para tomar

decisiones sobre los valores atípicos, especialmente cuando estos son parte legítima de los datos o su causa no está claramente definida.

2.2.7. Replicados de campo como control de la calidad del muestreo

Se trata de muestreos repetidos realizados en la misma ubicación y tiempo, por el mismo individuo y utilizando el mismo equipo y las mismas técnicas de recolección (British Columbia, 2013). Dichos replicados ofrecen una medida de la precisión del muestreo y representa las variaciones naturales en las concentraciones dentro de un cuerpo de agua. (Blancas y Medina, s.f.).

2.2.8. Diferencia porcentual relativa (DPR)

Es una medida estadística que se evalúa en muestras duplicado (o replicada) y se aplica solo en parámetros inorgánicos (aniones, cationes, metales disueltos, metales totales, etc.). El objetivo es medir la exactitud general del muestreo y del análisis, así como la diversidad ambiental (British Columbia, 2013). En la presente investigación se aplicará la DPR para los resultados analíticos de metales totales (aluminio, hierro y manganeso) y sedimentos en suspensión, obtenidos en la muestra original y la muestra replicada (o duplicada), mediante la siguiente ecuación:

$$(\%)DPR = 2 \times \frac{|A-B|}{|A+B|} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

A: Concentración de la muestra original

B: Concentración de la muestra duplicada o replicada

Según British Columbia (2013), si uno de los grupos de los replicados alcanza o excede cinco veces el límite de detección (en el presente estudio, definidos como el límite de cuantificación del laboratorio), los valores de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR) superiores al 20% sugieren un posible problema, mientras que aquellos por encima del 50% indican una posible contaminación o falta de representatividad de la muestra.

2.2.9. Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación se considera una medida resumen que indica qué tan bien un modelo estadístico predice un resultado, es decir la capacidad de la variable independiente para explicar la variabilidad de la variable dependiente en la regresión. En otras palabras, muestra qué tan bien la línea de regresión se ajusta a los datos (Romero, 2020).

Según Turney (2023), el coeficiente de determinación, a menudo denotado como R^2 , y pronunciado como “r al cuadrado”, varía entre 0 (valor más bajo) y 1 (valor más alto posible); es decir, mientras más se aproxime su valor a 1, mejor será el modelo para hacer predicciones. Por tanto, el coeficiente de determinación mide la fracción de la varianza total de la variable dependiente explicada por la variable independiente.

Moriasi et al. (2015), recomienda valores del coeficiente de determinación como medidas estadísticas de rendimiento para los modelos a escala de cuenca hidrográfica.

Tabla 1. Rango de calificación del coeficiente de determinación

Calificación	Rango de R^2 (Q)	Rango de R^2 (STS)
Muy bueno	$R^2 > 0,85$	$R^2 > 0,80$
Bueno	$0,75 < R^2 \leq 0,85$	$0,65 < R^2 \leq 0,80$
Satisfactorio	$0,60 < R^2 \leq 0,75$	$0,40 < R^2 \leq 0,65$
No satisfactorio	$R^2 \leq 0,60$	$R^2 \leq 0,40$

Fuente: (Moriasi et al., 2015)

2.2.10. RSR (ratio de desviación estándar de observaciones RMSE)

Para cuantificar el ajuste de cada curva de calificación a los datos medidos, se utilizan parámetros estadísticos como el RSR, que representa el error de entrada del método de la curva de calificación a los datos calculados. Cuanto menor sea el valor de estos parámetros, más eficiente será el enfoque de la curva de calificación (Jung et al., 2020).

Como señala Moriasi et al. (2007; como se cita en Jung et al., 2020), el método RSR funciona con un factor de escala/normalización, que utiliza la relación del error cuadrático medio (RMSE) y la desviación estándar de los datos observados para establecer un nivel de comparación entre las curvas de calificación. Lo que permite comparar los ajustes de diferentes modelos, es decir entre ecuaciones de regresiones diferentes.

Tabla 2. Nivel de calificación del RSR

Calificación o nivel de rendimiento	RSR
Muy bueno	$0,00 \leq \text{RSR} \leq 0,50$
Bueno	$0,50 < \text{RSR} \leq 0,60$
Satisfactorio	$0,60 < \text{RSR} \leq 0,70$
No satisfactorio	$\text{RSR} > 0,70$

Fuente: (Moriasi et al., 2007, como se cita en Jung et al., 2020)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

El presente trabajo de investigación se realizó en el Río Mozcón (margen izquierdo) cerca a la estación hidrológica automática “Puente Bella”, operada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) que está ubicada a 6 km al sureste de la ciudad de Tingo María, en la comunidad de Jacintillo, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco; a unos 100 metros aguas arriba del Puente Mozcón (figura 4). Aguas abajo de dicha estación hidrológica, aproximadamente a 30m, en la misma margen izquierda del río Mozcón, las muestras de agua superficial fueron recolectadas (figura 5).



Figura 4. Estación hidrológica automática “Puente Bella”.

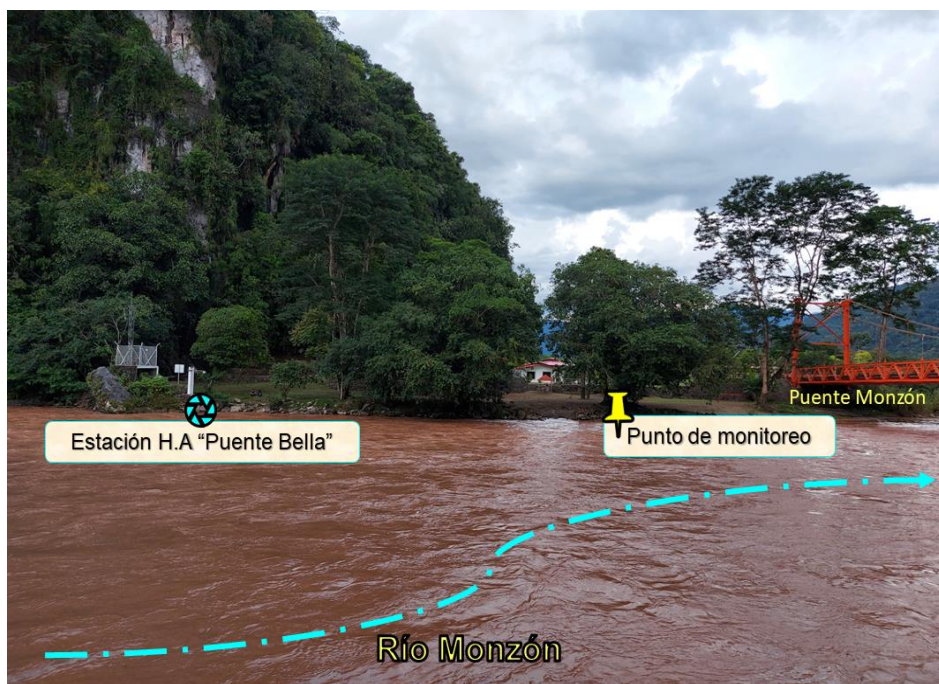


Figura 5. Punto de monitoreo de la recolección de agua superficial del río Monzón.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente el punto de monitoreo se encuentra en la hoja 19-k de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional tal como se ilustra en la figura 6, además se muestra la ubicación hidrográfica de la cuenca del río Monzón (UH:498496) que drena sus aguas a la cuenca Huallaga (UH:4984), y este a la cuenca Marañón (UH:498); y este último ubicándose en el Alto Amazonas (UH:49) que drena sus aguas a la cuenca Amazonas (UH:4). Las coordenadas UTM de dicho punto se muestran a continuación:

Tabla 3. Coordenadas UTM del punto de monitoreo

Punto de monitoreo	Código	Coordenadas		Zona	Descripción
		UTM			
		Este	Norte		
Río Monzón	RMonz1	386975	8969105	18 L	Margen izquierda del río Monzón, aproximadamente 30m aguas abajo de la estación hidrológica automática "Puente Bella"

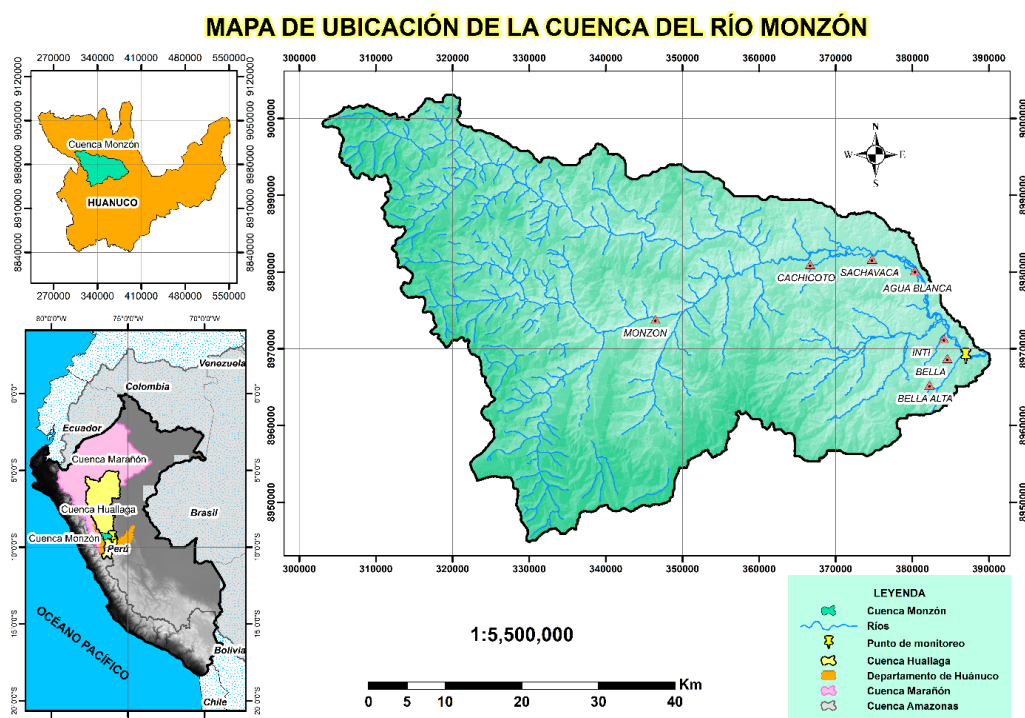


Figura 6. Mapa de ubicación del punto de monitoreo en la cuenca del río Monzón.

3.1.3. Características generales de la zona de estudio

3.1.3.1. Parámetros geomorfológicos

La respuesta hidrológica de una cuenca está influenciada por sus características geomorfológicas. Esta interdependencia también está condicionada por una serie de factores adicionales, como la geología, el tipo de suelo, la cobertura vegetal y, sobre todo, el clima. Es crucial comprender que la geomorfología en una cuenca está definida por parámetros de naturaleza estática, mientras que sus características hidrológicas son altamente variables y sujetas a la aleatoriedad (estocásticas). La cuenca del río Monzón se caracteriza por ser una cuenca andino -amazónica, dado que sus fuentes se encuentran en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes (sierra oriental y Amazonía). El río tiene su origen en la laguna Negro Cocha, donde nace como río Caucho. Posteriormente, tras su confluencia con el río Huarmi Huañushgan, cambia su denominación a río Chipaco, y luego, al unirse con el río Pampayacu, adopta el nombre de río Monzón. En su tramo inicial, el río Monzón fluye en dirección NE-SO hasta alcanzar el centro poblado de Sachavaca, momento en el cual cambia su curso hacia SE-NO. Posteriormente, modifica nuevamente su trayectoria cerca del Puente Bella, donde su rumbo continúa en dirección NE-SO hasta unirse con el río Huallaga (CEC, 2009b); drenando así a

través del río Marañón y Amazonas, que dirigen sus aguas hacia el océano Atlántico (ANA, 2015).

La CEC (2015) reportó valores de los parámetros de forma y relieve de mayor importancia e interpretación de la cuenca del río Monzón en su estudio de aprovechamiento hídrico Central Hidroeléctrica Belo Horizonte, donde se estima que hasta la confluencia con el río Huallaga, la cuenca abarca un área de aproximadamente 2 632,64 km². No obstante en la estación Puente Bella la cuenca del río Monzón tiene un área de 2 608,21 km², perímetro de 301,29 km y está ubicada en la región Huánuco teniendo como curso principal al río Monzón, con un recorrido de 120,48 km. Este río es navegable en pequeñas embarcaciones desde la ciudad de Monzón hasta la desembocadura al río Huallaga por la margen izquierda en la ciudad de Tingo María del distrito de Rupa – Rupa (Ordoñez, 2017). Por su tamaño y forma (alargada), la cuenca del río Monzón en la estación Puente Bella, presenta características físicas que le permiten una respuesta relativamente lenta a los eventos hidrológicos que se presentan en ella, teniendo así un tiempo de concentración de 15 horas aproximadamente.

3.1.3.2. Hidrología de la cuenca del río Monzón

La cuenca del río Monzón, con código curso 498496, está comprendida en la unidad hidrográfica de la Inter cuenca Alto Huallaga (código UH 49849), según la Clasificación de Unidades Hidrográficas establecidas por la ANA en el año 2018. A lo largo de su recorrido el río Monzón recibe 5 afluentes principales, por la margen izquierda tiene el río Tasco Chico y por la margen derecha tiene al río Aimanachay, Garguarayo, Patay Rondos y Río Bella.

Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas como es el caso del río Monzón, contribuyen en la dinámica fluvial y se relacionan estructuralmente con el paisaje; por ello es necesario entender y reconocer que estos ríos transportan agua y sedimento que refleja sus potencialidades para mantener el sistema geoclimático Andino-Amazónico (CITA-UTEC, 2021b) , puesto que concentra la variabilidad hidrológica que integra el entendimiento del nivel del agua, el caudal, así como otros parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua (González y Vacher, 2014). La figura 7 muestra la serie de tiempo de los caudales medios anuales en el periodo 1963 al 2023 reportados por diferentes empresas públicas y privadas. En este

periodo el caudal promedio anual fue de 233,41 m³/s, con un valor máximo de 314,14 m³/s y un mínimo de 201,80 m³/s.

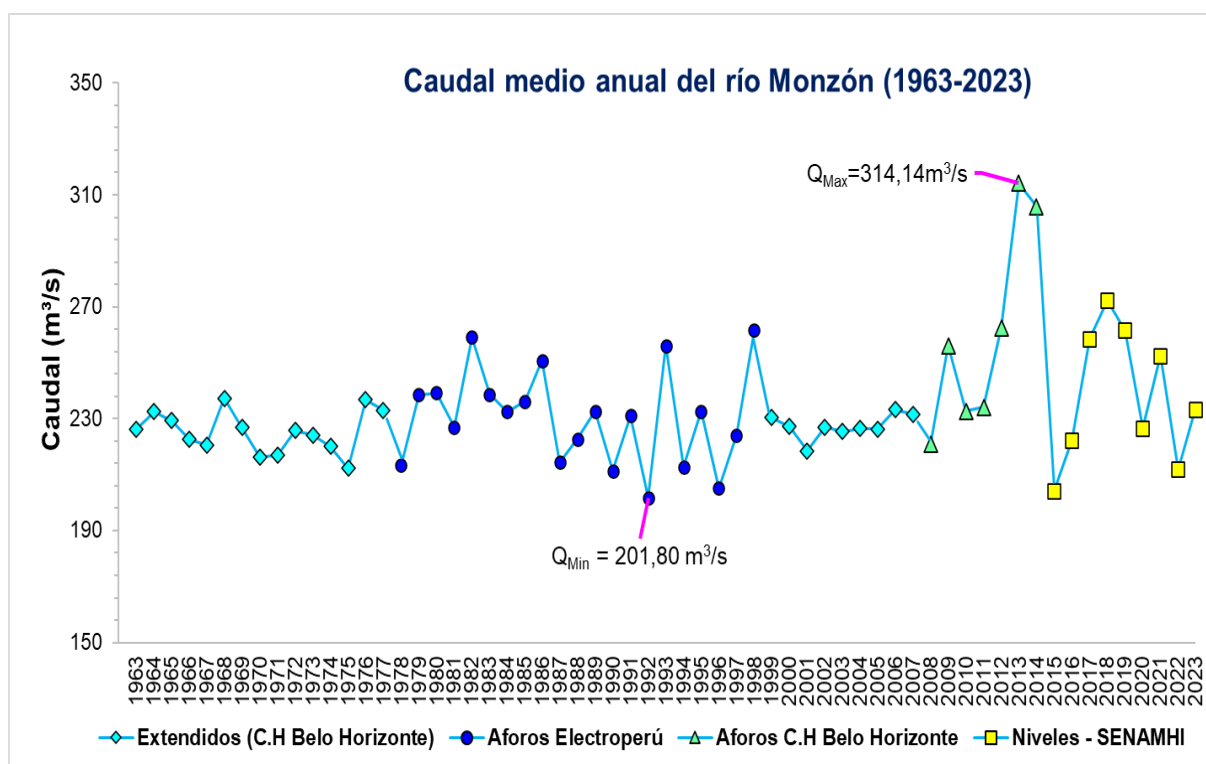


Figura 7. Serie de tiempo de caudales medios anuales (1963-2023) en la estación hidrológica “Puente Bella”.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales, equipos y reactivos

3.2.1.1. Materiales

Brazo muestreador de doble canastilla, envases HDPE, coolers (cajas térmicas), ice-packs (hielo gel), cintas indicadoras de pH, instructivos, cadenas de custodia, guantes, mascarilla, casco, pizarra acrílica, plumones (pilot), plumones indelebles, cinta aislante, papel film, papel tissue, micas, bolsas plásticas y libreta de apuntes.

3.2.1.2. Equipos

Multiparámetro PONSEL (Mesure) de 4 sondas (temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad), GPS Garmin, laptop Toshiba Intel (R) Core (TM) i3 y celular.

3.2.1.3. Reactivos

Preservantes (HNO₃)

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Determinación de la concentración de los sedimentos en suspensión en el río Monzón – tramo puente Bella

3.2.2.1.1. Fase previa al monitoreo

Se realizó la visita de reconocimiento en campo para ubicar el punto de monitoreo y considerar los criterios de monitoreo necesarios, así como también ubicar la estación hidrológica automática “Puente Bella”.

Previo al trabajo de campo, se diseñó y construyó el brazo muestreador de doble canastilla con material de acero HINOX que permitió la toma de muestras en simultáneo (sin espacios de tiempo entre la toma de muestras de metales totales y sedimentos en suspensión), esto con el fin de garantizar las medidas de seguridad, reducir la incertidumbre y evitar la contaminación cruzada por superficie de contacto.

Además, se realizaron las cotizaciones de los servicios de análisis al laboratorio “Hidrolab” con 2 semanas de anticipación previa a las respectivas salidas de campo.

3.2.2.1.2. Trabajo de campo

Se realizó la toma de muestras simples del agua superficial del río Monzón en dos salidas de campo en el año 2021 en los meses de setiembre (época de vaciante) y diciembre (época de transición vaciante a creciente); y tres salidas de campo en el año 2022, dos de los cuales corresponden a la época de creciente (enero y marzo) y una que corresponde a la época de transición creciente a vaciante (fines de abril e inicio de mayo), de acuerdo con el régimen hidrológico de la cuenca para determinar las relaciones de interés. Las mediciones de los parámetros de campo se realizaron con un multiparámetro PONSEL calibrado (método potenciométrico) para los parámetros fisicoquímicos de temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad (APHA, 2017).

El muestreo puntual de los sedimentos en suspensión se realizó durante días seguidos en los meses correspondientes a setiembre (del día 7 al día 13), diciembre (del día 22 al día 25), enero (del día 24 al día 27), marzo (del día 26 al día 29), abril (los días 29 y 30) y mayo (los días 01 y 02); siendo la frecuencia de muestreo por día de cada 6h aproximadamente (Duvert et al.,

2011) en horarios de las 06:00h, 12:00h y 18:00h (escala temporal diaria-horaria). Además, para el control de calidad del proceso de muestreo, se realizaron réplicas de dicho parámetro (ANA, 2016).

Las muestras de sedimentos en suspensión fueron recolectadas utilizando el brazo muestreador de doble canastilla (que simultáneamente también permitió la toma de muestras de los metales totales) a 1,5 metros de la orilla del río Monzón. Con este propósito, se emplearon envases de plástico (volumen de 1L) de polietileno de alta densidad (HDPE) (Tabla 4). Por lo demás se adoptó los lineamientos de la metodología del muestreo de agua superficial indicada en el Capítulo 6 del “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” aprobado con Resolución Jefatural N°010-2016-ANA del 11 de enero de 2016.

Las muestras fueron posteriormente almacenadas en posición vertical en diferentes coolers (cajas térmicas) y conservadas en cadena de frío con el uso de los ice-packs (hielo gel) y remitidas vía terrestre al laboratorio en Lima con la cadena de custodia debidamente llenada.

Tabla 4. Parámetros de laboratorio (sedimentos en suspensión) del agua superficial del río Monzón

Componente Ambiental	Parámetro	Observaciones	Cantidad
Agua Superficial	Sedimentos en suspensión o Sólidos totales en suspensión (SST)	Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo “Hidrolab” acreditado por INACAL	69

3.2.2.1.3. Análisis de laboratorio

En el laboratorio los sedimentos en suspensión (sólidos suspendidos totales) se analizaron mediante el análisis gravimétrico (Tabla 5) (APHA, 2017). El método de ensayo utilizado está acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) mediante la normativa internacional de la Organización Internacional de Normalización y la Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC) 17025.

Tabla 5. Método de ensayo acreditado para el análisis de sedimentos en suspensión del agua superficial del río Monzón

Parámetro	Método de ensayo	Técnica de laboratorio	Laboratorio de Ensayo
Sedimentos en suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D; 23rd Ed: 2017.	Análisis gravimétrico a una temperatura secado de 103 – 105°C	Hidrolab

3.2.2.1.4. Evaluación de resultados

Una vez reportado los informes de ensayo por parte del Laboratorio “Hidrolab” se elaboró una base de datos para sus respectivos análisis.

3.2.2.2. Determinación de la concentración de aluminio, hierro y manganeso en el río Monzón – tramo puente Bella

3.2.2.2.1. Fase previa al monitoreo

Las consideraciones son las mismas que se han mencionado previamente en el objetivo anterior.

3.2.2.2.2. Trabajo de campo

Las consideraciones (o criterios) respecto a las salidas de campo (días, meses y épocas) y frecuencia de monitoreo del aluminio, hierro y manganeso son las mismas que las explicadas en el objetivo anterior. Cabe señalar que, para el control de calidad del proceso de muestreo, se realizaron réplicas de dicho parámetro (ANA, 2016).

Las muestras de aluminio, hierro y manganeso fueron recolectadas utilizando el brazo muestreador de doble canastilla (que simultáneamente permitió también la toma de muestras de los sedimentos en suspensión) a 1,5 metros de la orilla del río Monzón. Con este propósito, se emplearon envases de plástico (volumen de 0.5L) de polietileno de alta densidad (HDPE), y la preservación se llevó a cabo añadiendo ácido nítrico (HNO₃ 1:1 hasta un pH menor a 2) de acuerdo con las indicaciones establecidas por el laboratorio contratado "Hidrolab" (Tabla 6). Por lo demás se adoptó los lineamientos de la metodología del muestreo de agua superficial indicada en el Capítulo 6 del “Protocolo Nacional para el

Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” aprobado con Resolución Jefatural N°010-2016-ANA del 11 de enero de 2016.

Tabla 6. Parámetros de laboratorio (metales totales) del agua superficial del río Monzón

Componente Ambiental	Parámetro	Observaciones	Cantidad
Agua Superficial	Aluminio, Hierro y Manganeseo (Metales totales)	Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo “Hidrolab” acreditado por INACAL	69

Las muestras fueron posteriormente almacenadas en posición vertical en diferentes coolers (cajas térmicas) y conservadas en cadena de frío con el uso de los ice-packs (hielo gel) y remitidas vía terrestre al laboratorio en Lima con la cadena de custodia debidamente llenada.

3.2.2.2.3. Análisis de laboratorio

En el laboratorio el aluminio, hierro y manganeso fueron analizados por el espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific (modelo AA ICE 3300) que permite cuantificar la concentración de más de 62 metales diferentes en una solución (Tabla 7).

Tabla 7. Métodos de ensayo acreditados (por INACAL) para el análisis de metales totales del agua superficial del río Monzón

Parámetro	Método de ensayo	Técnica de laboratorio	Laboratorio de Ensayo
Metales Totales			
Aluminio	APHA-AWWA-WEF Part 3030 E y 3111 D	Espectrometría de absorción atómica	Hidrolab
Hierro	SMEWW-APHA- AWWA- WEF Part. 3500 -Fe B		
Manganeso	SMEWW- APHA- AWWA- WEF Part 3030E y 3111 B		

3.2.2.2.4. Evaluación de resultados

Después de recibir los informes de ensayo del Laboratorio "Hidrolab", se creó una base de datos para llevar a cabo los análisis correspondientes.

3.2.2.3. Relación de la concentración de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos

Previo a establecer las relaciones entre las variables, fue necesario comprender la variabilidad del flujo (caudales) de agua del río Monzón. De acuerdo con lo indicado por Gómez y Gallo (2022), se elaboró un hidrograma de tipo natural agrupando datos de caudales medios mensuales comprendido en el periodo 1963-2023, reportados como información secundaria en estudios presentados por empresas públicas y privadas, según como se muestra a continuación:

Tabla 8. Fuentes de información de caudales medios mensuales del río Monzón

Estación	Fuente	Caudal (m ³ /s)	Periodo
	Extendidos (C.H Belo Horizonte)		1963 - 1977 y 1999 - 2008 (mayo)
	Aforos Electroperú		1978 - 1998
Puente Bella	Aforos C.H Belo Horizonte	Promedio mensual	2008 (junio) - 2014
	Estimados por la Ecuación de Curva de Gasto (5), usando los niveles promedios diarios brindados por el SENAMHI		2015 (setiembre) - 2023

De acuerdo con la metodología indicada por Arboleda et al. (2018), se registraron los niveles del río Monzón en la estación hidrológica Puente Bella (operada por el SENAMHI) en cada salida de campo, y a través de la ecuación de Curva de gasto reportado en el estudio de aprovechamiento hídrico de la "C.H Belo Horizonte" se transformaron a caudales (instantáneos), tal como se muestra a continuación:

$$Q_{Pte\ Bella} = 0,001237(h - 26,37)^{2,326816} \quad (5)$$

Donde:

$Q_{Pte\ Bella}$: Caudal en m³/s

h : Nivel del río Monzón en cm

Una vez analizado y ordenado los valores de los sedimentos en suspensión y caudales líquidos instantáneos en una respectiva base de datos se procedieron a establecer las relaciones entre dichas variables utilizando técnicas de regresión.

Para realizar el análisis de regresión, primero se examinaron visualmente los datos para determinar si era adecuado utilizar un modelo lineal. Debido que no fue posible, se optó por aplicar transformaciones para expresar los datos en una forma que sea compatible con la regresión lineal. Una vez transformado (según la ecuación 3), este modelo permitió la evaluación de los coeficientes constantes mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios. Luego, regresarse a su estado original (según la ecuación 2) y usarse para propósitos predictivos (Chapra y Canale, 2015).

El procedimiento consiste en la detección de valores atípicos que se sitúan fuera del intervalo de predicción (95%), y fue establecido bajo el criterio del especialista de acuerdo con Osborne y Overbay (2004). La figura 8 ilustra las etapas del proceso para analizar la relación de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos, haciendo uso del programa XLSTAT 2019.2.2 para calcular las ratios, DPR, valor leverage y ajustar-graficar las ecuaciones, y el programa Minitab versión 21.1.0 para determinar el intervalo de predicción.

Previo al desarrollo del proceso se identificó los puntos de influencia buenos (good leverage points) en base a la variable independiente (Q), la cual determina el régimen hidrológico de la cuenca del río Monzón y por tanto el comportamiento de los STS que se puedan estimar. En este sentido, en la primera etapa se calculó las medidas de influencia leverage utilizando la ecuación linealizada de la ecuación potencial inicial, $\text{Log}(STS) = \text{Log } a + b \text{Log}(Q)$. Después, se tomó en cuenta el 10% de las mediciones con los valores más altos, lo que produce un conjunto de datos "p" con mayor influencia, y el resto "m" con menor influencia; quedando definida la variable independiente para los "p" datos (Q') y los "m" datos (Q') respectivamente. Por último, en esta etapa se determinan sus proporciones (ratios) para evaluar los puntos de influencia buenos y se define el criterio de acuerdo con:

$$\frac{Q'_i}{Q'_j} > 1,50 \text{ y } \frac{Q'_i}{Q'_j} < 0,66 \quad (6)$$

Donde: $i=1, 2, \dots, p$ y $j= 1,2, \dots, m$

Después de calcular las $m * p$ ratios, se identificó aquellos valores de la variable independiente del grupo con “p” datos que cumplen con los criterios de la Ecuación (6) y estos no se toman en cuenta para la estimación y representación gráfica de la ecuación potencial.

La segunda etapa implica la estimación y representación gráfica de la relación entre la variable independiente y dependiente, utilizando un modelo empírico que describe las relaciones entre la carga de sedimentos y la descarga instantánea de agua, correspondiente a una curva de clasificación de función potencia, que ha sido utilizada con frecuencia por muchos investigadores (Jung et al., 2020); y que se describe a continuación:

$$STS = \alpha(Q)^\beta \quad (7)$$

Donde:

STS : Concentración de los sedimentos en suspensión (mg/L)

Q : Caudales líquidos instantáneos (m³/s)

α y β : Coeficientes basados en una regresión de mínimos cuadrados

La tercera etapa consiste en la determinación de los valores extremos fuera del intervalo de predicción al 95%, también conocidos como valores atípicos verticales y puntos de apalancamiento malos, para lo cual se adaptó la Ecuación (4) de la siguiente manera:

$$DPR = 2 * \left| \frac{STS - STS_{Int}}{STS + STS_{Int}} \right| \quad (8)$$

Donde:

STS : Concentración de sedimentos en suspensión medida en el laboratorio acreditado.

STS_{Int} : Concentración de sedimentos en suspensión en el intervalo de predicción.

El criterio de aceptación para determinar si los valores son similares (no extremos), y por lo tanto si se encuentran dentro de la curva de regresión, se basa en una DPR inferior al 20 por ciento, según lo definido por British Columbia (2013).

Por último, luego de excluir los valores atípicos, se procedió a ajustar y representar gráficamente la ecuación potencial final con los valores restantes de las variables STS y Q; en la cual también se ilustrará los valores que se encuentran fuera del intervalo de predicción.

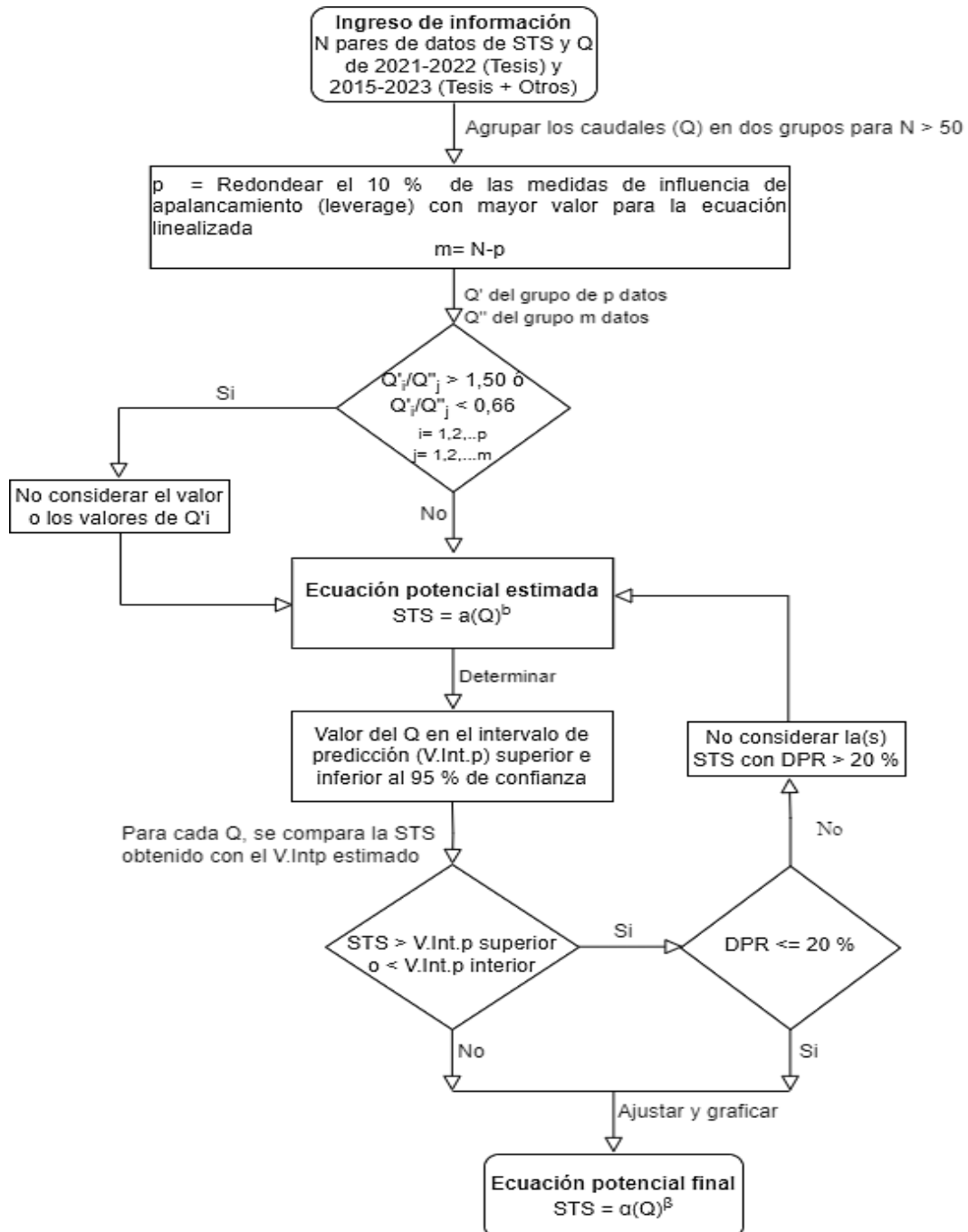


Figura 8. Proceso para analizar la relación entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y los caudales líquidos instantáneos (Q).

3.2.2.4. Relación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión

Una vez analizado y ordenado los valores del aluminio, hierro, manganeso y sedimentos en suspensión en una respectiva base de datos se procedieron a establecer las relaciones entre dichas variables utilizando técnicas de regresión, siguiendo un proceso similar al objetivo anterior. Las etapas se muestran en la figura 9.

Quedando definida la primera etapa en calcular las medidas de influencia leverage utilizando la ecuación linealizada de la ecuación potencial inicial, $\text{Log}(CMe) = \log a + b \text{Log}(STS)$. Así como también, en la determinación de los ratios para evaluar los puntos de influencia buenos que se definen según el siguiente criterio:

$$\frac{STS'_i}{STS''_j} > 1,50 \text{ y } \frac{STS'_i}{STS''_j} < 0,66 \quad (9)$$

Donde: $i=1, 2, \dots, p$ y $j= 1,2, \dots, m$

La segunda etapa definida por la estimación y representación gráfica de la relación entre la variable independiente y dependiente, utilizando la ecuación de tipo potencial que se describe a continuación:

$$CMe = \alpha(STS)^\beta \quad (10)$$

Donde:

CMe: Concentración de aluminio, hierro o manganeso (mg/L)

STS: Concentración de los sedimentos en suspensión (mg/L)

La tercera etapa definida en la determinación de los valores extremos fuera del intervalo de predicción al 95%, para lo cual se adaptó la Ecuación (4) de la siguiente manera:

$$DPR = 2 * \left| \frac{CMe - CMe_{Int}}{CMe + CMe_{Int}} \right| \quad (11)$$

Donde:

CMe: Concentración del aluminio, hierro o manganeso medidos en el laboratorio acreditado.

CMe_{Int}: Concentración del aluminio, hierro o manganeso en el intervalo de predicción.

Por último, luego de excluir los valores atípicos, se procedió a ajustar y representar gráficamente la ecuación potencial final con los valores restantes de las variables CMe y STS; en la cual también se ilustrará los valores que se encuentran fuera del intervalo de predicción y los valores límites establecidos en los ECA-Categoría 3 en función de cada metal.

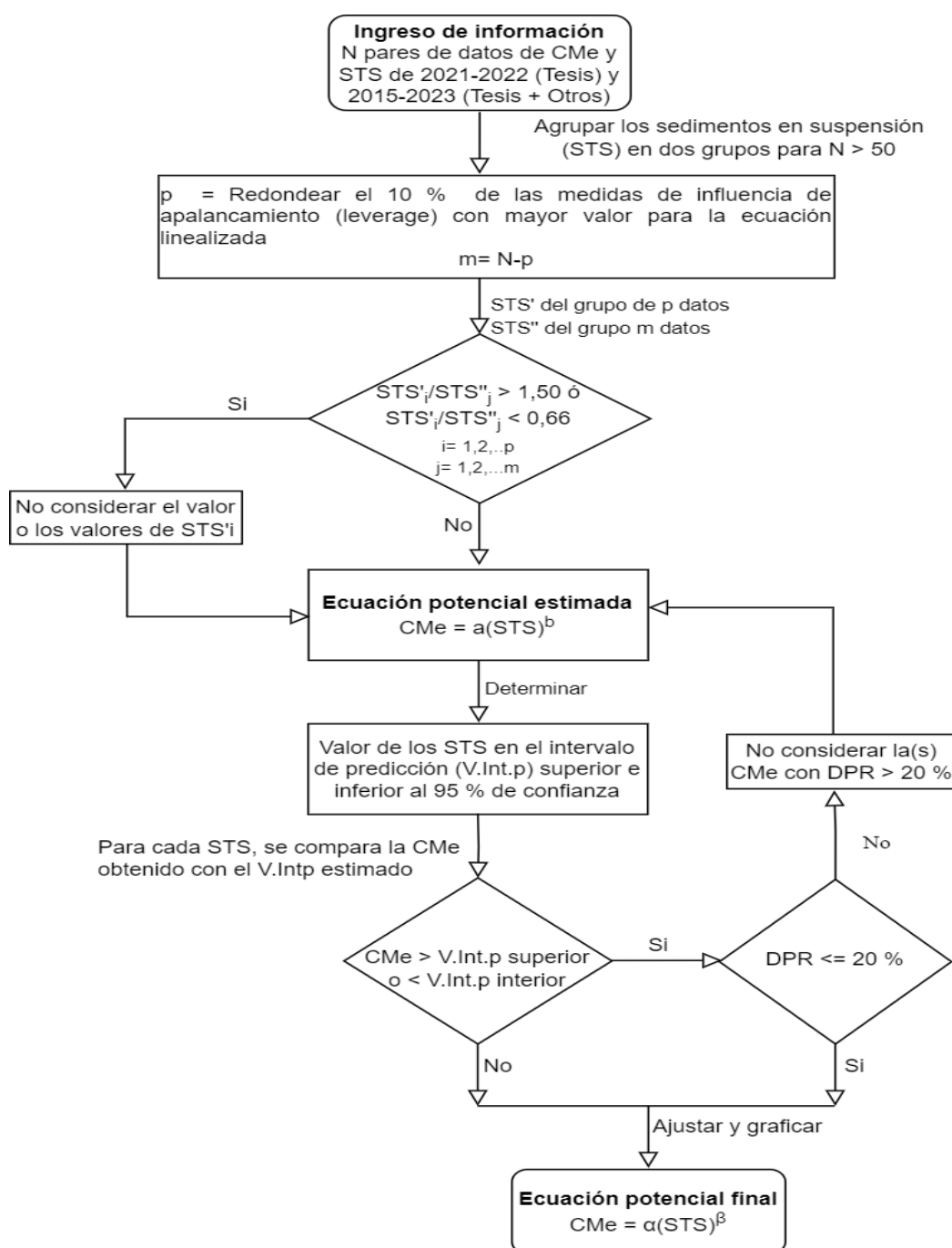


Figura 9. Proceso para analizar la relación entre la concentración de aluminio, hierro o manganeso y la concentración de los sedimentos en suspensión.

3.2.2.5. Criterios de investigación

3.2.2.5.1. Nivel de investigación

La presente investigación es de alcance o nivel relacional/correlacional, esto es porque medirá el nivel de relación entre las variables en estudio.

3.2.2.5.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, esto porque usa los métodos ya definidos de los parámetros de las variables en estudio.

3.2.2.5.3. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental de clasificación longitudinal o evolutiva, ya que se busca estudiar la relación entre la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión en diferentes épocas según el régimen hidrológico del río Monzón.

3.2.2.6. Variables en estudio

Según el diseño de investigación (no experimental) expuesto líneas arriba las variables en estudio tomaron el siguiente orden de acuerdo con:

3.2.2.6.1. Relación de la concentración de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos

- ❖ Variable independiente: Caudal líquido instantáneo (Q)
- ❖ Variable dependiente : Sedimentos en suspensión (STS)

3.2.2.6.2. Relación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión

- ❖ Variable independiente: Sedimentos en suspensión (STS)
- ❖ Variable dependiente : Aluminio, hierro y manganeso (CMe)

3.2.2.7. Flujoograma general del proceso

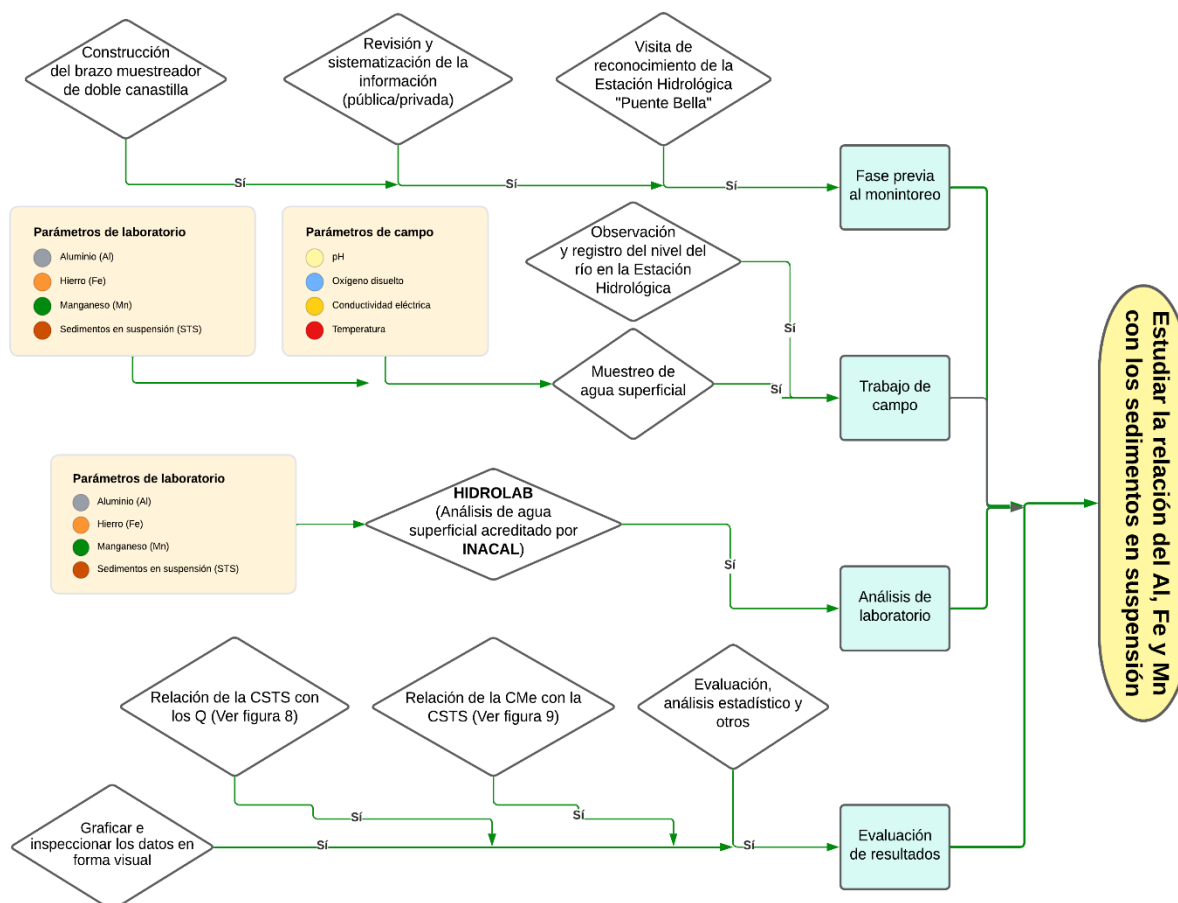


Figura 10. Proceso de elaboración y ejecución de investigación.

3.2.2.8. Revisión y sistematización de la información

Se realizó la revisión y sistematización de la información de la cuenca del río Monzón por empresas estatales, privadas (principalmente las del rubro hidro energético como la Compañía Energética del Centro) y otros estudios de intereses como tesis, diagnósticos, entre otros. Entre las empresas públicas, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) cuenta con datos públicos de niveles del río Monzón, quienes monitorean la estación hidrológica automática Puente Bella desde inicios del 2015.

Con respecto a los monitoreos realizados en la cuenca del río Monzón, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) cuenta con datos de concentraciones de metales totales y sedimentos en suspensión (sólidos totales suspendidos), entre otros parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial en el marco de los monitoreos ambientales participativos comprendidos en el periodo 2014 al 2021. Además, cuenta con el polígono e hidrografía de la cuenca en formato Shapefile.

En cuanto a investigaciones realizadas por parte de la academia local y nacional poco se ha avanzado con respecto a la temática en cuestión, a excepción de los monitoreos realizados por Espiritu (2024), en el periodo 2020-2023.

Para el contraste con nuestros resultados dichos monitoreos se detallan de la siguiente manera para un mejor entendimiento:

Tabla 9. Monitoreos realizados en el río Monzón en el periodo 2014-2023

Monitoreo	Autor	Año/periodo	Toma de muestra	Laboratorios utilizados
A	Espiritu	2020 - 2021	Brazo muestreador de una canastilla	SGS
B	Sumaran	2021 - 2022	Brazo muestreador de doble canastilla	Hidrolab
C	Espiritu	2022 – 2023	Brazo muestreador de doble canastilla	SGS
D	ANA	2014 - 2021	No especifica o evidencia	SAG; NFS Envirolab; ALS

3.2.2.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico en el presente estudio comprende los siguientes aspectos, el primero en comparar ecuaciones de regresiones diferentes, el segundo en evaluar la significancia del modelo de regresión (potencial) y el tercero en comparar las ecuaciones de regresión linealizadas, tal como se detalla a continuación:

3.2.2.9.1. Comparación de ecuaciones de regresión diferentes

Se examinaron tres modelos de regresión (lineal, potencial por mínimos cuadrados no lineales y potencial por linealización) con el objetivo de determinar cuál de ellos describe mejor la relación entre las variables. Esta evaluación se realizó utilizando el estadístico RSR, calculado mediante el paquete estadístico Minitab21. El RSR emplea un factor de escala/normalización y se basa en la relación entre el RMSE y la desviación estándar de los datos observados para comparar los diferentes modelos de regresión (Jung et al., 2020).

3.2.2.9.2. Análisis estadístico inferencial para las regresiones potenciales por linealización

Para determinar la relación o grado de asociación entre las variables en las ecuaciones potenciales linealizadas se realizó el análisis de varianza (ANOVA) mediante la comparación del valor p del modelo con el nivel de significancia (denotado como α o alfa) de 0,05. Por lo general, un nivel de significancia de 0,05 representa un riesgo de 5% de concluir que el modelo explica la variación en la respuesta cuando no es así.

- Pasos para realizar el contraste de hipótesis mediante la prueba Fisher en Minitab21

Paso 1. Planteamiento de hipótesis

a). Relación de la concentración de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos

H_0 : El modelo de regresión no explica la relación de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella.

H_a : El modelo de regresión explica la relación de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella.

b). Relación de la concentración de los metales totales con la concentración de los sedimentos en suspensión

H_0 : El modelo de regresión no explica la relación del aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella.

H_a : El modelo de regresión explica la relación del aluminio, hierro y manganeso con los sedimentos en suspensión en las épocas de vaciante, creciente y transición del río Monzón-tramo puente Bella.

Paso 2. Fijar nivel de confianza y significancia:

95% $\rightarrow \alpha=0,05$

Paso 3. Estadístico de prueba: Fisher

Paso 4. Decisión:

P-valor $\leq \alpha$, se acepta la hipótesis alterna (H_a)

P-valor $> \alpha$, se acepta la hipótesis nula (H_0)

a). Valor $p \leq 0,05$: El modelo explica la relación entre las variables

Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, se puede concluir que el modelo explica la relación entre las variables.

b). Valor $p > 0,05$: No hay suficiente evidencia para concluir que el modelo explica la relación entre las variables

Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, no se puede afirmar que el modelo explique la relación entre las variables. En este caso, sería recomendable ajustar un nuevo modelo.

Paso 5. Conclusión

3.2.2.9.3. Comparación de ecuaciones de regresión linealizadas

A través de la metodología de comparación de regresiones lineales (incorporado en el software Statgraphics Centurión 18, versión 18.1.16) se comprobó si las ecuaciones de regresión (potenciales linealizados) obtenidas en el presente estudio (2021-2022) y las ecuaciones de regresión (potenciales linealizados) producto de considerar toda la data existente (monitoreos A, B, C y D), son o no estadísticamente significativas en los términos del modelo (pendiente e intercepto). Posteriormente evaluamos el análisis de varianza (utilizando

la prueba F) para los términos del modelo de las 2 las ecuaciones de regresión en cuestión, tal como se ilustra en la figura 11:

Paso 1. Planteamiento de hipótesis:

H_0 : No existen diferencias estadísticamente significativas en los términos del modelo de las ecuaciones de regresión

H_a : Existe diferencias estadísticamente significativas en los términos del modelo de las ecuaciones de regresión

Paso 2. Fijar el nivel de confianza y significancia:

95% $\rightarrow \alpha=0,05$

Paso 3. Estadístico de prueba: Valores de Fisher

Paso 4. Decisión:

P- valor $\geq \alpha$, se acepta la hipótesis nula (H_0)

P- valor $< \alpha$, se acepta la hipótesis alterna (H_a)

a). Valor $p \geq 0,05$: No existen diferencias estadísticamente significativas en los términos del modelo

Dado que el valor p para las pendientes e interceptos es mayor o igual a 0,05, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los términos del modelo para los distintos valores de nivel en el nivel de confianza del 95% o superior.

b). Valor $p < 0,05$: Existen diferencias estadísticamente significativas en los términos del modelo

Si el valor p es menor que el nivel de significancia, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los términos del modelo para los distintos valores de nivel en el nivel de confianza del 95% o superior.

Paso 5. Conclusión

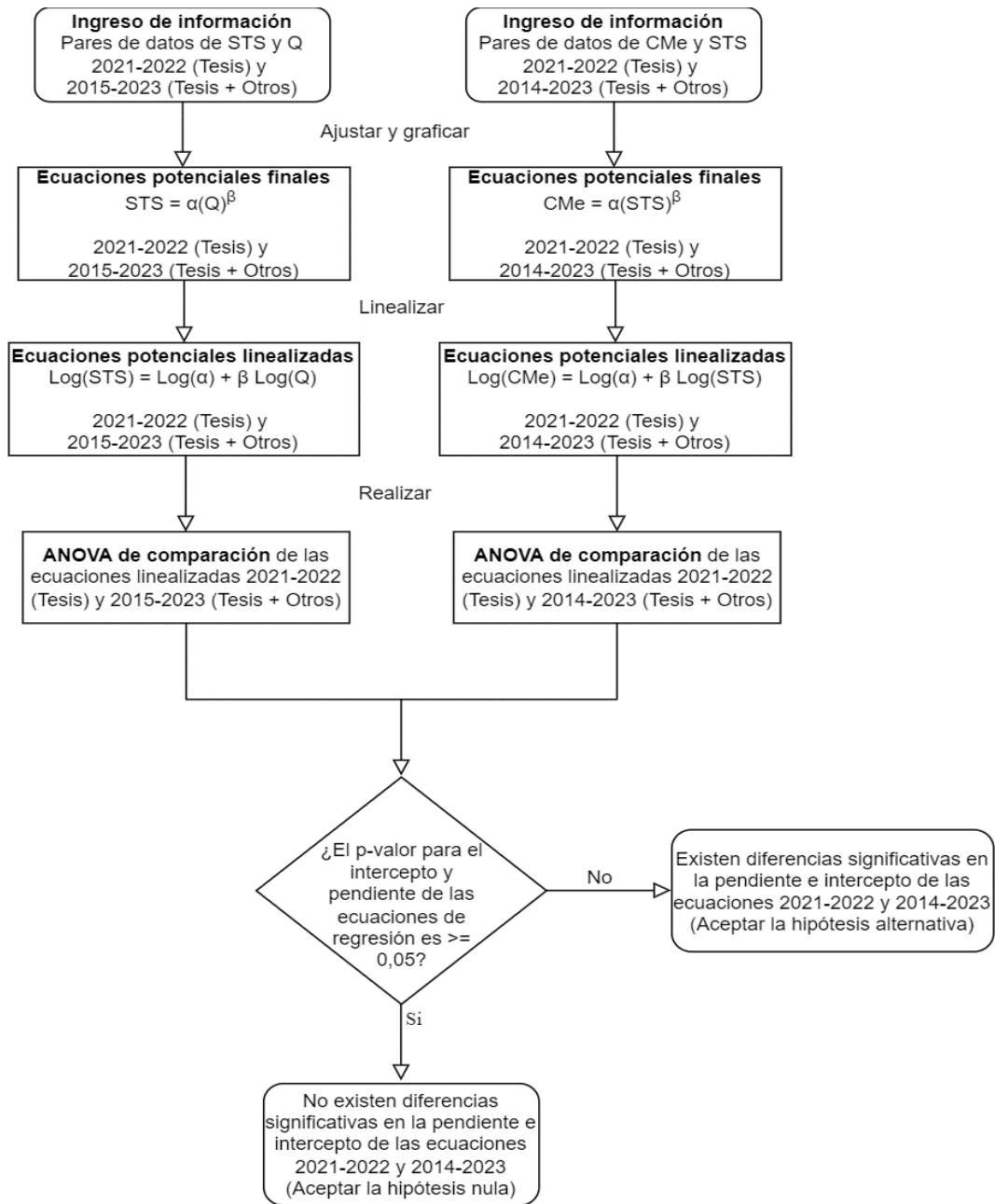


Figura 11. Proceso para comparar ecuaciones de regresión (potenciales linealizados)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la concentración de los sedimentos en suspensión en el río Monzón

Previo a detallar los resultados de los sedimentos suspensión, se presentan a continuación los resultados de los parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto).

Los parámetros de campo obtenidos fueron evaluados con los valores establecidos en los Estándares de calidad Ambiental para Agua de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales del 2017 (ECA-Cat.3), los cuales son pH (rango mínimo de 6,5 a 8,4), conductividad eléctrica (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y oxígeno disuelto (≥ 4 mg/L). Además, dichos resultados serán comparados con los registros de los monitoreos reportados por la Autoridad Nacional del Agua en el periodo 2014-2021 (ANA-AAA.H, 2014; 2016a; 2016b; 2017; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d y 2021e), como se muestran en la Tabla 15 del anexo 5.

El pH del agua del río Monzón, como una medida de acidez o alcalinidad, presentó valores que se encuentran dentro del rango de los ECA-Cat.3, reportando un valor promedio de 7,28 (Figura 12). Los reportes de monitoreo proporcionados por la ANA registraron un promedio de pH neutro de 7,07, el cual es análogo (DPR de 3 %) a los resultados del presente estudio. Bajo la misma línea, la CEC (2009a) reportó un valor de 7,30, a diferencia de Alejandro y Osorio (2010), que reportaron un valor de pH de 6,33. Según Fernández (2012), este parámetro desempeña un papel importante en el equilibrio de diversas sustancias químicas, como por ejemplo en la solubilidad de los metales, las cuales pueden existir en diferentes formas según su nivel de acidez. En las aguas naturales el intervalo idóneo de pH es de 6 a 9, siendo un rango crítico para la subsistencia de la vida.

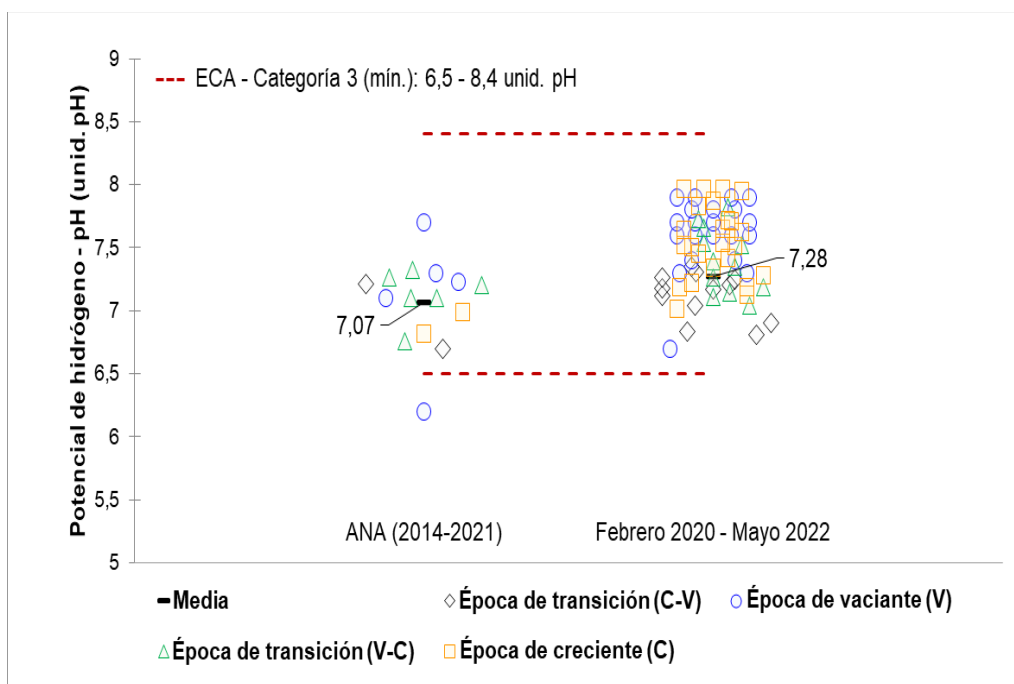


Figura 12. Potencial de hidrogeno (pH) del agua superficial del río Monzón.

La temperatura promedio del agua superficial del río Monzón fue de 21,71 °C (figura 13). Resultados similares (DPR de 10 %) fueron reportados por la ANA, indicando un valor promedio de 23,88 °C. Bajo la misma línea Alejandro y Osorio (2010), reportaron un valor de 21,2°C (DPR de 2 %). Las pequeñas diferencias entre los valores reportados se deben específicamente a la época en que se realizaron las mediciones, ya que según Fernández (2012), los cambios en la temperatura del agua son causados por las fluctuaciones de la temperatura ambiental, las cuales surgen como parte del ciclo natural de las estaciones.

En relación a la conductividad eléctrica, el agua superficial del río Monzón presentó valores que se encuentran dentro del rango de los ECA-Cat.3, reportando un valor promedio de 55,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figura 14). Los monitoreos de la ANA portaron resultados semejantes (DPR de 3%) al informar un valor promedio de 57,11 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con respecto a dicho parámetro. Análogamente, la CEC (2009a) reportó un valor de 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A diferencia de Alejandro y Osorio (2010), que reportaron valores más altos alcanzando los 1451,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, argumentando que dicho aumento es debido a las descargas de contaminantes propias de las actividades antropogénicas. No obstante, las pequeñas variaciones observadas en los valores de la conductividad eléctrica en nuestros resultados se deben en específico a los diferentes tipos de suelos por donde

el agua escurre después de los eventos de precipitación y durante el proceso de descarga a la red principal del río Monzón antes de unirse al río Huallaga, ya que según Fernández (2012), la conductividad no es un parámetro específico de una especie concreta, sino que engloba a un conjunto de iones; además que se ve afectada por el tipo de terreno que atraviesa el agua y por la presencia u ausencia de descargas de aguas residuales, debido a que los iones que contienen no son eliminados por los procesos de depuración.

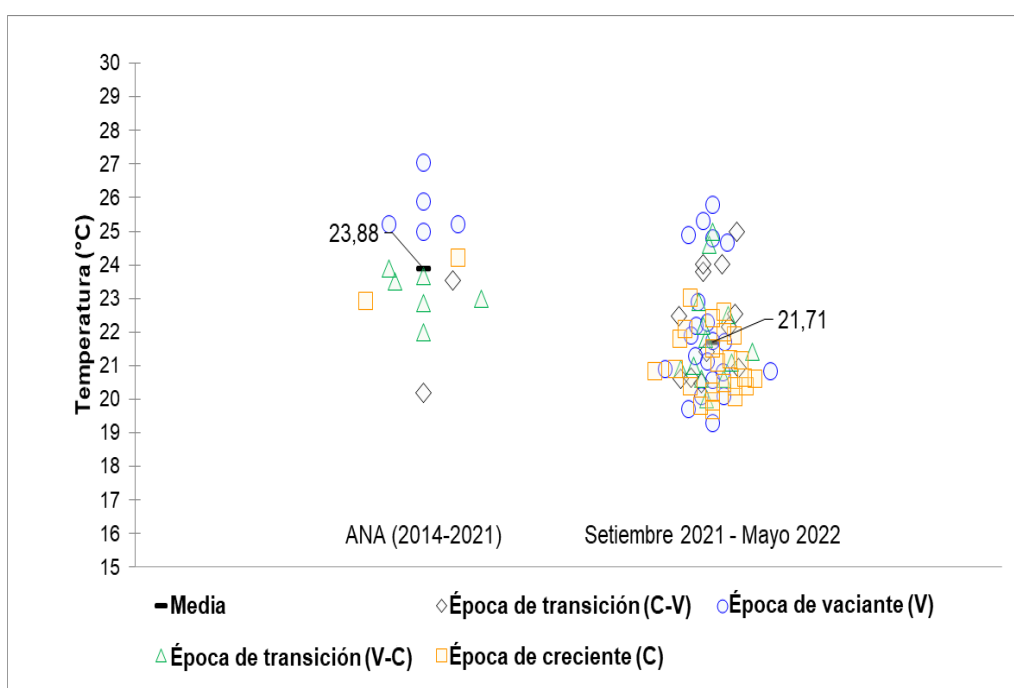


Figura 13. Temperatura (°C) del agua superficial del río Monzón.

Con respecto al oxígeno disuelto, el agua superficial del río Monzón presentó valores que se encuentran dentro del rango de los ECA – Cat.3, reportando un valor promedio de 6,55 mg/L (figura 15). Valores similares (DPR de 2%) fueron reportados por la ANA, al informar un valor promedio de 6,71 mg/L. Bajo la misma línea, la CEC (2009a) reportó un valor 7,8mg/L; y Alejandro y Osorio (2010) un valor de 5,25mg/L. De acuerdo con Fernández (2012), este parámetro se destaca como uno de los indicadores más frecuentemente empleados para evaluar el entorno de los ríos, dado que desempeña un papel crucial en numerosos procesos que ocurren en el medio acuático. Normalmente, una concentración más elevada de oxígeno disuelto indica una mayor calidad del agua; sin embargo, niveles excesivamente bajos pueden resultar en la incapacidad de supervivencia de algunos peces y otros organismos (PREQB, 2004). Según el rango de concentraciones propuestas por el Clean Water

Team (2004), todos los valores de oxígeno disuelto del río Monzón reportados en nuestros resultados se encuentran en la condición de aceptables, es decir adecuadas para la vida de la gran mayoría de peces u otros organismos.

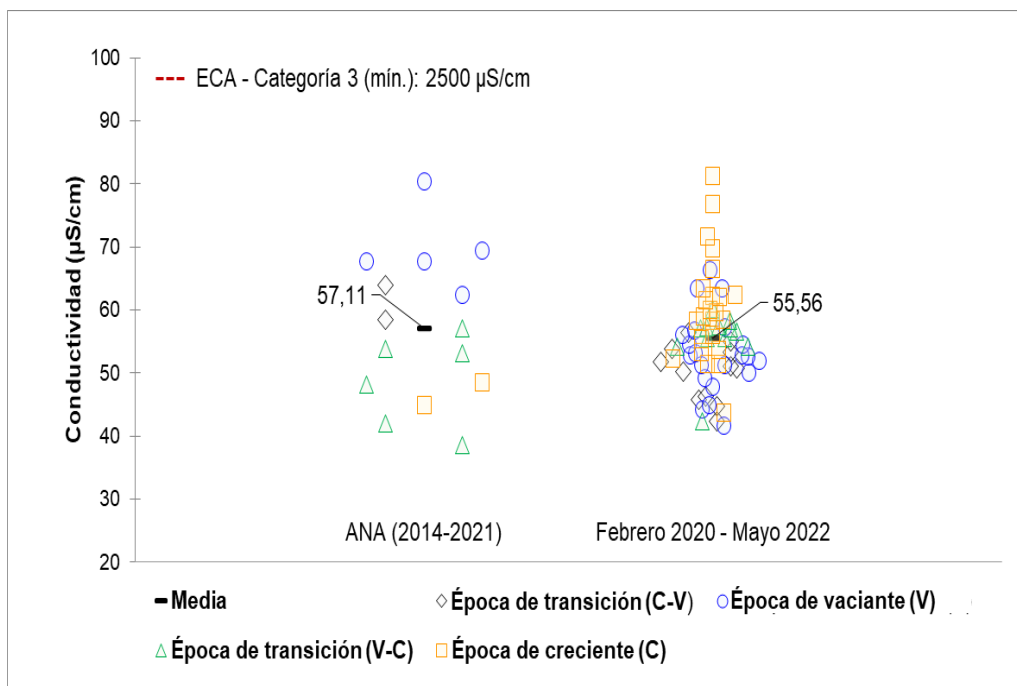


Figura 14. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) del agua superficial del río Monzón.

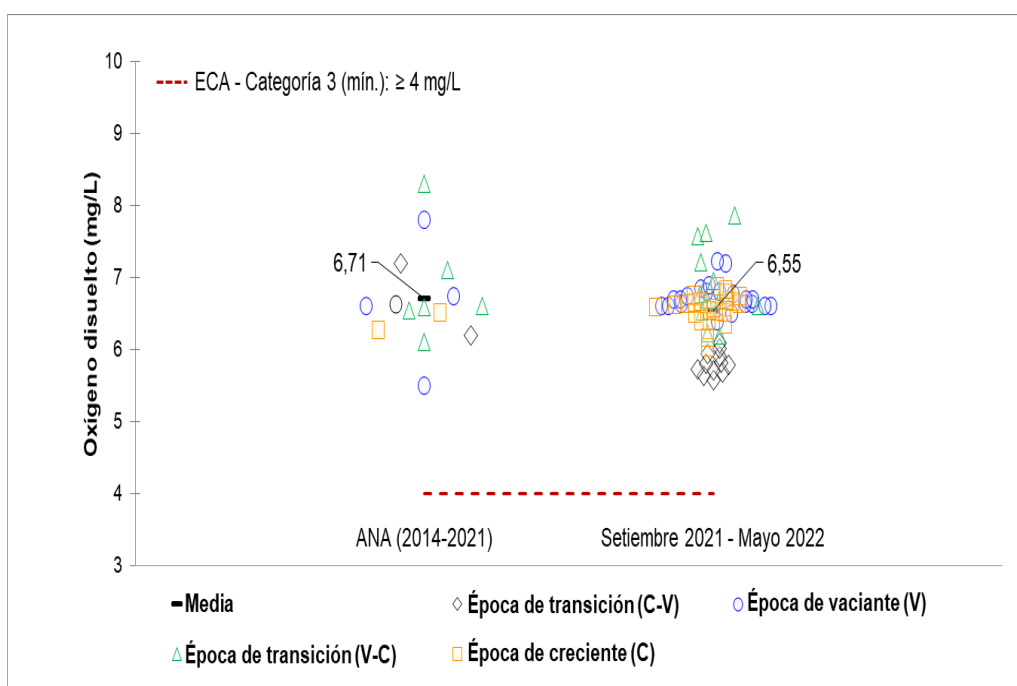


Figura 15. Oxígeno disuelto (mg/L) del agua superficial del río Monzón.

En relación a los sedimentos en suspensión (STS), nuestros resultados indican que su comportamiento en el agua superficial del río Monzón muestra una variabilidad que sigue el régimen hidrológico, es así como las concentraciones más altas se registraron en la época de creciente con un valor promedio de 1220 mg/L, mientras que las concentraciones más bajas corresponden a la época de vaciante con un valor promedio de 90 mg/L. En adición a lo anterior se observó también que en las épocas de transición se registraron concentraciones de valores intermedios (figura 16). Asimismo, los resultados de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR) entre la concentración de sedimentos en suspensión (STS) y sus muestras replicadas como control de la calidad del proceso de muestreo indican valores inferiores al 20% en las 4 épocas monitoreadas, es decir que no existe problema alguno de contaminación o falta de representatividad de la muestra (British Columbia, 2013), tal como se detalla en la Tabla 25 del anexo 7. Según Armijos (2010), dichas partículas finas ingresan a los cursos de agua a través de la erosión causada por la lluvia en una cuenca, lavado de material suelto de las márgenes o por el arrastre de la misma vertiente. Las concentraciones de dicho sedimento suelen incrementarse después de las tormentas, debido al arrastre laminar, razón por la que también se incrementa su cantidad con caudales altos, producto de las lluvias.

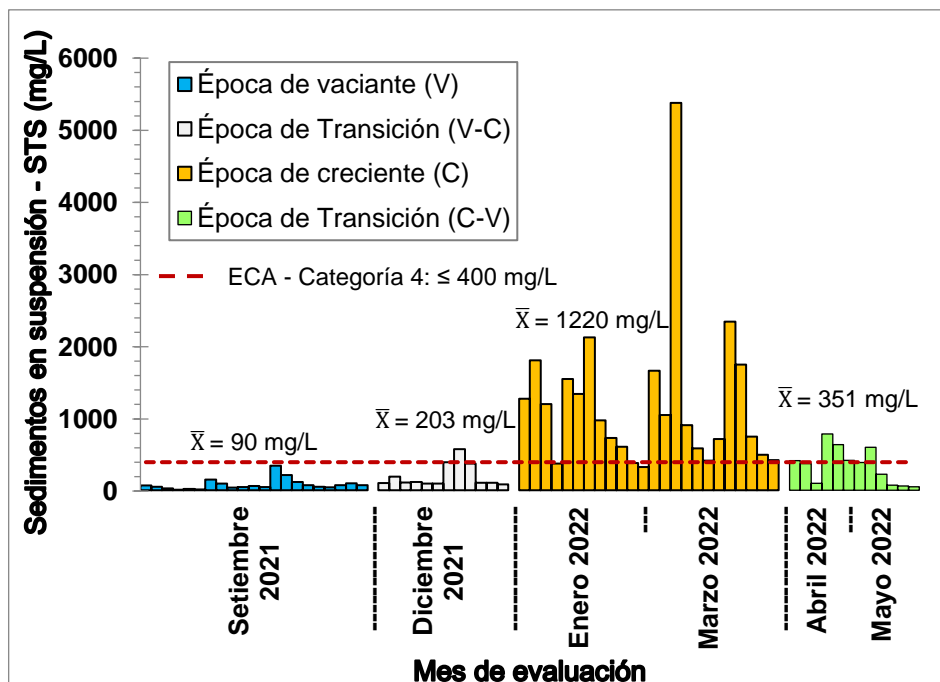


Figura 16. Sedimentos en suspensión (STS) en el río Monzón.

Nuestros hallazgos son similares a los reportados por la ANA-AAA.H (2014; 2016a; 2016b; 2017; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d y 2021e) en el punto de monitoreo RMonz2, quienes registraron aumentos en las concentraciones de sedimentos en suspensión durante las épocas de transición (vaciante a creciente) con un valor promedio de 377,07 mg/L, y durante la época de creciente con un valor promedio de 278,50 mg/L; argumentando que dicha variabilidad es más notorio en épocas donde las precipitaciones son continuas. No obstante, la época de vaciante fue la que registro los valores más bajos con una concentración promedio de 13,25 mg/L (figura 17). Según la CEC (2015), en la cuenca del río Monzón el periodo de máxima precipitación abarca los meses de noviembre a mayo, sin embargo, la mayor intensidad de las mismas comprende los meses de enero a marzo, alcanzando un pico máximo en el mes de marzo. A diferencia del periodo de mínima precipitación que se encuentran entre los meses de junio a octubre. En ese sentido, según Gómez y Gallo (2022), una parte de la precipitación produce la escorrentía superficial y que identificamos mediante un caudal registrado a la salida de la cuenca, es decir en la estación hidrológica Puente Bella (cercano a nuestro punto monitoreo RMonz1), razón por la cual las máximas concentraciones de sedimentos en suspensión fueron registradas en los meses de enero a marzo correspondientes a la época de creciente, a diferencia de la época de vaciante donde disminuyen las precipitaciones y la descarga de agua como fuerzas impulsoras básicas para la generación y el desarrollo de la erosión del suelo, y por tanto la capacidad para transportar sedimentos erosionados (Pan et al., 2024).

Asimismo, nuestros resultados coinciden con los de Espiritu (2024), en el punto de monitoreo RMonz1, quién registró que las concentraciones promedio de sedimentos en suspensión aumentaron durante la temporada de creciente, alcanzando 802,76 mg/L en 2021 y 349,07 mg/L en 2023; análogamente dicho aumento también se registró en la época de transición (vaciante a creciente) alcanzando un nivel promedio de 326,17 mg/L en 2022; tal como se muestran en la figura 17. Además, Armijos (2010) encontró que el río Huallaga (estación Chazuta) muestra una variabilidad en las concentraciones de sedimentos en suspensión que siguen el régimen hidrológico, registrando la mayor concentración, junto con el pico máximo de caudal líquido. De la misma manera, en la estación de Atalaya sobre el río

Ucayali se observó que las concentraciones de dicho parámetro también persiguen el régimen hidrológico.

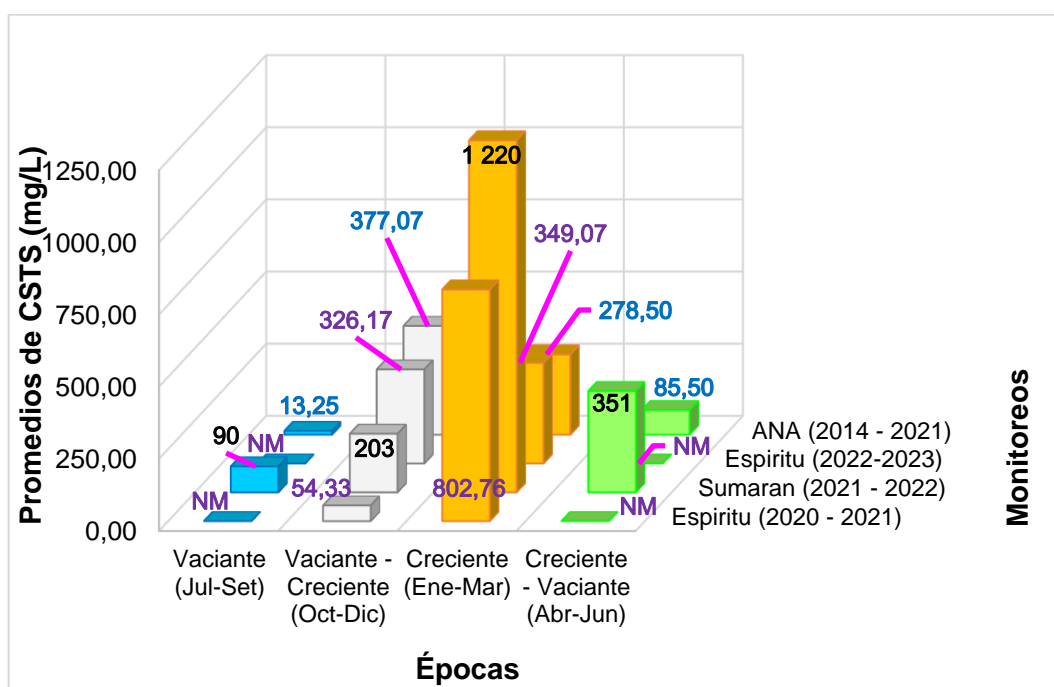


Figura 17. Promedio de concentraciones de sedimentos en suspensión (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.

* NM: No se realizó monitoreos en la respectiva época

En cuanto a este parámetro, no existe un valor límite establecido en los ECA-Cat.3, por lo que referencialmente se compararon con la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (E2: ríos selva). Nuestros resultados señalan que ninguna de las muestras recolectadas durante la época de vaciante excedió dicha norma. Sin embargo, el 8,3% de las muestras recolectadas durante la época de transición (vaciante a creciente), el 87,50% durante la época de creciente y el 41,67% durante la época de transición (creciente a vaciante) sí lo hicieron. En este contexto, a excepción de la época de vaciante, en las demás épocas las concentraciones máximas registradas aumentaron en un 45%, 1245% y 97,50%, respectivamente, en relación con el límite establecido por la normativa referencial. Estos incrementos se deben a la influencia de la variabilidad hidrológica y pluvial en los flujos sedimentarios, ya que según Pan et al. (2024), generalmente existe una amplia variabilidad temporal en la descarga de sedimentos, e incluso la descarga anual de sedimentos suele estar gobernada por solo varios eventos de lluvia erosiva durante unos pocos días.

Adicionalmente, cabe señalar que nuestros hallazgos muestran que, de las 4 épocas estudiadas, las concentraciones de los sedimentos en suspensión exhibieron rangos de sus valores máximos (entre 350 mg/L a 5380 mg/L) y valores mínimos (entre 19 mg/L a 333 mg/L); estos hallazgos concuerdan con los obtenidos en cuencas de mayor tamaño, como la Intercuenca Alto Huallaga, que abarca una superficie de 30,276 km² y se encuentra en proximidad con la cuenca del río Monzón. Donde la ANA-AAA.H (2019a; 2019b; 2021a; 2021b y 2021d), reportó concentraciones de dicho parámetro en 12 puntos de monitoreo sobre la red principal del río Huallaga; durante las épocas de transición (vaciante a creciente) y épocas de creciente en los años 2018, 2019 y 2020 con valores máximos de 895 mg/L, 2149 mg/L y 692 mg/L; y valores mínimos de 261 mg/L, 52 mg/L y 475 mg/L para los 3 años respectivamente. De manera similar en el año 2021, durante la época de transición (creciente a vaciante), un punto de monitoreo registró un valor de 268 mg/L; tal como se detalla en el anexo 6.

En general el comportamiento de los sedimentos en suspensión en el río Monzón esta influenciada por la estacionalidad del régimen hidrológico. Hallazgos similares fueron encontrados en la subcuenca del río Pichis (U.H. 49924) – microcuenca de la quebrada Lorenzo (U.H. 4992432), donde el OEFA (2019), reporto comportamientos análogos, donde los sólidos suspendidos en la mayoría de los puntos monitoreados reportaron mayores concentraciones en la época húmeda (abril 2019) que en la época seca (agosto 2019). Bajo la misma línea Moussa et al, (2022), en la cuenca media del río Níger (MNRB) - África occidental, reportó aumentos en la concentración de sedimentos en suspensión al comienzo de la temporada de lluvias, alcanzando un pico de 500mg/L a 2000mg/L, aproximadamente un mes antes de la inundación roja, posteriormente disminuyeron hasta los 100mg/L.

4.2. Determinación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso en el río Monzón

En relación a los metales totales, nuestros resultados indican que su comportamiento en el río Monzón presenta una variabilidad de acuerdo con el régimen hidrológico, es así como las concentraciones más altas se registraron en las épocas de creciente con valores promedios de 25,8 mg/L para el aluminio (figura 18), 38,0 mg/L para el hierro (figura 19) y 1,3 mg/L para el manganeso (figura 20); mientras que

las concentraciones más bajas corresponden a la época de vaciante con valores promedios de 3,6 mg/L, 3,9 mg/L y 0,2mg/L para aluminio, hierro y manganeso respectivamente. En adición a lo anterior se observó también que en las épocas de transición se registraron concentraciones con valores intermedios para los 3 metales. Asimismo, los resultados de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR) entre la concentración de los metales (CMe) y sus muestras replicadas como control de la calidad del proceso de muestreo indican valores inferiores al 20% en las 4 épocas monitoreadas, es decir que no existe problema alguno de contaminación o falta de representatividad de la muestra (British Columbia, 2013); tal como se detalla en la Tabla 25 del anexo 7. Si embargo, tanto las concentraciones originales como las replicadas superaron sus respectivos ECA – Categoría 3, tanto para aluminio, hierro y manganeso en las todas las épocas de monitoreo a excepción de la época de vaciante. Según Looi et al. (2019), los metales pesados pueden llegar a los ríos a través de escorrentías o efluentes. Asimismo, pueden ingresar a los ecosistemas acuáticos a través de procesos naturales, incluidos procesos geológicos como la erosión de rocas y procesos meteorológicos.

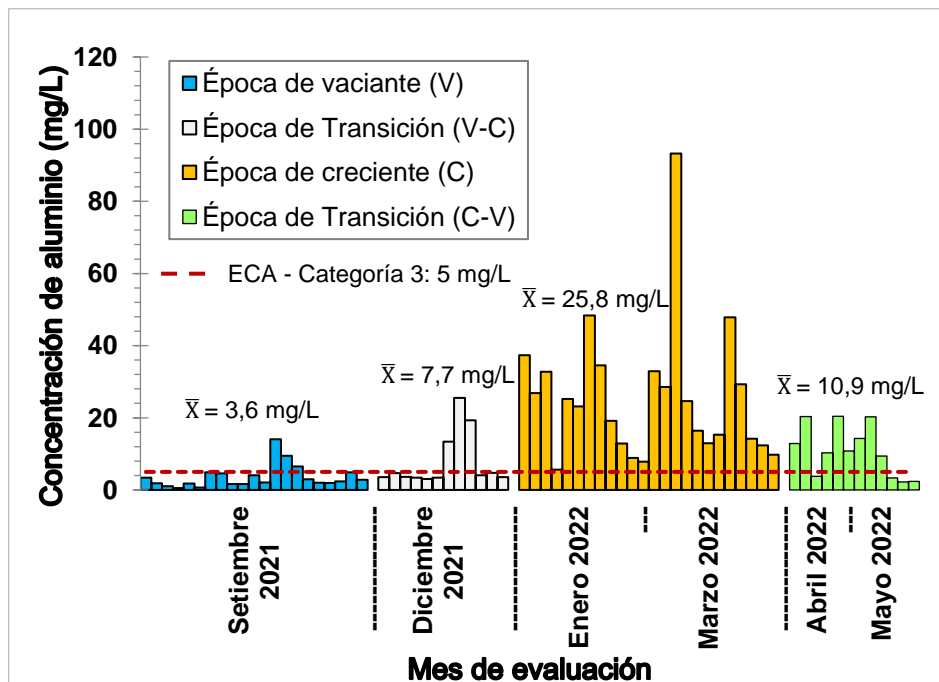


Figura 18. Concentración de aluminio (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.

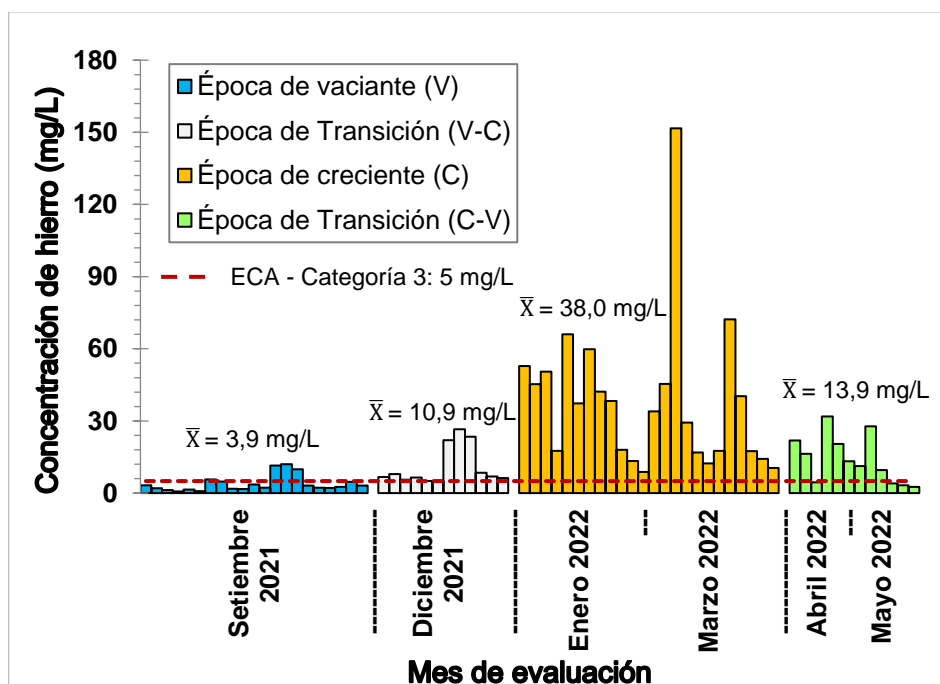


Figura 19. Concentración de hierro (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.

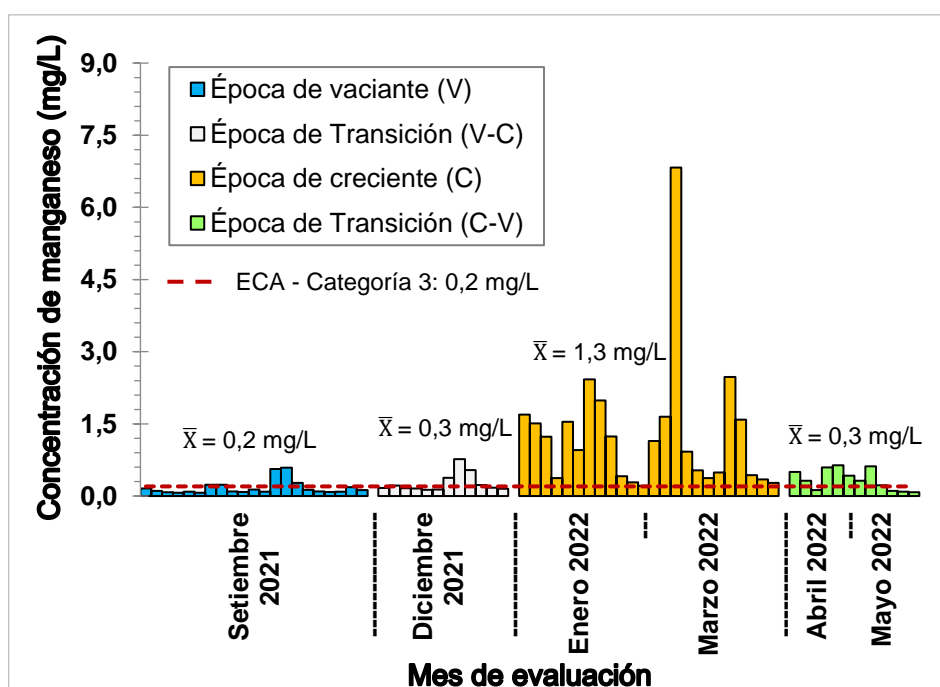


Figura 20. Concentración de manganeso (mg/L) en el agua superficial del río Monzón.

Nuestros hallazgos son comparables con lo reportado en los informes de monitoreos de la ANA-AAA.H (2014; 2016a; 2016b; 2017; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d y 2021e), en el punto de monitoreo RMonz2, donde se registraron valores promedios con un aumento en las

concentraciones de aluminio, hierro y manganeso, en las épocas de transición (vaciante a creciente) (7,11mg/L, 12,40 mg/L y 0,38 mg/L); análogamente también en la época de creciente (5,24mg/L, 8,67mg/L y 0,22mg/L); a diferencia de la época de vaciante que registró los valores más bajos (0,31mg/L, 0,67 mg/L y 0,05 mg/L) para los 3 metales respectivamente, tal como se indica en las figuras 21, 22 y 23.

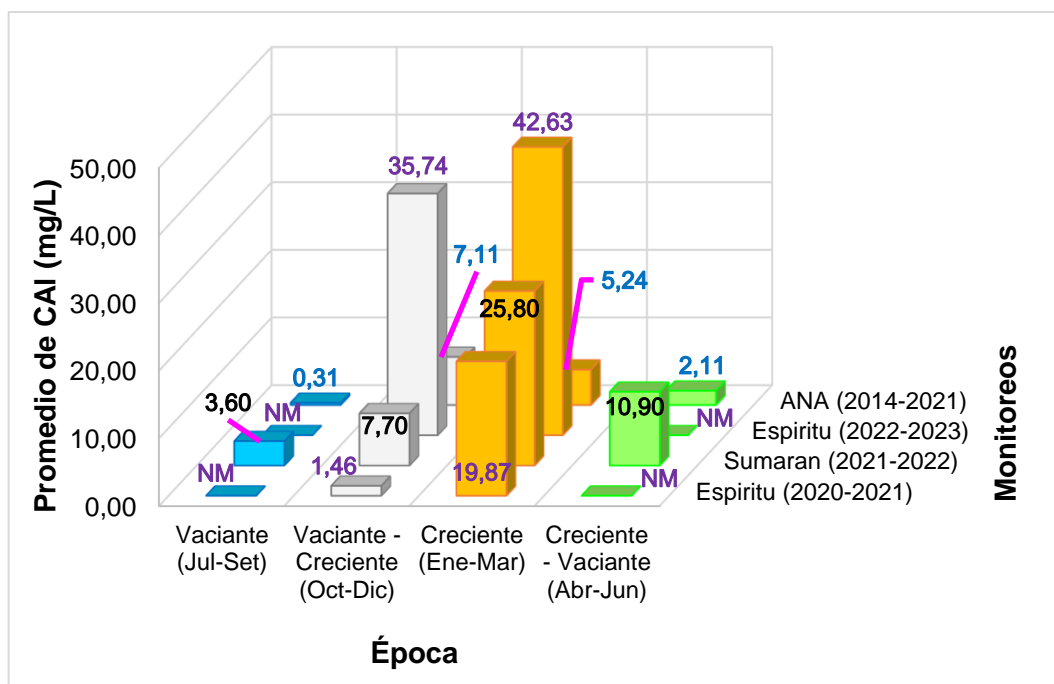


Figura 21. Promedio de concentraciones de aluminio (mg/L) en monitoreos por diferentes autores.

* NM: No se realizó monitoreos en la respectiva época

Bajo la misma línea, nuestros resultados concuerdan con los registros obtenidos por Espiritu (2024), en el punto de monitoreo RMonz1, quién encontró valores promedios con un aumento en las concentraciones de aluminio, hierro y manganeso durante la temporada de creciente en el año 2021 (19,87 mg/L, 29,35 mg/L y 0,76 mg/L) y 2023 (42,63 mg/L, 73,69 mg/L y 1,58 mg/L); además, este incremento también fue registrado durante la época de transición (vaciante a creciente) en el año 2022, alcanzando niveles promedios de 35,74 mg/L, 59,76 mg/L y 1,32 mg/L para los 3 metales respectivamente; tal como se ilustran en las figuras 21, 22 y 23. Dichas concentraciones de metales totales registradas en el agua superficial del río Monzón se le atribuye a la presencia de los sedimentos en suspensión que generalmente varían con la estacionalidad del régimen hidrológico, ya que de acuerdo con Farkas et al. (2007), los metales pesados que ingresan al medio acuático se asocian en parte con partículas de grano fino, es decir con los sedimentos suspendidos; en contraste Lau (2000) informó que las concentraciones totales y

solubles de metales traza y nutrientes variaban considerablemente según las estaciones.

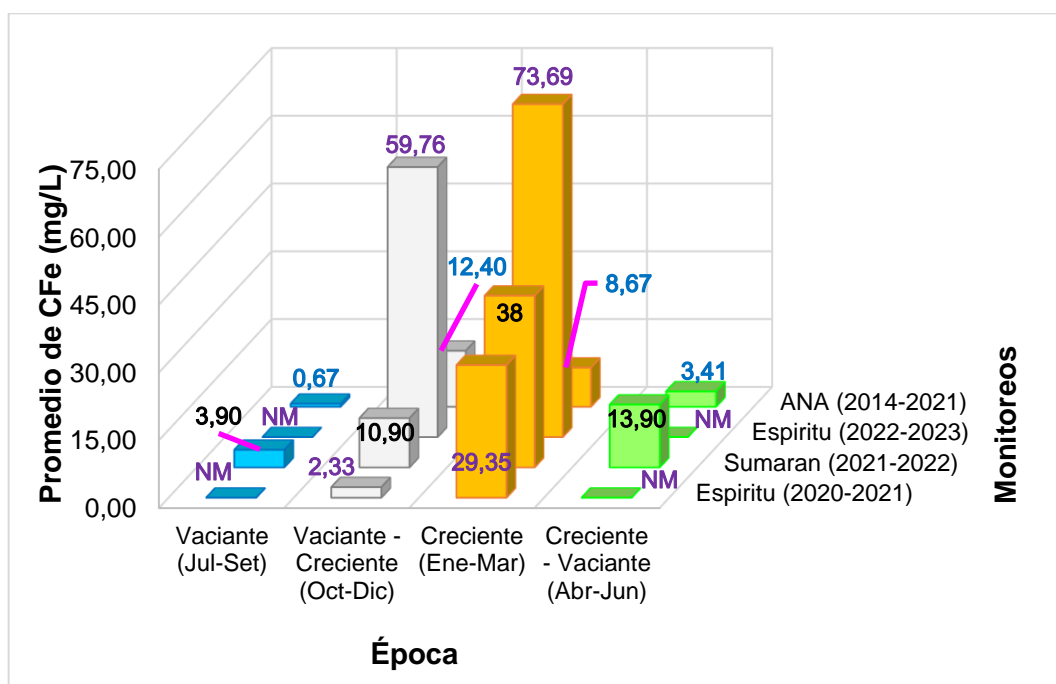


Figura 22. Promedio de concentraciones de hierro (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.

* NM: No se realizó monitoreos en la respectiva época

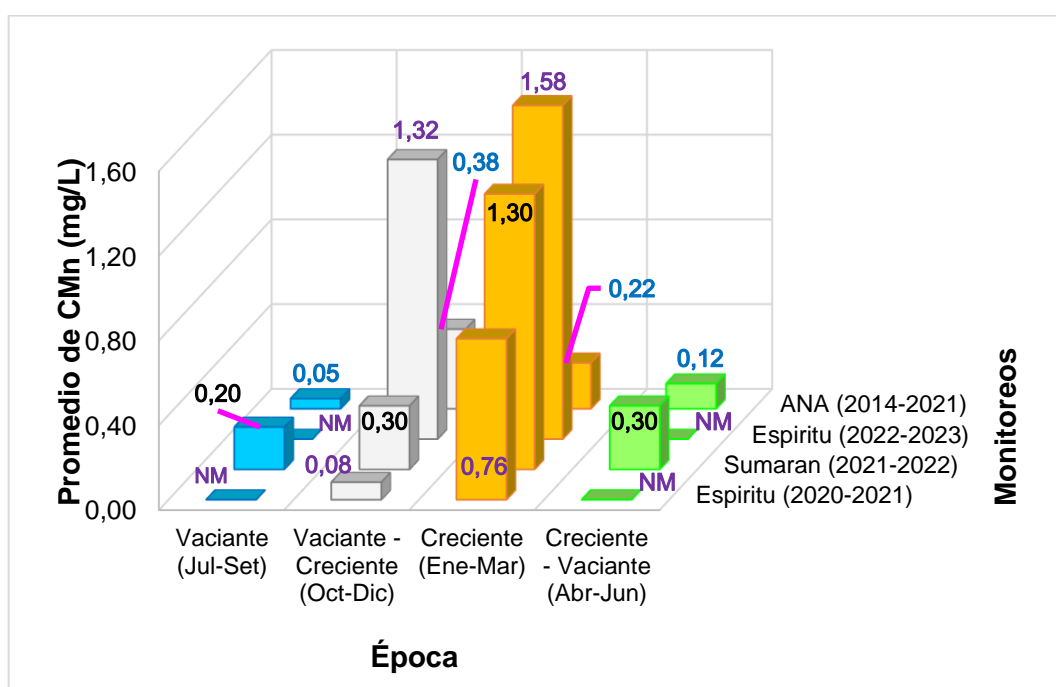


Figura 23. Promedio de concentraciones de manganeso (mg/L) en monitoreos de diferentes autores.

* NM: No se realizó monitoreos en la respectiva época

Con respecto al aluminio (figura 18), nuestros datos indican que el 14,29% de las muestras recolectadas durante la época de vaciante, el 25% durante la época de transición (vaciante a creciente), el 100% durante la época de creciente y el 66,67% durante la época de transición (creciente a vaciante) excedieron los valores establecidos en los ECA-Cat.3, destinada al "Riego de vegetales y bebida de animales". En este contexto, las concentraciones máximas registradas en las respectivas épocas aumentaron en un 180,60%, 409,80%, 1765,60% y 308,20% en comparación con el límite establecido por la normativa nacional vigente. Hallazgos similares fueron reportados por Sánchez (2019), en la cuenca Moquegua-Ilo-Osmore (tributario del océano pacífico) durante la época de avenida, donde el nivel de aluminio excedió los ECA para agua Cat3 (2017), con una concentración de 28,2 mg/L, que representa un aumento aproximado del 600% con respecto al estándar nacional.

En relación con el hierro (figura 19), nuestros resultados indican que el 19,05% de las muestras recolectadas durante la época de vaciante, el 100% durante la época de transición (vaciante a creciente), el 100% durante la época de creciente y el 66,67% durante la época de transición (creciente a vaciante) excedieron los niveles de los ECA-Cat.3. En este contexto, las concentraciones máximas registradas en las respectivas épocas aumentaron en un 140,80%, 430%, 2933% y 537% en comparación con el límite establecido por la normativa nacional vigente. En cuanto al manganeso (figura 20), nuestros hallazgos indican que el 23,81% de las muestras recolectadas durante la época de vaciante, el 41,67% durante la época de transición (vaciante a creciente), el 100% durante la época de creciente y el 66,67% durante la época de transición (creciente a vaciante) excedieron los niveles de los ECA-Cat.3. En este sentido, las concentraciones máximas registradas en las respectivas épocas aumentaron en un 195%, 283,50%, 3315% y 219% en comparación con el límite establecido por la normativa nacional vigente. Según la CEC (2009a), la presencia elevada de estos metales en los sitios de muestreo a lo largo de los ríos Monzón y Huallaga se origina principalmente por la erosión del suelo causada por las fuertes lluvias que transportan materiales arcillosos hacia los ríos, especialmente en áreas carentes de vegetación.

Adicionalmente, nuestros hallazgos muestran que, de las 4 épocas estudiadas, las concentraciones de los metales que excedieron los ECA-Cat.3 exhibieron rangos de sus valores máximos (entre 14,03mg/L a 93,98mg/L) y valores

mínimos (entre 5,65mg/L a 13,40mg/L) para el aluminio. Análogamente, se observaron valores máximos (entre 12,04mg/L a 151,65mg/L) y valores mínimos (entre 5,01mg/L a 9,57mg/L) para el hierro. Asimismo, valores máximos (entre 0,590mg/L a 6,830mg/L) y valores mínimos (entre 0,210mg/L a 0,232mg/l) para el manganeso. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos en cuencas de mayor tamaño, como la Intercuenca Alto Huallaga (30,276 km²) que se encuentra en proximidad con la cuenca del río Monzón. Donde la ANA-AAA.H (2019a; 2019b; 2021a; 2021b y 2021d), reportó concentraciones de metales totales en 12 puntos de monitoreo sobre la red principal del río Huallaga; durante las épocas de transición (vaciente a creciente) y épocas de creciente en los años 2018, 2019 y 2020, donde se registraron concentraciones de aluminio con valores máximos de 13,75 mg/L, 38,54 mg/L y 9,873 mg/L; y valores mínimos de 5,939 mg/L, 6,956 mg/L y 9,218 mg/L para los 3 años respectivamente. Bajo la misma línea concentraciones de hierro con valores máximos de 13,490 mg/L, 73,61 mg/L y 17,44 mg/L; y valores mínimos de 7,644 mg/L, 10,17 mg/L y 12,41 mg/L. Análogamente, concentraciones de manganeso con valores máximos de 0,5965 mg/L, 2,071 mg/L y 0,4624 mg/L; y valores mínimos de 0,2110 mg/L, 0,2961 mg/L y 0,3575 mg/L respectivamente. De manera similar en el año 2021, durante la época de transición (creciente a vaciante), solo uno de los puntos de monitoreos mencionados anteriormente presentó concentraciones de aluminio (6,676 mg/L), hierro (9,922 mg/L) y manganeso (0,2675 mg/L) que superaron los valores establecidos en dicha normativa; tal como se detalla en el anexo 6. Concluyendo que los altos valores de las concentraciones de los metales están asociada a la presencia de los sólidos suspendidos totales (sedimentos en suspensión).

Asimismo, el comportamiento de las concentraciones de los metales totales (Al, Fe y Mn) en la cuenca del río Monzón concuerdan con lo encontrado en la subcuenca del río Pichis (U.H. 49924) – microcuenca de la quebrada Lorenzo (U.H. 4992432), en donde el OEFA (2019), reportó la presencia predominante de metales como el aluminio en todos los puntos de muestreo durante la época húmeda. No obstante, en la época seca registró la predominancia de aluminio y manganeso; a diferencia del hierro que se observó en ambas épocas. Sin embargo, a pesar de la predominancia de dichos metales, sus concentraciones no excedieron los niveles establecidos en los ECA para Agua Cat4E2 (2017). Asimismo, Constantino et al., (2019), reportó hallazgos análogos en la región central (Itacoatiara) de la cuenca del

Amazonas (Brasil) durante los períodos de inundaciones, donde registró un aumento en las concentraciones de Al y Fe en casi todos los puntos de muestreo. Esto debido a influencia de la estacionalidad y a consecuencia del escurrimiento en el período lluvioso. Además, Fadlillah et al. (2023), reportaron concentraciones promedio de Al (1,208 mg/L) y Fe (0,857 mg/L) en muestras de agua que excedieron los umbrales (superiores a los valores guía), sugiriendo que la fuente de contaminación por dichos metales se origina del impacto litológico en el río Winongo (Indonesia), es decir que se encuentran típicamente en el lecho de roca.

Complementariamente cabe señalar, que los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua como la temperatura, el pH, la concentración de sedimentos en suspensión, etc. afectan en gran medida a los procesos de migración y transformación de los metales pesados en el ambiente acuático (Zou et al., 2024). En relación con nuestros hallazgos, los valores promedio de los parámetros de campo en el río Monzón fueron de 7,28 para el pH, 21, 71 °C para la temperatura, 55,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la conductividad eléctrica y 6,55 mg/L para el oxígeno disuelto, que cumplen con los valores establecidos en las normas de regulación vigentes; esto debido a que en el tramo observado de los 100 metros entre la Estación Hidrológica Puente Bella y el Puente Monzón, tanto para la margen izquierda como la margen derecha no se resaltan actividades antropogénicas que causen modificaciones a la calidad del agua; no obstante, es necesario la continuidad de la vigilancia de dichos parámetros, así como también a las presiones antrópicas futuras que puedan suscitarse en el ámbito de la cuenca, ya que se demostró la relación entre las concentraciones de metales pesados y los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, donde se ha descubierto que el proceso de liberación de metales pesados de los sedimentos al agua aumenta con un $\text{pH} < 7$, mientras que la adsorción y precipitación de metales pesados por los sedimentos mejora con un $\text{pH} > 7$ (Kang et al., 2019), y el oxígeno disuelto en agua permite unir más metales pesados (Atkinson et al., 2007).

4.3. Relación de la concentración de los sedimentos en suspensión con los caudales líquidos instantáneos

La figura 24 ilustra el régimen hidrológico del río Monzón a través de las variaciones estacionales y cíclicas del caudal medio mensual, en la que se observa tres épocas bien diferenciadas que son: la época de vaciante (julio a setiembre),

creciente (enero a marzo) y transición (octubre a diciembre y abril a junio); que de acuerdo con la CITA-UTEC (2021a), dichas fluctuaciones cambian las condiciones del río, y crean áreas inundadas y expuestas durante diferentes periodos de tiempo. Nuestros resultados indicaron que los caudales medios mensuales más bajos se registraron en la época de vaciante con valores que oscilaron entre 91 m³/s a 122 m³/s y los valores más altos en la época de creciente con rangos de entre 340 m³/s a 393 m³/s. Sin embargo, en las épocas de transición se registraron valores intermedios con rangos de 182 m³/s a 306 m³/s (en octubre – diciembre) y de 314 m³/s a 140 m³/s (en abril – junio). Según la CEC (2015), la precipitación en la cuenca del río Monzón muestra un comportamiento estacional con dos periodos claramente diferenciados: el de máxima precipitación, que ocurre de noviembre a mayo, y el de mínima precipitación, que se extiende de junio a octubre. A pesar de este gran desfase del inicio de las lluvias, la mayor intensidad de las precipitaciones se concentra entre enero y marzo, alcanzando su máximo en marzo. Este comportamiento se evidencia en el hidrograma obtenido, donde nuestros hallazgos señalan que las dos quintas partes de los caudales son evacuados solo durante tres meses (enero, febrero y marzo) en la cuenca del río Monzón.

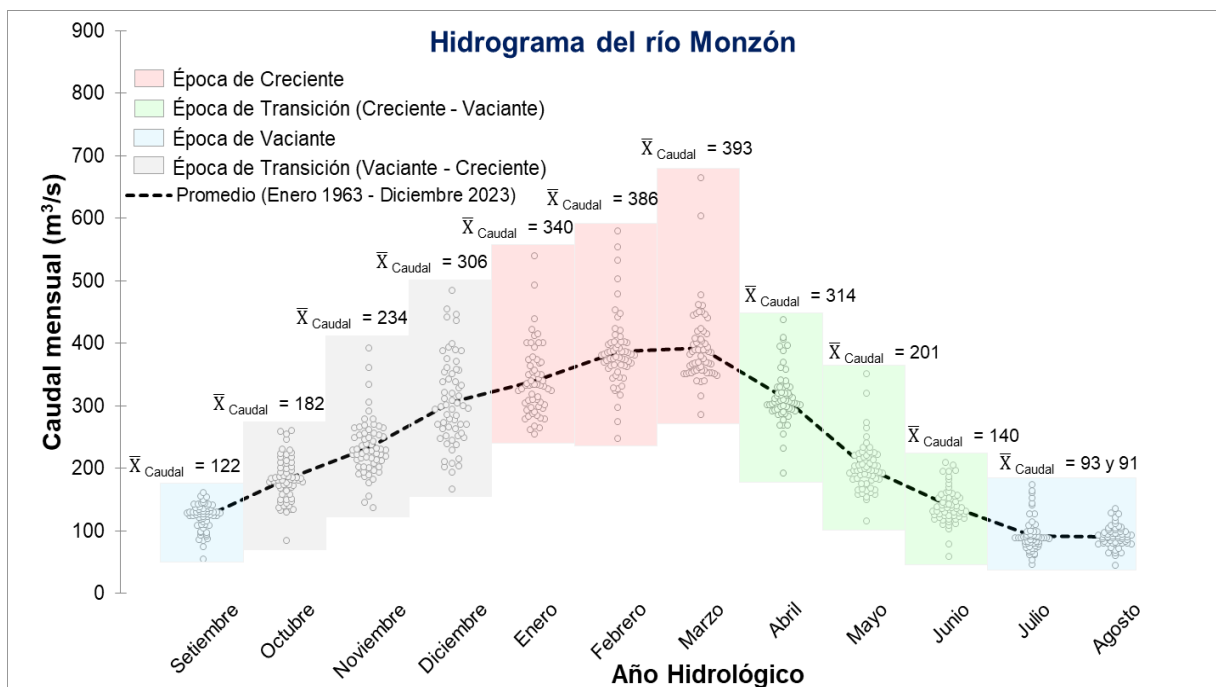


Figura 24. Hidrograma del caudal medio mensual (m³/s) del río Monzón.

En los caudales promedios diarios fue más evidente la variabilidad estacionaria, tal como se muestra en la figura 25, donde se presentan los resultados de 9 años hidrológicos (setiembre-agosto) en el periodo 2015-2023. Además, se contrastan los datos de caudales promedios diarios que abarcaron nuestros monitoreos que van desde 87,88 m³/s registrados en la época de vaciante (setiembre) a 614,79 m³/s registrados en el la época de creciente (enero). Cabe señalar que los promedios particulares de cada época registraron valores de 145,21 m³/s (en vaciante), 326,20 m³/s (en transición de vaciante a creciente), 469,97 m³/s (en creciente) y 241,90 m³/s (en transición de creciente a vaciante).

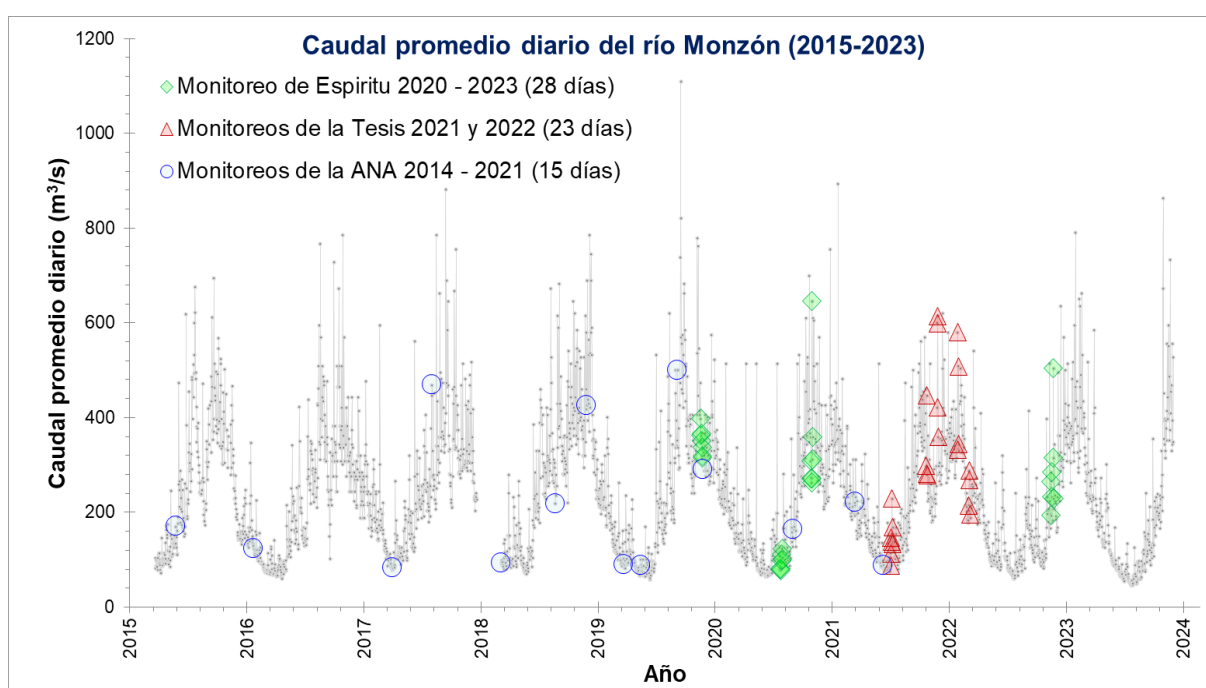


Figura 25. Monitoreos realizados en el río Monzón y la relación con el caudal promedio diario (m³/s) desde setiembre 2015 hasta agosto 2023.

En este contexto, y siguiendo el enfoque de vigilancia de la calidad del agua estipulado en el Artículo 76 de la Ley N.º 29338 (Ley de recursos hídricos), se utilizó el conjunto de datos de los caudales instantáneos para analizar las relaciones con los sedimentos en suspensión, ya que ofrecen una representación más precisa de la variabilidad a lo largo del día (subdiaria). Nuestros monitoreos abarcaron caudales que van desde los 84,55 m³/s registrados en la época de vaciante (setiembre) a 738,46 m³/s registrados en el la época de creciente (marzo); con promedios particulares de cada época que registraron valores de 143,61 m³/s (en

vaciante), 322,10 m³/s (en transición de vaciante a creciente), 480,18 m³/s (en creciente) y 238,85 m³/s (en transición de creciente a vaciante).

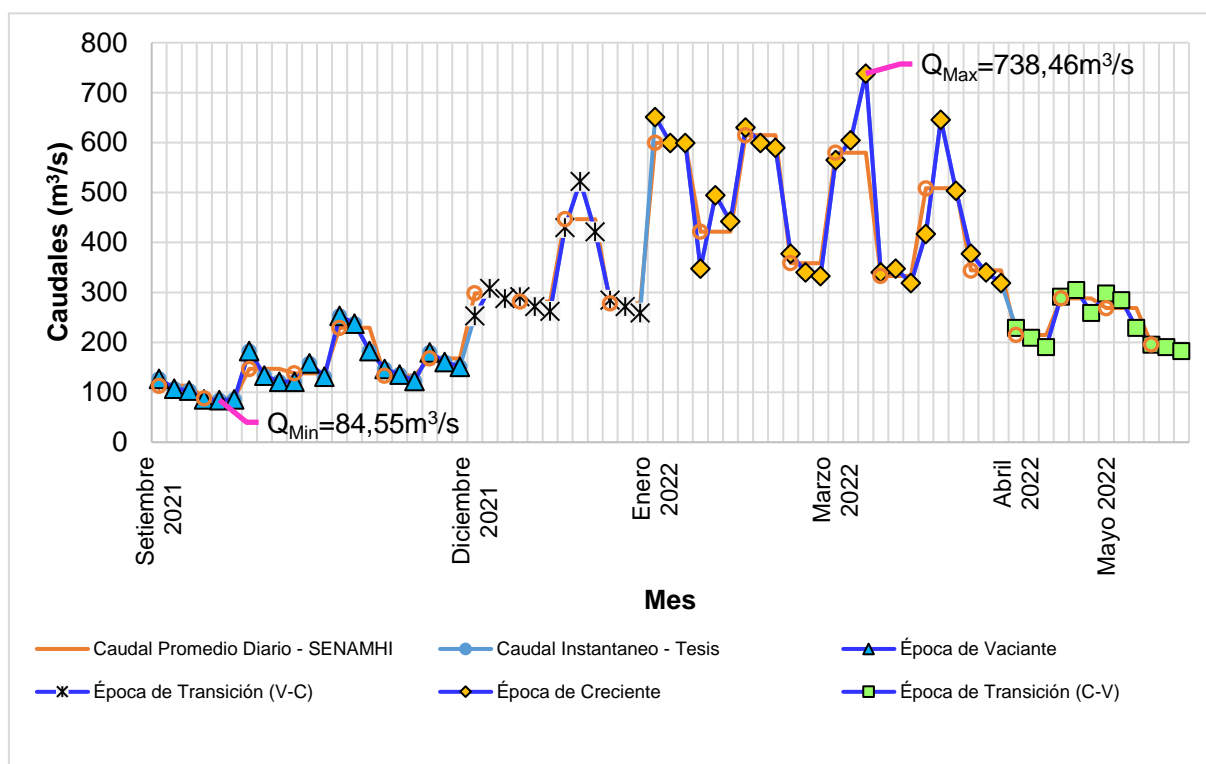


Figura 26. Caudales líquidos instantáneos (m³/s) en el río Monzón (2021-2022).

Estos caudales instantáneos del río Monzón lograron captar una estrecha variabilidad subdiaria que no se aprecian en los caudales promedios diarios, tal como se ilustra en la figura 26. Cabe señalar que la influencia del tamaño (2608,21 km²) de la cuenca del río Monzón y al tiempo de concentración (15,27 horas) que presenta, permiten una respuesta relativamente lenta (debido a sus características físicas) ante los eventos hidrológicos que puedan ocurrir. Además, Duvert et al. (2011), destacan la importancia de caracterizar la variabilidad subdiaria de los flujos de sedimentos, para evaluar convenientemente la fiabilidad de los registros históricos basados en muestreos discretos. Finalmente, Luna (2021), menciona que la cobertura de mediciones de sedimentos realizadas a escala diaria no captura los efectos de los eventos activadores (precipitaciones de gran intensidad y corta duración) en épocas de crecidas, respaldando así la escala temporal adoptada en nuestros monitoreos (diaria-horaria).

En tal sentido, nuestros resultados mostraron que existe una relación potencial entre la concentración de sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos en el río Monzón, calculada por el coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 0,76 como un indicador de buena relación entre las variables de estudio (figura 27); de acuerdo con Moriasi et al. (2015) a diferentes escalas temporales para flujos de cuencas hidrográficas. Similares resultados fueron encontrados en las cuencas de los ríos Puyango (Tumbes) y Zarumilla (Ecuador – Tumbes) por Quincho (2015), quién reportó que existe una clara relación potencial entre la descarga de sedimentos en suspensión y los caudales líquidos, obteniendo valores de R^2 de 0,8769 y 0,7697 respectivamente. Bajo la misma línea, Goyburo (2017) indicó también una relación potencial en la cuenca del río Puyango (Tumbes) con un R^2 igual a 0,72; al igual que Morera (2014), quién estudió 15 cuencas de la vertiente del pacifico peruano, encontrando en general valores de R^2 mayores a 0,7 para las ecuaciones potenciales de las cuencas ubicadas en la costa norte, centro y sur. Asimismo, muchos autores alrededor del mundo verificaron que la relación descarga-sedimentos de una cuenca se puede expresar mediante un modelo empírico de función potencia (Zheng et al., 2021).

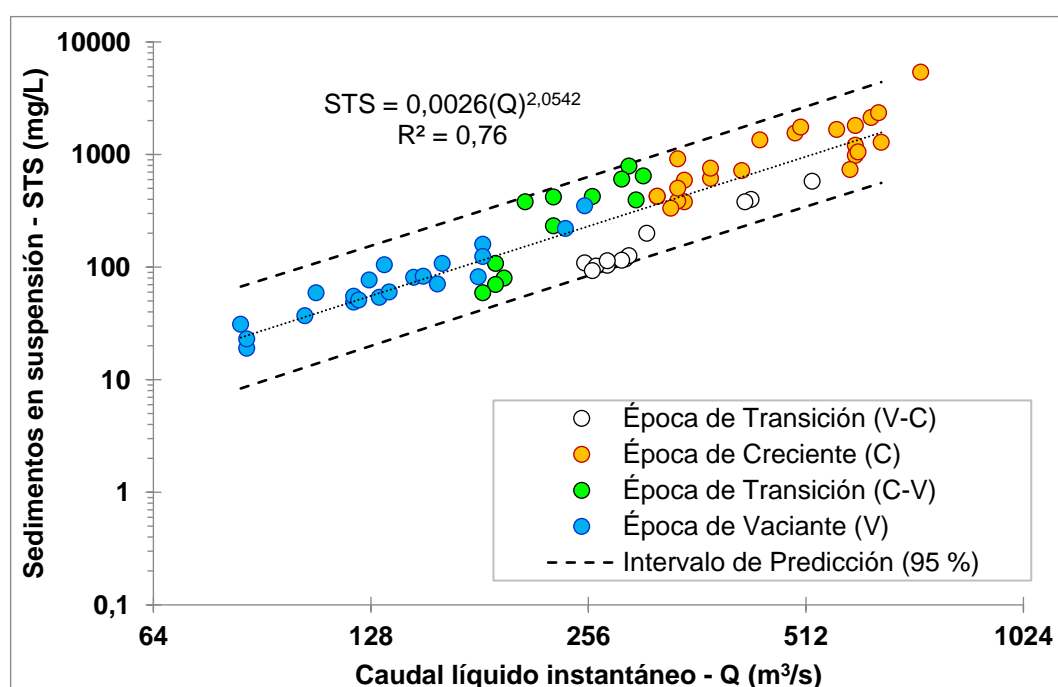


Figura 27. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y caudales líquidos instantáneos en el río Monzón.

En atención al coeficiente de determinación, se infiere que el 76% de la varianza de la concentración de sedimentos en suspensión es explicada por la descarga de agua (caudales líquidos instantáneos), es decir que este valor provee una estimación de la fuerza de la relación entre el modelo y la variable de respuesta (STS). En adición a lo anterior, el análisis de varianza (utilizando la prueba F) determinó si esta relación es estadísticamente significativa, obteniéndose un valor p ($<0,0001$) menor que al nivel de significancia (0,05), por lo que se puede afirmar al 95% de confianza que el modelo explica la relación entre las variables (aceptándose la hipótesis alterna (H_a)); tal como se muestra en el Tabla 33 del anexo 8.

Bajo este contexto, se puede inferir que a medida que aumenta el caudal del río Monzón aumenta también la concentración de los sedimentos en suspensión, siendo la época de creciente que tiene la mayor capacidad de transporte de sedimentos. Dicho comportamiento coincide con lo desarrollado por Armijos (2010) quién determinó un aumento de la concentración de sedimentos en suspensión durante el periodo de crecidas en el río Huallaga (estación Chazuta) y en el río Ucayali (estación de Atalaya); bajo la misma línea Armijos et al. (2017) lo reporto también en la cuenca del río Amazonas. Lo que pone en evidencia que el río Monzón al ser un tributario del río Huallaga, Marañón y Amazonas, tiene también mayor capacidad de transporte durante estas épocas.

Complementariamente, al comparar 3 ecuaciones de regresiones diferentes (la lineal, la potencial por mínimos cuadrados no lineales y las potenciales por linealización) para evaluar cual de todas representa mejor la relación entre los sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos, nuestros hallazgos señalan que, aunque las dos primeras ecuaciones de regresión tienen ratios considerados como buenos ($RSR=0,518$) y muy buenos ($RSR=0,489$) respectivamente, presentan discrepancias al evaluar los rangos del intervalo de predicción (95% de confianza), llegando incluso a estimar valores negativos, especialmente aquellos que son inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental para agua; tal como se detallan en las figuras 53 y 54 del anexo 8. Por el contrario, la ecuación de regresión potencial por linealización muestra valores en el rango del intervalo de predicción (95% de confianza) que concuerdan con los resultados obtenidos (como se detalla en la figura 55 del anexo 8). Esta ecuación tiene un RSR igual a 0,508, calificado como un parámetro estadístico bueno (como se muestra en

la Tabla 34 del anexo 8), es decir como un indicador de buena relación entre las variables de estudio; de acuerdo con Moriasi et al. (2015) a diferentes escalas temporales para flujos de cuencas hidrográficas. Similares resultados fueron reportados por Jung et al. (2020), quién encontró valores de RSR iguales a 0,60 y 0,58 calificados como buenos, en los afluentes del Complejo Guaíba y Canal São Gonçalo de la subcuenca que desembocan en la laguna de Patos en Brasil. Bajo la misma línea, Heng y Suetsugi (2014) probaron la curva de clasificación (relación caudal y sedimento) de la función de energía en 16 subcuencas diferentes a lo largo de la cuenca del Bajo Mekong, donde sus resultados presentaron un RSR de 0,61.

Según Asselman (2000), cuando se organizan los datos en escalas de variabilidad temporales más largas, como descargas estacionales, altas y bajas y cargas anuales, la eficiencia de las curvas de calificación aumenta y la predicción de los sedimentos en suspensión (STS) se vuelve más precisas. En ese sentido nuestros resultados se contrastaron con la información secundaria obtenida y detallada en la tabla 9, para evaluar si existe o no diferencias en la tendencia general de los datos, tal como se muestra en la figura 28.

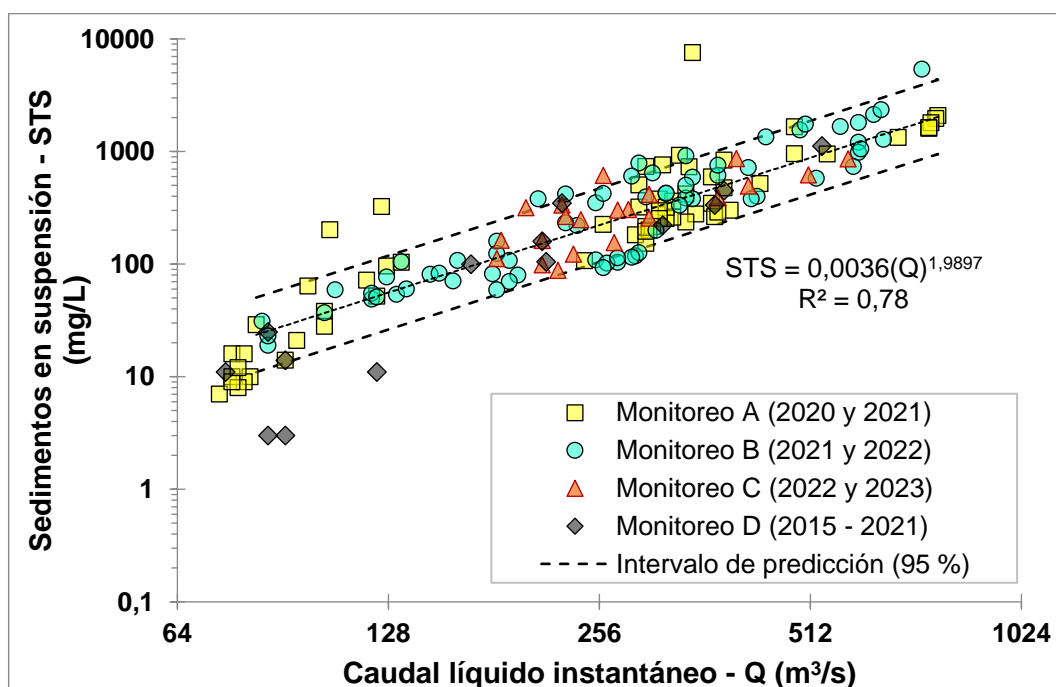


Figura 28. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos, que considera información secundaria de diferentes monitoreos.

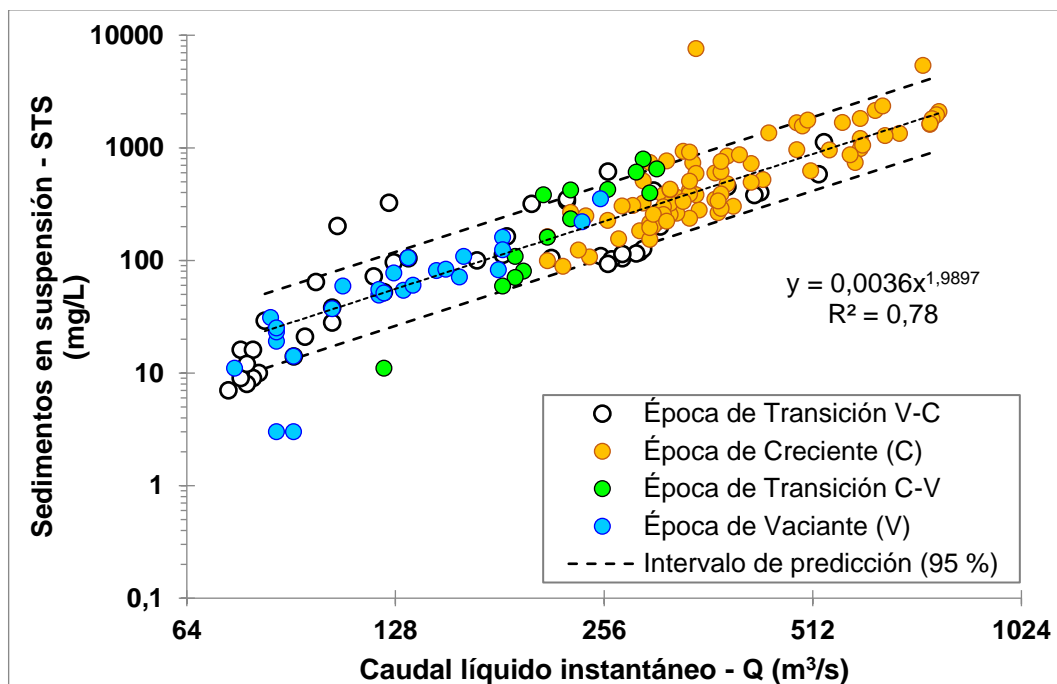


Figura 29. Relación potencial entre los sedimentos en suspensión y los caudales líquidos instantáneos, que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.

Tabla 10. Ecuaciones de regresión potencial de la relación “descarga-sedimento” en el periodo 2021-2022 y 2015-2023

Concentración de STS (mg/L)	Ecuación potencial	N	n	R ²	RSR
Tesis (2021-2022)	$STS=0,0026(Q)^{2,0542}$	68	1	0,76	0,508
Monitoreos A, B, C y D (2015-2023)	$STS=0,0036(Q)^{1,9897}$	148	19	0,78	0,469

N: Número de datos considerados en la regresión potencial.

n: Número de datos fuera del intervalo de predicción al 95 por ciento de confianza de acuerdo con los criterios indicados en la figura 8.

RSR: Parámetro estadístico obtenido con el Minitab21 (Como se detallan en las Tablas 34 y 37 del anexo 8).

Las figuras 28 y 29 muestran cómo se distribuyen los datos dentro y fuera del nuevo intervalo de predicción (95%), lo que sugiere que los resultados de esta investigación (datos del monitoreo B) siguen la misma tendencia que los datos observados en otros monitoreos. La tabla 10 muestra como la ecuación de regresión potencial (descarga-sedimento) obtenida durante esta investigación (2021-2022), muestra similitudes con la ecuación de regresión potencial derivada de la información

secundaria recopilada de los monitoreos A, B, C y D (2015-2023), es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los términos del modelo (pendiente e intercepto) para los distintos valores de nivel en el nivel de confianza del 95%, dado que el valor-p de la prueba F (Fisher) del ANOVA para las pendientes e interceptos de sus ecuaciones linealizadas (comparadas) es mayor que 0,05 (aceptándose la hipótesis nula (H_0)), tal como se puede visualizar en la Tabla 39 y figura 57 del anexo 8.

Además, se observó una mínima fluctuación en los exponentes “b” de una ecuación a otra de 2,0542 a 1,9897 y el coeficiente “a” de 0,0026 a 0,0036; donde el valor del coeficiente “a” muestra la disponibilidad del sedimento en las cuencas y el exponente “b” muestran el comportamiento fluvial (Morera, 2014). Por lo que es recomendable prestar atención a futuras presiones antrópicas (proyectos hidroeléctricos, agricultura a gran escala, construcción de infraestructura vial, entre otros.) que puedan desarrollarse dentro de la cuenca del río Monzón que conlleven a la modificación del régimen de descarga de agua y sedimento; ya que según Warrick et al (2014), los parámetros a y b no son constantes y pueden variar con la no linealidad de la curva de clasificación de sedimentos suspendidos.

4.4. Relación de la concentración del aluminio, hierro y manganeso con la concentración de los sedimentos en suspensión

Con respecto a los metales totales nuestros resultados mostraron que existe una relación potencial entre las concentraciones de aluminio (figura 30), hierro (figura 31) y manganeso (figura 32) con los sedimentos en suspensión en el río Monzón, calculadas por el coeficiente de determinación (R^2), presentando valores de 0,88, 0,89 y 0,86 respectivamente, calificadas como muy buenos ($R^2 > 0,80$) como indicadores de buena relación entre las variables de estudio; de acuerdo con Moriasi et al. (2015) a diferentes escalas temporales para flujos de cuencas hidrográficas. Este comportamiento se debe a que cuando los metales pesados ingresan a los ecosistemas acuáticos, se dispersan entre las fases disuelta y suspendida mientras continúan con su desplazamiento (Varol y Sen, 2012). Además, de acuerdo con Zhang et al. (2014), el 90% de la carga de metales pesados en los entornos acuáticos está asociada a partículas en suspensión y sedimentos.

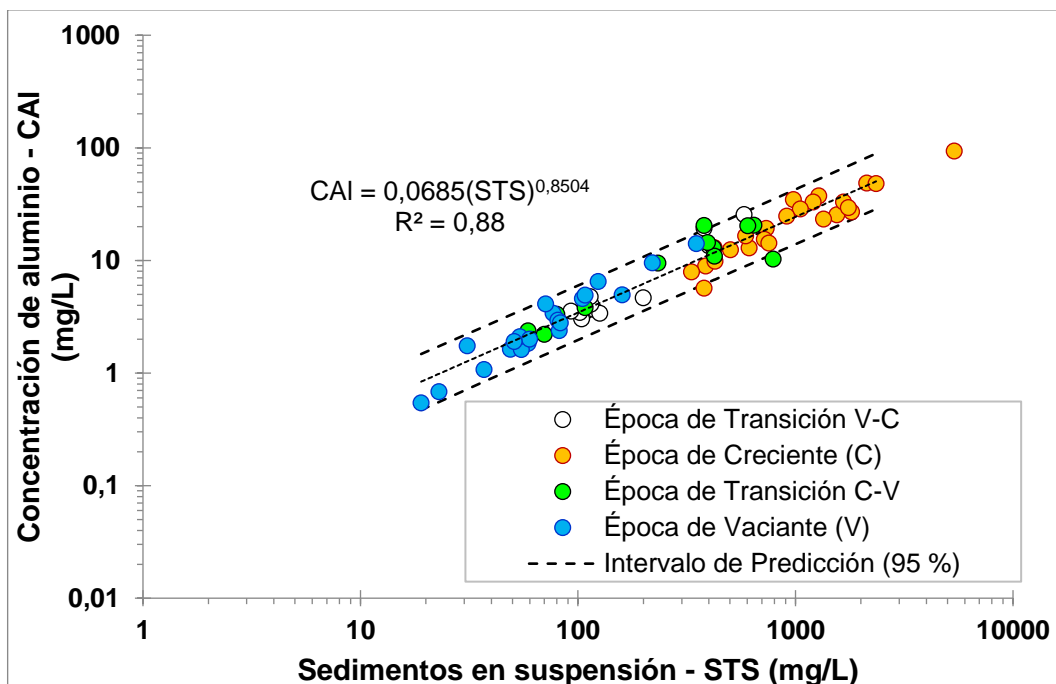


Figura 30. Relación potencial entre la concentración de aluminio y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.

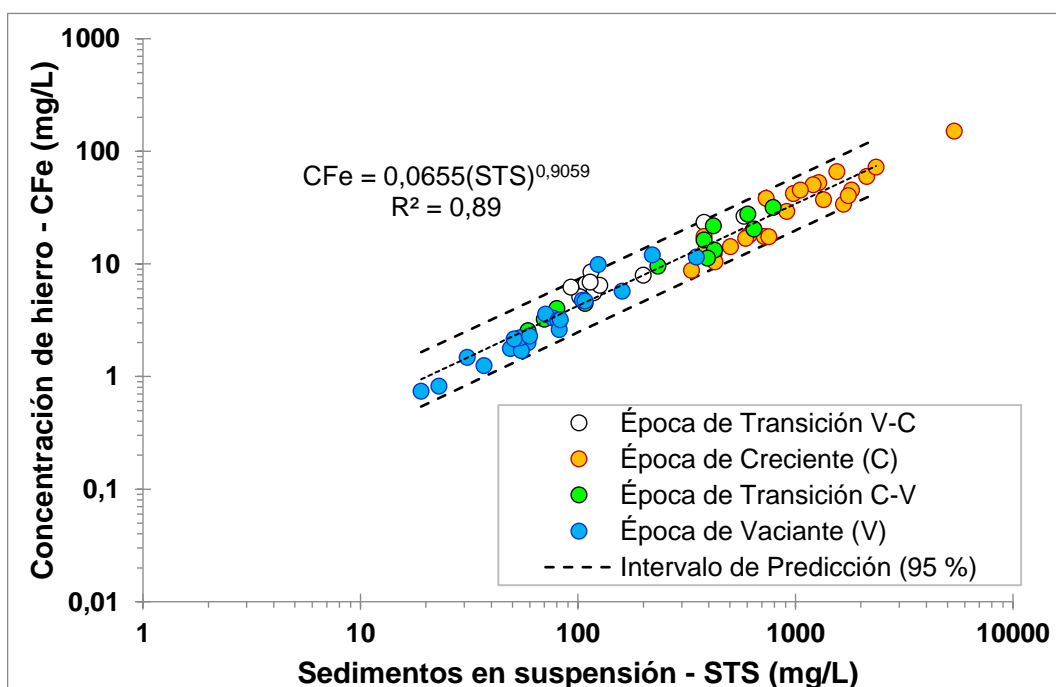


Figura 31. Relación potencial entre la concentración de hierro y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.

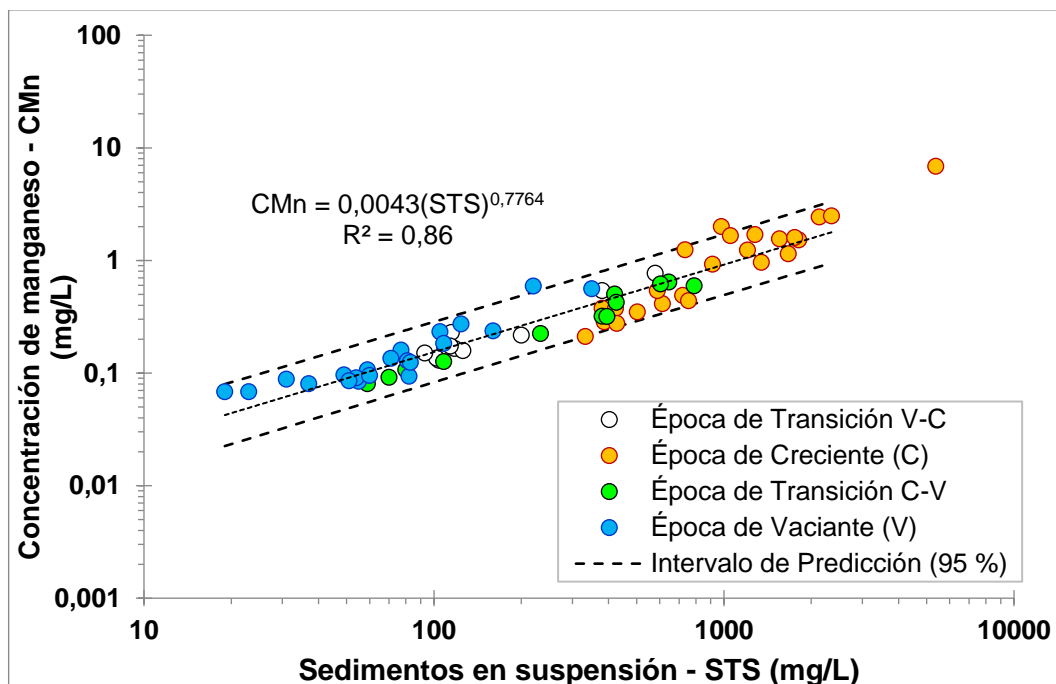


Figura 32. Relación potencial entre la concentración de manganeso y sedimentos en suspensión en el agua superficial del río Monzón.

En atención al coeficiente de determinación, se infiere que el 88%, 89% y 86% de la varianza de la concentración de aluminio, hierro y manganeso respectivamente, es explicada por la concentración de los sedimentos en suspensión (STS), es decir que estos valores proveen una estimación de la fuerza de la relación entre el modelo y la variable de respuesta (CMe). En adición a lo anterior, el análisis de varianza (utilizando la prueba F) determinó si estas relaciones son estadísticamente significativas, obteniéndose valores-p ($<0,0001$) menores que al nivel de significancia (0,05) para los 3 metales respectivamente, por lo que se puede afirmar al 95% de confianza que el modelo explica la relación entre las variables (aceptándose la hipótesis alterna (H_a)), tal como se detallan en las Tablas 47, 61 y 75 del anexo 9. Dichas relaciones concuerdan con lo encontrado por Gaillardet et al. (2014) en el río Solimões (Amazonas), donde los metales con predominancia en forma suspendida guardan relación con los registros de los sedimentos en suspensión. Bajo la misma línea, Benedetti et al. (2003), señalaron que las fracciones coloidales y particuladas son responsables de regular la distribución de los elementos traza en los ríos oscuros como el río Negro. No obstante, para los ríos blancos, como el río Solimões (Amazonas), la distribución de metales como el aluminio y el hierro está regulada por la fracción de partículas suspendidas.

Complementariamente, al comparar 3 ecuaciones de regresiones diferentes (la lineal, la potencial por mínimos cuadrados no lineales y las potenciales por linealización) para evaluar cual de todas representa mejor la relación entre la concentración metales totales (CMe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (CSTS), nuestros hallazgos indican que, aunque las dos primeras ecuaciones de regresión tienen ratios considerados como muy buenos para aluminio (RSR=0,376 y 0,345), hierro (RSR= 0,348 y 0,329) y manganeso (RSR=0,369 y 0,371) respectivamente, estas presentan discrepancias al evaluar los rangos del intervalo de predicción (95% de confianza), llegando incluso a estimar valores negativos, especialmente en aquellos valores de la variable dependiente que son inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental para agua (como se detallan en las figuras 58 y 59; 63 y 64; 68 y 69 del anexo 9). Por el contrario, la ecuación de regresión potencial por linealización muestra valores en el rango del intervalo de predicción (95% de confianza) que concuerdan con los resultados obtenidos para los 3 metales (Ver anexo 9 – figura 60, 65 y 70). Estas ecuaciones tienen valores de RSR iguales a 0,370, 0,345 y 0,433, calificado como parámetros estadísticos muy buenos (como se muestran en las Tablas 48, 62 y 76 del anexo 9), es decir como un indicador de buena relación entre las variables de estudio; de acuerdo con Moriasi et al. (2015) a diferentes escalas temporales para flujos de cuencas hidrográficas. Además, Jung et al. (2020), menciona que cuanto menor sea el valor de estos parámetros, más eficiente será el enfoque de la curva de calificación.

Según Asselman (2000), cuando se organizan los datos en escalas de variabilidad temporales más largas, la eficiencia de las curvas de calificación aumenta y las predicciones se vuelven más precisas. En este sentido las figuras 33, 34, 35, 36, 37 y 38 muestran cómo se distribuyen los datos dentro y fuera del nuevo intervalo de predicción (95%), lo que sugiere que los resultados de la presente investigación (datos del monitoreo B) siguen la misma tendencia que los datos observados en otros monitoreos. La Tabla 11 muestra como las ecuaciones de regresión potencial (metales-sedimento) obtenida durante esta investigación (2021-2022), muestra similitudes con las ecuaciones de regresión potencial derivada de la información secundaria recopilada de los monitoreos A, B, C y D (2014-2023), es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los términos del modelo (pendiente e intercepto) para los distintos valores de nivel en el nivel de confianza del 95%, dado que el valor-p de la prueba F (Fisher) del ANOVA para las pendientes e

interceptos de sus ecuaciones linealizadas (comparadas) es mayor que 0,05 (aceptándose la hipótesis nula (H_0)) para los 3 metales respectivamente, tal como se puede visualizar en las Tablas 53, 67 y 81 y figuras 62, 67 y 72 del anexo 9.

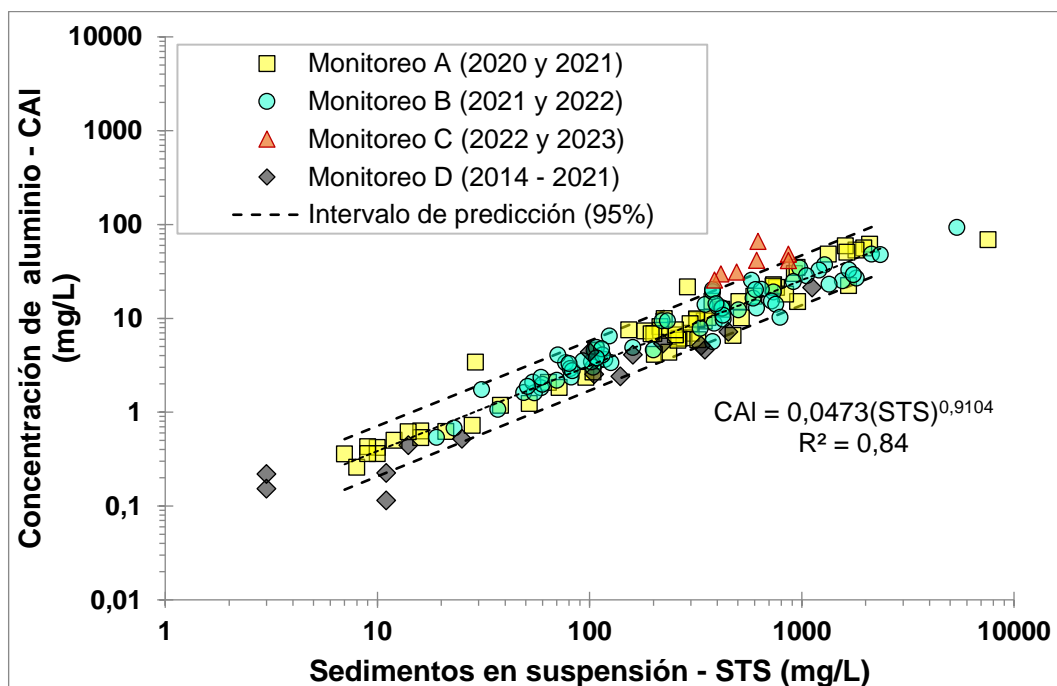


Figura 33. Relación entre la concentración del aluminio y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.

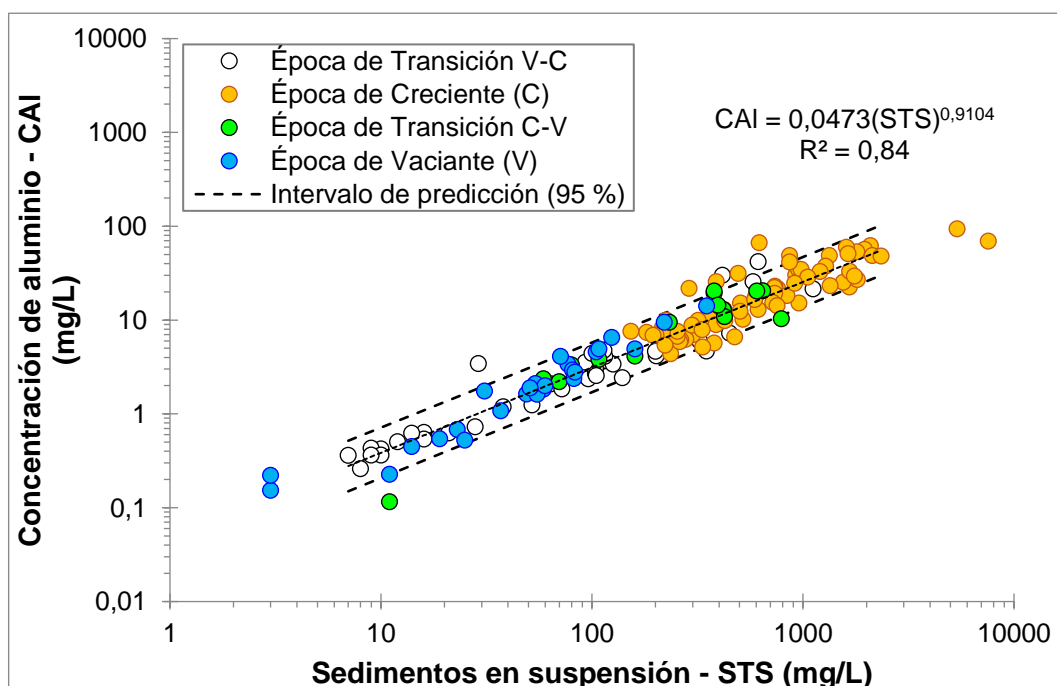


Figura 34. Relación entre la concentración del aluminio y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.

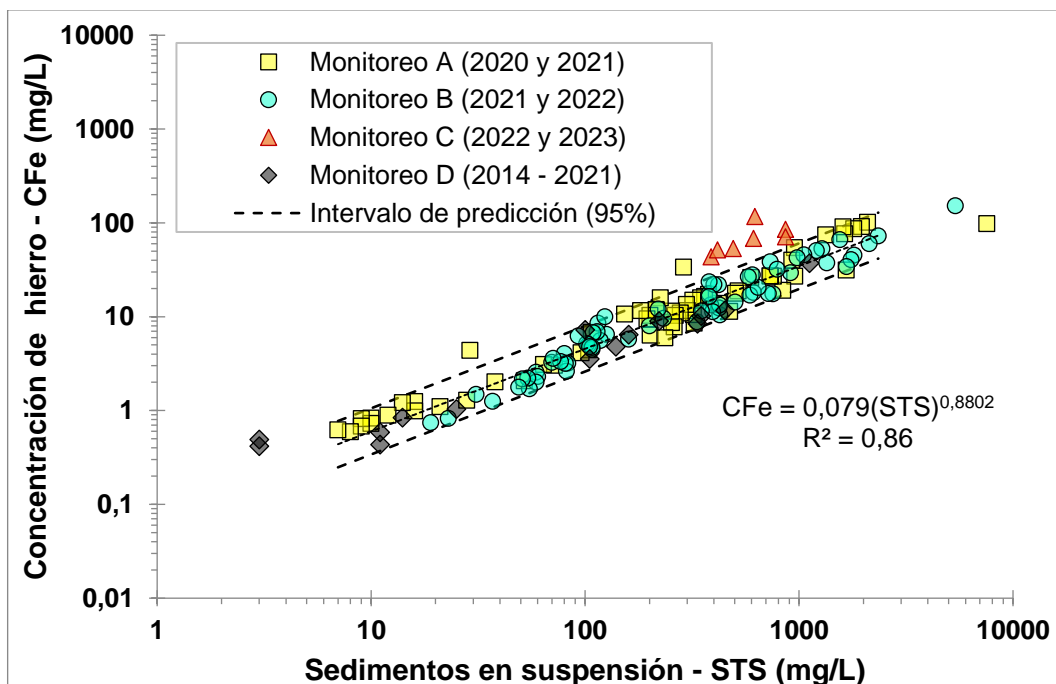


Figura 35. Relación entre la concentración del hierro y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.

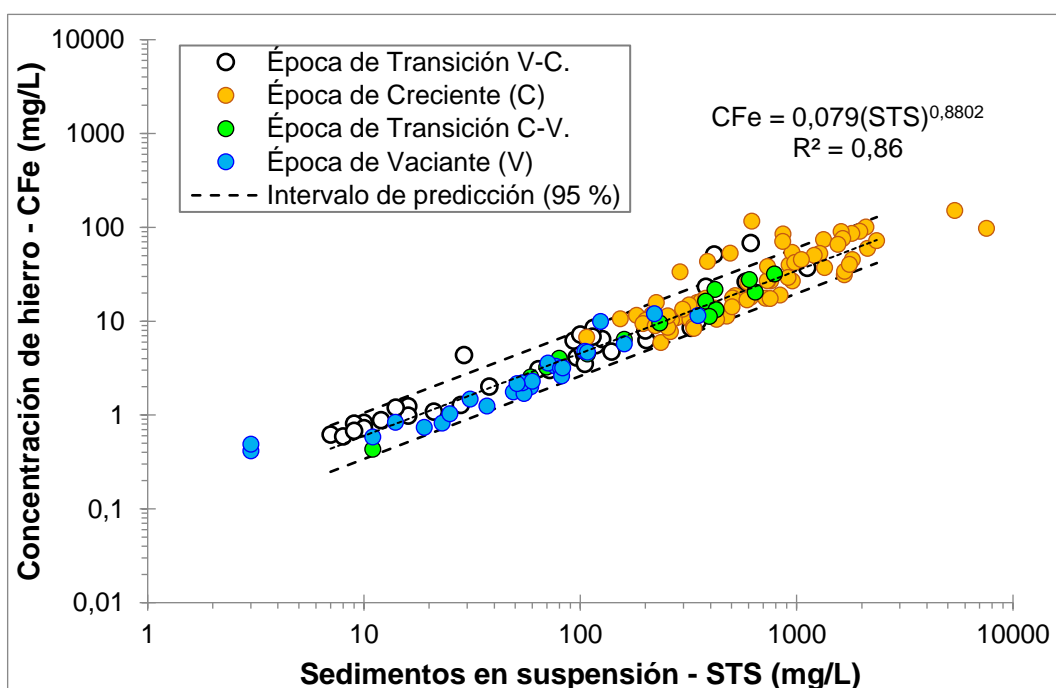


Figura 36. Relación entre la concentración del hierro y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.

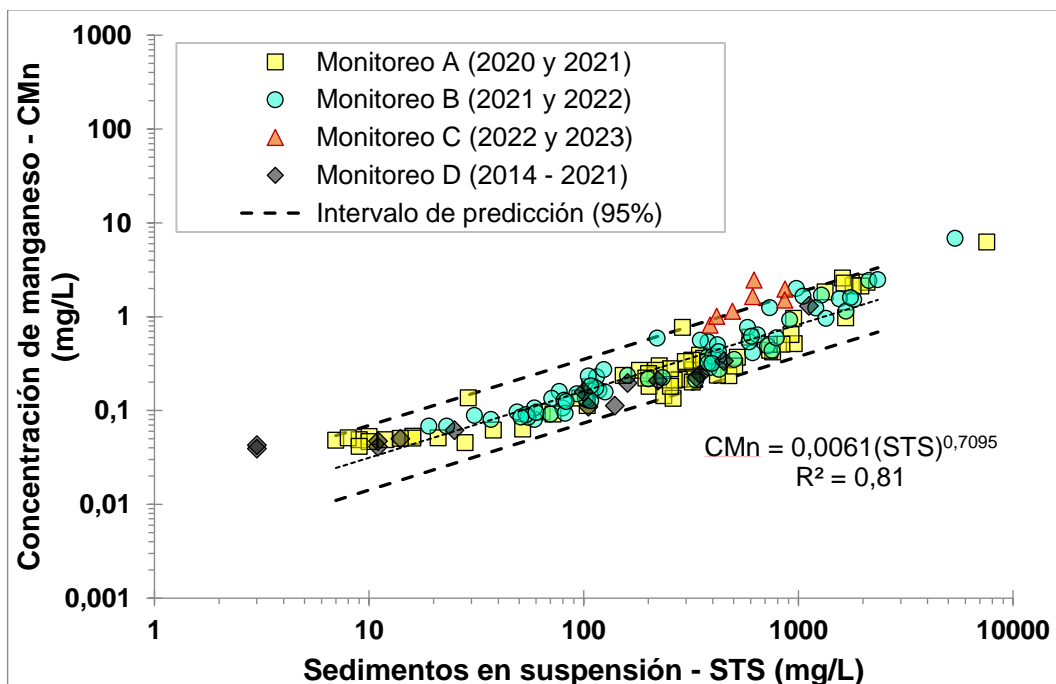


Figura 37. Relación entre la concentración del manganeso y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos.

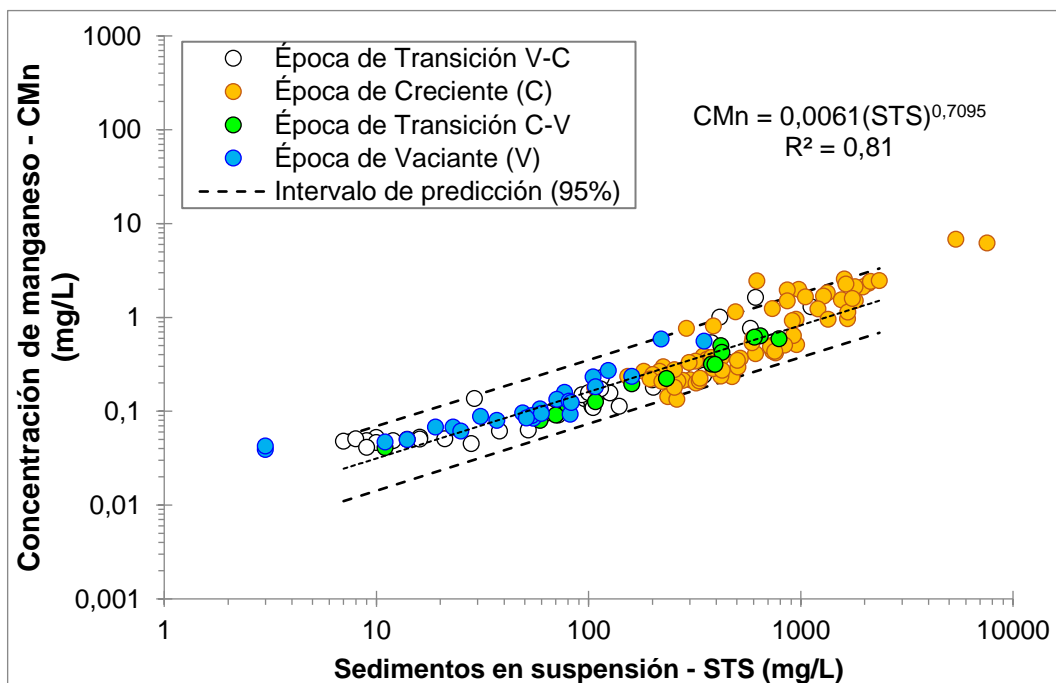


Figura 38. Relación entre la concentración del manganeso y los sedimentos en suspensión que considera información secundaria de diferentes monitoreos; y la influencia del régimen hidrológico.

Tabla 11. Ecuaciones de regresión potencial de la relación “metales totales-sedimento” en el periodo 2021-2022 y 2015-2023

Concentración del Metal (mg/L)	Fuente	Ecuación potencial	N	n	R ²	RSR
Aluminio	Tesis (2021-2022)	$CAI=0,0685(STS)^{0,8504}$	68	1	0,88	0,370
	Monitoreos A, B, C y D (2014-2023)	$CAI=0,0473(STS)^{0,9104}$	142	12	0,84	0,407
Hierro	Tesis (2021-2022)	$CFe=0,0655(STS)^{0,9059}$	68	1	0,89	0,345
	Monitoreos A, B, C y D (2014-2023)	$CFe=0,0790(STS)^{0,8802}$	141	13	0,86	0,398
Manganeso	Tesis (2021-2022)	$CMn=0,0043(STS)^{0,7764}$	68	1	0,86	0,433
	Monitoreos A, B, C y D (2014-2023)	$CMn=0,0061(STS)^{0,7095}$	148	6	0,81	0,555

N: Número de datos considerados en la regresión potencial.

n: Número de datos fuera del intervalo de predicción al 95 por ciento de confianza de acuerdo con los criterios indicados en la figura 9.

RSR: Parámetro estadístico obtenido con el Minitab21 (Como se detallan en las Tablas 48 y 51; 62 y 65; 76 y 79 del anexo 9).

Al evaluar los coeficientes de determinación (R^2) y las ratios (RSR) de las regresiones potenciales comparadas, se observa que las obtenidas en la presente investigación exhiben una mayor fuerza de relación entre el modelo y la variable de respuesta. Asimismo, muestran menores errores de entrada del método de la curva de calificación a los datos calculados (Jung et al., 2020), al relacionar las concentraciones de los metales totales (Al, Fe y Mn) con las concentraciones de los sedimentos en suspensión (STS), destacando la aplicación de modelos no lineales, en concordancia con lo señalado por Zou et al. (2024), quienes sugieren que los modelos no lineales son más adecuados para predecir las concentraciones de la mayoría de los metales pesados en comparación con los modelos lineales.

V. CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de los sedimentos en suspensión en el río Monzón registraron mayores valores durante la época de creciente y menores durante la época de vaciante, no obstante, en las épocas de transición se registraron valores intermedios; que excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para agua Categoría 4, destinada a la Conservación del ambiente acuático para ríos de selva (como normativa referencial).
2. Las concentraciones de aluminio, hierro y manganeso en el río Monzón registraron mayores valores en la época de creciente y menores en la época de vaciante, mientras que en las épocas de transición se registraron valores intermedios; que excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para agua Categoría 3, destinada al "Riego de vegetales y bebida de animales".
3. Existe una relación potencial entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y los caudales líquidos instantáneos (Q) en el río Monzón, calculada por el coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 0,76 y la ratio (RSR) con un valor de 0,508, calificados como indicadores y parámetros estadísticos de buena relación entre las variables.
4. Existe una relación potencial entre las concentraciones del aluminio, hierro y manganeso y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en el río Monzón, calculada por el coeficiente de determinación (R^2) con valores de 0,88, 0,89 y 0,86 y la ratio (RSR) con valores iguales a 0,370, 0,345 y 0,433 para los 3 metales respectivamente, calificados como indicadores y parámetros estadísticos de muy buena relación entre las variables.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Seguir con la vigilancia de la calidad del agua, en base a la concentración de los metales totales y la concentración de los sedimentos en suspensión del río Monzón, con monitoreos enfocados principalmente en épocas de creciente (enero a marzo), en concordancia con la Política Nacional del Ambiente (PNA) al 2030.
2. Futuras investigaciones por la academia local y nacional deben considerar un programa de monitoreo que enfatizan la frecuencia de muestro (diaria-horaria) y el tamaño de la cuenca como dos factores que influyen en la variabilidad de los sedimentos en suspensión y por tanto en la dinámica de las concentraciones de los metales.
3. El SENAMHI debe continuar con los aforos del río Monzón que incluyan niveles altos y bajos, es decir que sus mediciones se realicen en las distintas épocas según el régimen hidrológico, además de aumentar la frecuencia de sus mediciones en las mismas para poder generar una curva de gasto más actualizada.
4. Futuros proyectos que puedan desarrollarse en el ámbito de la cuenca del río Monzón y que intervengan directamente en las modificaciones del curso de agua deben considerar estudios técnicos a detalle sobre la gestión de sedimentos (dinámica y producción) y los mecanismos de transporte y especiación de los metales asociados a dichos sedimentos.
5. Para futuros estudios de relaciones de metales y sedimentos suspendidos usar el brazo muestreador de doble canastilla para disminuir la incertidumbre debido al tiempo de demora entre la toma de una muestra a otra.

VII. REFERENCIAS

- Abdul, J.A., Sirajudeen, J. and Vahith, R.A. (2012). Studies on Heavy Metal Pollution of Ground Water Sources between Tamilnadu and Pondicherry, India. *Advanced in Applied Science Research*, 3, 424-429.
- Aktar, MW; Paramasivam, M; Gangul, M; Purkait, S; Sengupta D. (2010). Assessment and occurrence of various heavy metals in surface water of Ganga river around Kolkata: a study for toxicity and ecological impact. *Environmental Monitoring Assessment* 160(1): 207-213. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0688-5>.
- American Public Health Association (APHA). (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23 ed. Washington, USA.
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2012). *Estadística para negocios y economía* (11a. ed.). México D.F.: Cengage Learning.
- Arboleda, J., Felipe, O., Yerrén, J. (2018). *Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología (DHI), Subdirección de Predicción Hidrológica (SPH). SENAMHI.* <http://repositorio.Senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/264>
- Armijos, E. (2010). *Cuantificación de flujos sedimentarios de las cuencas amazónicas del Perú. Tesis M Sc. Lima, Perú, UNALM.* 110 p.
- Armijos, E., Crave, A., Espinoza, R., Fraizy, P., Santos, A. D., Sampaio, P., Pantoja, N. (2017). Measuring and modeling vertical gradients in suspended sediments in the Solimões/Amazon River. *Hydrological Processes*, 31(3), 654-667.
- Asselman, N. (2000). Fitting and interpretation of sediment rating curves. *Journal of Hydrology (Amsterdam)*, 234(3–4), 228–248. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00253-5](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00253-5)
- Atkinson, C., Jolley, D. F., & Simpson, S. L. (2007). Effect of overlying water pH, dissolved oxygen, salinity and sediment disturbances on metal release and sequestration from metal contaminated marine sediments. *Chemosphere*, 69(9), 1428–1437. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.04.068>

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2014). Informe Técnico N°064-2014-ANA-DGCRH/GOCRH. Monitoreo de calidad del agua de la cuenca del río Huallaga- parte alta. Pasco-Huánuco-Tingo María.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2016a). Informe Técnico N°002-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH.H. Resultados del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Huallaga – parte alta.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2016b). Informe Técnico N°014-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH.H/MEHC. Resultados del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Huallaga.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2017). Informe Técnico N°006-2017-ANA-AAA.H-SDGCRH.H/MEHC. Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Huallaga – Agosto del 2017.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2018a). Informe Técnico N°001-2018-ANA-AAA.H-AT/MEHC. Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga – Noviembre – Diciembre del 2018.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2018b). Informe Técnico N°016-2018-ANA-AAA.H-AT/MEHC. Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga – Junio – Julio del 2018.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2019a). Informe Técnico N° 009-2019-ANA-AAA.H-AT/MEHC. Informe del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga – Noviembre - diciembre de 2018.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2019b). Informe Técnico N° 015-2019-ANA-AAA.H-AT/MEHC. Informe de monitoreo participativo de la calidad de agua superficial en la cuenca

del río Huallaga – Febrero - marzo 2019.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3874>.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2020a). Informe Técnico N°022-2020-ANA-AAA.H-AT/FTD. Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga – Mayo – Junio de 2019.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2020b). Informe Técnico N°023-2020-ANA-AAA.H-AT/FTD. Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga – Agosto – Setiembre 2019.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2021a). Informe Técnico N° 003-2021-ANA-AAA.H-AT/FTD. Informe del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Huallaga – Noviembre - diciembre 2019.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2021b). Informe Técnico N° 007-2021-ANA-AAA.H/FTD. I monitoreo participativo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Huallaga (4984). Ámbito del río Huallaga – Época: Avenida.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2021c). Informe Técnico N°013-2021-ANA-AAA.H/FTD. II Monitoreo Participativo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Huallaga (4984) - Época: Avenida.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2021d). Informe Técnico N°0028-2021-ANA-AAA.H/FTD. I Monitoreo Participativo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Huallaga (4984) - Época: Avenida.

Autoridad Nacional de Agua - Autoridad Administrativa del Agua Huallaga (ANA-AAA.H). (2021e). Informe Técnico N°0030-2021-ANA-AAA.H/FTD. II Monitoreo Participativo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Huallaga (4984) - Época: Estiaje.

- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2015). Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de Huallaga – Tomo I. MIDAGRI. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/19>.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016ANA. Aprueban el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. MIDAGRI. <https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018). Resolución Jefatural N° 056-2018ANA. Aprueban Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. MIDAGRI. <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-056-2018-ana>.
- Bateman, A. (2007). Hidrología básica y aplicada. <https://www.upct.es/~minaeees/hidrologia.pdf>
- Benedetti, M. F., Mounier, S., Filizola, N., Bénéïm, J., & Seyler, P. (2003). Carbon and metal concentrations, size distributions and fluxes in major rivers of the Amazon basin. *Hydrological Processes*, 17(7), 1363–1377. <https://doi.org/10.1002/hyp.1289>
- Blancas, J., y Medina, F. (s. f). Calidad de los Resultados de Análisis en el Monitoreo de Agua–Estudio de Casos. Peru: Golber Associates Perú S.A.
- Bondy, S. C. (2010). The neurotoxicity of environmental aluminum is still an issue. *Neurotoxicology*, 31(5), 575-581. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2010.05.009>
- Bouza, C. (2018). Modelos de regresión y sus aplicaciones. https://www.researchgate.net/publication/323227561_MODELOS_DE_REGRESION_Y_SUS_APLICACIONES).
- Breña, AF; JACOBO, M.A. (2006). Principios fundamentales de la hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México. 287 p.
- British Columbia. (2013). Field Sampling Manual - Part A Quality Control and Quality Assurance. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-andreporting/monitoring/emre/bc_field_sampling_manual_part_a.pdf.

- Centro de Investigación y Tecnología del Agua – UTEC (CITA-UTEC). (2021a). Ríos Danzantes Guías metodológicas para el desarrollo de la línea base física de los ríos en Andes-Amazonía.
- Centro de Investigación y Tecnología del Agua – UTEC (CITA-UTEC). (2021b). Recomendaciones técnicas para el monitoreo de sedimentos en ríos de las cuencas andino-amazónicas.
- Chapra y Canale. 2015. Métodos numéricos para ingenieros. Trad. Por Sergio Sarmiento. 7 ed. México D.F, México. McGRAWHILL/INTERAMERICANA. 777p.
- Clean Water Team (CWT). 2004. Dissolved Oxygen Fact Sheet, FS-3.1.1.0(DO). in: The Clean Water Team Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment, Version 2.0. Division of Water Quality, California State Water Resources Control Board (SWRCB), Sacramento, CA.”. https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110en.pdf
- Compañía Energética del Centro S.A.C (CEC). (2009a). Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Belo Horizonte y su Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Belo Horizonte – S.E Tingo María. Línea Base del Proyecto.
- Compañía Energética del Centro S.A.C (CEC). (2009b). Estudio de Prefactibilidad “Central Hidroeléctrica Belo Horizonte”. Expediente.
- Compañía Energética del Centro S.A.C (CEC). (2015). Estudio de Aprovechamiento Hídrico “Central Hidroeléctrica Belo Horizonte”. Resumen Ejecutivo.
- Constantino, IC; Teodoro, GC; Moreira, AB; Paschoal, FMM; Trindade, W.G; Bisinoti, MC. 2019. Distribution of Metals in the Waters and Sediments of Rivers in Central Amazon Region, Brazil. Journal of the Brazilian Chemical Society 30(9): 1906-1915. <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20190100>
- Duvert, C.; Gratiot, N.; Némery, J.; Burgos, A., & Navratil, O. (2011). Sub-daily variability of suspended sediment fluxes in small mountainous catchments - implications for community based river monitoring. Hydrol. Earth Syst. Sci. 15: 703-713.

- Espiritu, C. (2024). Variación temporal de metales en el agua superficial del río Monzón, Tingo María, distrito de Rupa-Rupa, región de Huánuco (Tesis de maestría en gestión integral de cuencas hidrográficas). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Fadlillah, L. N., Utami, S., Rachmawati, A. A., Jayanto, G. D., & Widyastuti, M. (2023). Ecological risk and source identifications of heavy metals contamination in the water and surface sediments from anthropogenic impacts of urban river, Indonesia. *Heliyon*, 9(4), e15485. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15485>
- Farkas, A., Erratico, C., & Viganò, L. (2007). Assessment of the environmental significance of heavy metal pollution in surficial sediments of the River Po. *Chemosphere*, 68(4), 761–768. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.12.099>
- Fernández-Dávila, M. L., Razo-Estrada, A. C., García-Medina, S., Gómez-Oliván, L. M., Piñón-López, M. J., Ibarra, R. G., & Galar-Martínez, M. (2012). Aluminum-induced oxidative stress and neurotoxicity in grass carp (*Cyprinidae*—*Ctenopharingodon idella*). *Ecotoxicology and environmental safety*, 76 (2), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.09.012>
- Gaillardet, J., Viers, J., & Dupré, B. (2014). Trace elements in river waters. In Elsevier eBooks (pp. 195–235). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-095975-7.00507-6>
- García-Medina, S., Razo-Estrada, A. C., Gómez-Oliván, L. M., Amaya-Chávez, A., Madrigal-Bujaidar, E., & Galar-Martínez, M. (2010). Aluminum-induced oxidative stress in lymphocytes of common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish physiology and biochemistry*, 36, 875-882.
- Gómez, J. y Gallo, V. (2022). Guía de hidrología. <https://sites.google.com/view/ikamyumi/inicio>
- González Molina, S., & Vacher, J. (Eds.) 2014. El Perú frente al cambio climático: Resultados de investigaciones franco-peruanas. Marseille: IRD Éditions. doi:10.4000/books.irdeditions.19580
- Goyburo, A. (2017). Monitoreo y caracterización del transporte de sedimentos durante crecidas o eventos extremos de el niño en el río tumbes. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Hegedus, A., Erdei, S., & Horváth, g. (2001). Comparative studies of H₂O₂ detoxifying enzymes in green and greening barley seedling under cadmium stress. *Pant Sci.* 160, 1085-1093.
- Heng, S., & Suetsugi, T. (2014b). Comparison of regionalization approaches in parameterizing sediment rating curve in ungauged catchments for subsequent instantaneous sediment yield prediction. *Journal of Hydrology*, 512, 240–253. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.03.003>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (2007). Evaluación de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Cabanillas y Lampa. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1830?show=full>
- Issa, BR; Arimoro, FO; Ibrahim, M; Birma, GJ; Fadairo, EA. (2011). Assessment of sediment contamination by heavy metals in river Orogodo (Agbor, Delta State, Nigeria). *Current World Environment* 6(1): 29-38.
- Jung, B. M., Fernandes, E. H. L., Möller, O. O., & García-Rodríguez, F. (2020). Estimating Suspended Sediment Concentrations from River Discharge Data for Reconstructing Gaps of Information of Long-Term Variability Studies. *Water*, 12(9), 2382. <https://doi.org/10.3390/w12092382>
- Kang, M., Tian, Y., Peng, S., & Wang, M. (2019). Effect of dissolved oxygen and nutrient levels on heavy metal contents and fractions in river surface sediments. *Science of the Total Environment*, 648, 861–870. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.201>
- Lau, S. S. S. (2000). The significance of temporal variability in sediment quality for contamination assessment in a coastal wetland. *Water Research*, 34(2), 387–394. [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(99\)00344-9](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(99)00344-9)
- Looi, L. J., Aris, A. Z., Yusoff, F. M., Isa, N. M., & Haris, H. (2019). Application of enrichment factor, geoaccumulation index, and ecological risk index in assessing the elemental pollution status of surface sediments. *Environmental geochemistry and health*, 41(1), 27–42. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0149-1>

- Neuendorf, K., Mehl, J. y Jackson, J. (2011). Glossary of geology. (11.ª ed.). [https://www.google.com.pe/books/edition/Glossary_of_Geology/yD79FqfECCYC?hl=es&gbpv=1&dq=Glossary+of+Geology,+Fifth+Edition+\(revised\)&prints+ec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Glossary_of_Geology/yD79FqfECCYC?hl=es&gbpv=1&dq=Glossary+of+Geology,+Fifth+Edition+(revised)&prints+ec=frontcover)
- Ordoñez, J. (2017). Análisis de la variabilidad de la sección hidráulica fluvial en puntos de control hidrométrico de ríos Amazónicos caso: Cuenca Marañón. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) – Dirección de Hidrología.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). 2019. Informe Técnico N° 503-2019-OEFA-DEAM-SSIM. Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del Proyecto de Exploración de Hidrocarburos Lote 107 – Locación Osheki de Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L., durante el 2019. <https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/133>
- Osborne, J. W. y Overbay, A. (2004). The Power of Outliers (and why researchers should always check for them). Practical Assessment, Research & Evaluation, 9 (1), 6. North Carolina State University. Disponible en <https://doi.org/10.7275/qf69-7k43>
- Pan, F., Li, Z., Xie, H., Xu, X., & Duan, L. (2024). Disentangling influences of driving forces on intra-annual variability in sediment discharge in karst watersheds. Science of the Total Environment, 171486. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171486>
- Pelea, L. P. (2019). Valores atípicos en los datos, ¿cómo identificarlos y manejarlos? - Outliers in data sets, how identify and handling them? Revista Del Jardín Botánico Nacional, 40, 99–107. <https://www.jstor.org/stable/26937051>
- Phillips, J. M.; Webb, B. W.; Walling, D. E., & Leeks, G.J.L. (1999). Estimating the suspended sediment loads of rivers in the LOIS study area using infrequent samples. Hydrological Processes. 13 (7): 1035-1050.
- PREQB. (2004). Puerto Rico Environmental Quality Board, Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 2004 – 305 (b) /303 (d) Final Report.

- Quincho, J. (2015) Estudio experimental del transporte de sedimentos en suspensión y fondo y comparación con fórmulas empíricas en los ríos Puyango-Tumbes y Zarumilla. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Reuss, J. O. & Johnson, D. W. (1986). Acid Deposition and the Acidification of Soils and Waters (Vol. Ecological Studies Series no. 59). Springer-Verlag: New York.
- Romero, J. (2020). Elements of Numerical Mathematical Economics with Excel. In Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-02476-7>
- Sanchez, R. (2019). Niveles de metales pesados (Pb, Al y Sr) en época de avenida y estiaje en el río Osmore, región Moquegua [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio UNSA. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/0a3bc9c9-0b66-4330-838c-e6ced40cf203>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2019a). Aprende con el SENAMHI – Temporada de creciente. <https://www.youtube.com/watch?v=mh1qDXdcZlo>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2019b). Aprende con el SENAMHI – Temporada de transición en los ríos de la vertiente amazónica. <https://www.youtube.com/watch?v=GSOcbAgZmuo>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2018). Aprende con el SENAMHI – Temporada de vaciante en la región amazónica <https://www.youtube.com/watch?v=cfN9hRY2NYU>
- Silambarasan, K.; Senthilkumar, P.; Velmurugan, K. Estudios sobre la distribución de concentraciones de metales pesados en el río Adyar, Chennai, Tamil Nadu. EUR. J. Exp. Biol. 2012 , 2 , 2192–2198.
- Soon, Y. K. (1993). Fractionation of extractable aluminum in acid soils: a review and a proposed procedure. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 24(13-14), 1683-1708. <https://doi.org/10.1080/00103629309368908>.
- Stowhas, L. (2017). Fundamentos de Hidrología aplicada. <https://bibliotecadigital.usm.cl/info/fundamentos-de-hidrologia-aplicada-00566094>

- Torrellas Hidalgo, R. (2012). Exposure to aluminum and its relationship between environment and health. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/27214>.
- Turney, S. (2023, June 22). Coefficient of Determination (R2) | Calculation & interpretation. Scribbr. <https://www.scribbr.com/statistics/coefficient-of-determination/>
- Ugarte, D., y Aparicio, R. (2020). Técnicas Robustas y No Robustas para Identificar Outliers en el Análisis de Regresión. *Revista Investigación & Desarrollo*, 20(2), 41-56. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.2-3e>.
- Varol, M; Sen, B. (2012). Assessment of nutrient and heavy metal contamination in surface water and sediment of the upper Tigris River, Turkey. *CATENA* 92: 1-10.
- Verardi, V., y Croux, C. (2009). "Robust regression in Stata". *The Stata Journal*, 9(3), 439-453. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1536867X0900900306>.
- Warrick, J. A. (2014). Trend analyses with river sediment rating curves. *Hydrological Processes*, 29(6), 936–949. <https://doi.org/10.1002/hyp.10198>
- Webb, B.; Phillips, J.; Walling, D., & Littlewood, C. (1997). Load estimation methodologies for British rivers and their relevance to the LOIS RACS(R) programme. *Sci. Total. Environ*: 194-195: 379-389.
- Zhang, C; Yu, ZG; Zeng, GM; Jiang, M; Yang, ZZ; Cui, F; Zhu, MY; Shen, LQ; Hu, L. (2014). Effects of sediment geochemical properties on heavy metal bioavailability. *Environment international* 73: 270-281.
- Zheng, H., Miao, C., Jiao, J., & Borthwick, A. G. L. (2021). Complex relationships between water discharge and sediment concentration across the Loess Plateau, China. *Journal of Hydrology*, 596, 126078. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126078>
- Zou, Y., Lou, S., Zhang, Z., Liu, S., Zhou, X., Zhou, F., Раднаева, Л. Д., Nikitina, E., & Fedorova, I. V. (2024). Predictions of heavy metal concentrations by physiochemical water quality parameters in coastal areas of Yangtze river estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 199, 115951. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115951>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1:

**GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LOS
DÍAS DE MUESTREO DE
SETIEMBRE DE 2021 A MAYO DE
2022 EN EL AGUA SUPERFICIAL
DEL RÍO MONZÓN EN EL PUNTO DE
MONITOREO (RMONZ1) DE
COORDENADAS UTM WGS 84
386975 E - 8969105 N**



Figura 39. Brazo muestreador de doble canastillas (ensamblado).



Figura 40. Capacitación y asistencia en campo por parte del Ing. Adrián Vargas Pasquel (Analista de calidad de los recursos hídricos de la Administración Local de Agua Tingo María).

1B. Monitoreos en la época de Vaciante (setiembre-2021)

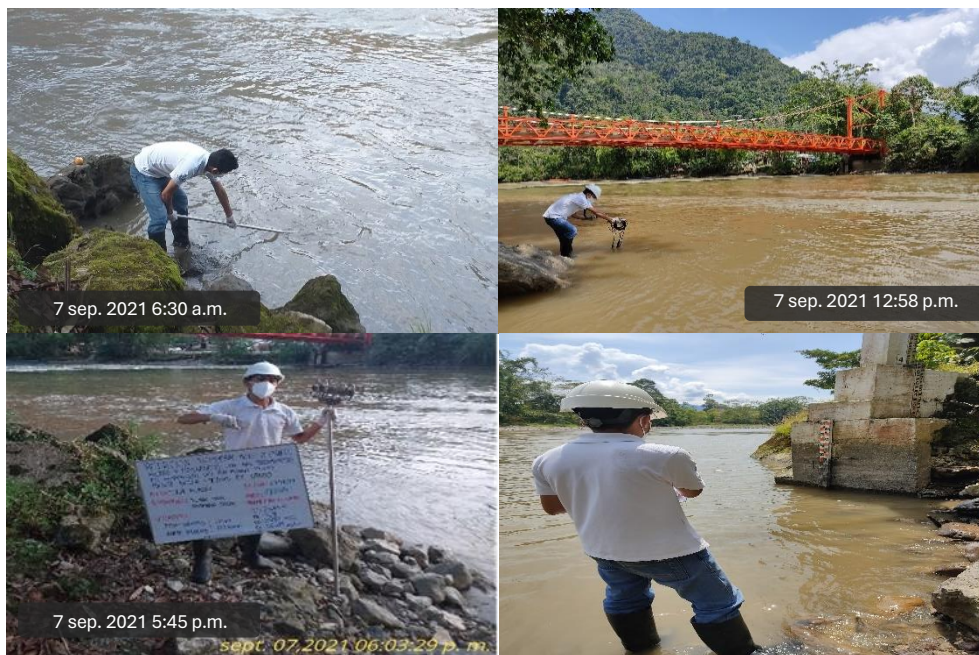


Figura 41. Vistas del trabajo de campo del día 7 de setiembre de 2021.



Figura 42. Vistas del trabajo de campo del día 8 de setiembre de 2021.



Figura 43. Vistas del trabajo de campo del día 12 de setiembre de 2021.



Figura 44. Vistas del trabajo de campo del día 13 de setiembre de 2021.

1C. Monitoreos en la época de Transición (Vaciante a Creciente) (diciembre-2021)



Figura 45. Vistas del trabajo de campo del día 22 de diciembre de 2021.



Figura 46. Vistas del trabajo de campo del día 25 de diciembre de 2021.

1D. Monitoreos en la época Creciente (enero y marzo - 2022)

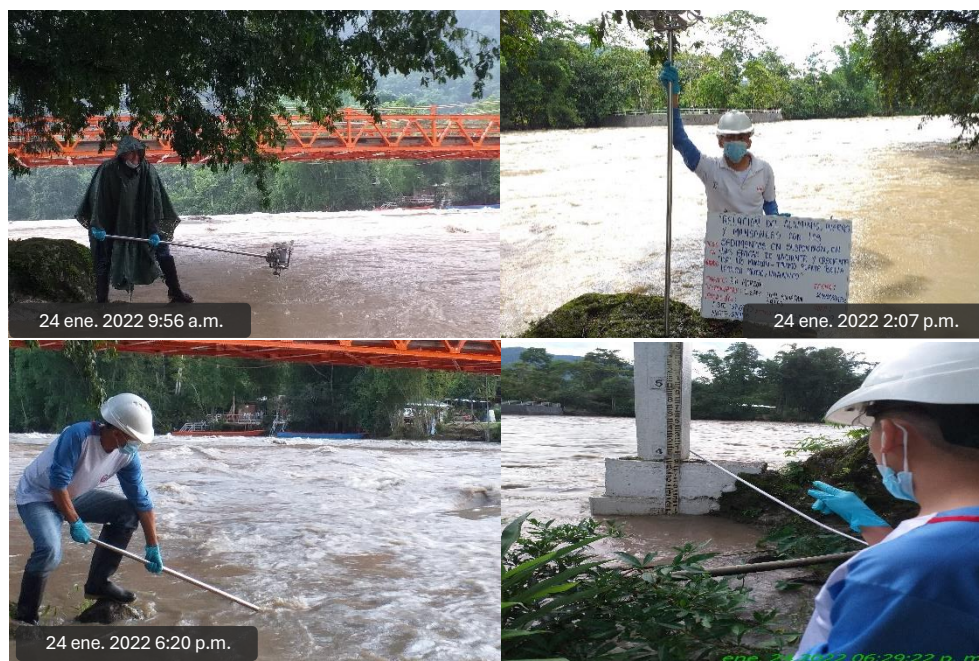


Figura 47. Vistas del trabajo de campo del día 24 de enero de 2022.

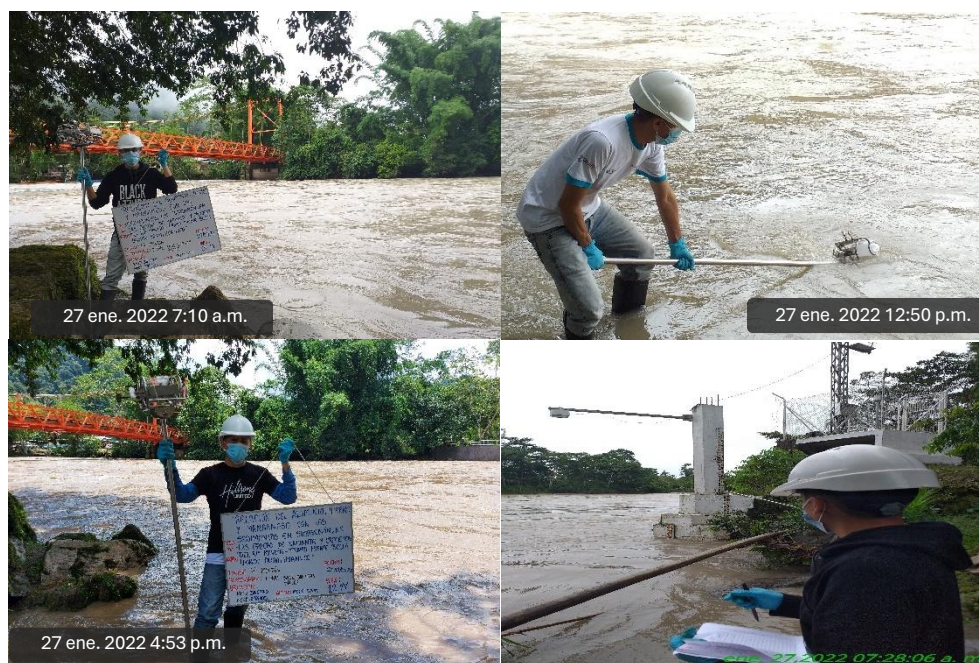


Figura 48. Vistas del trabajo de campo del día 27 de enero de 2022.



Figura 49. Vistas del trabajo de campo del día 26 de marzo de 2022.



Figura 50. Vistas del trabajo de campo del día 29 de marzo de 2022.

1E. Monitoreos en la época Transición (Creciente a Vaciante) (abril y mayo - 2022)



Figura 51. Vistas del trabajo de campo del día 29 de abril de 2022.



Figura 52. Vistas del trabajo de campo del día 02 de mayo de 2022.

ANEXO 2:

**CADENAS DE CUSTODIA DEL
LABORATORIO DE ENSAYO
(HIDROLAB) DEL MONITOREO EN
EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO
MONZÓN DE SETIEMBRE DEL 2021
A MAYO DEL 2022**

Hidrolab		CADENA DE CUSTODIA		F02 P-LAB-08 Revisión: 02 Fecha: 2020-12-16 Página 1 de 1														
DATOS DEL CLIENTE				CADENA DE CUSTODIA N°: 2109067														
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS				CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS														
DIRECCIÓN: Jr. ALFONSO UGARTE Mz B Lt. 8, CIUDAD DE TINGO MARÍA - HUÁNUCO				CORREO: Sumaran.964@gmail.com														
DIRECCIÓN: Río Monzón - Puente Bella				TELÉFONO: 948827838(LL) 928317017(WH.)														
DATOS DEL MUESTREO				MUESTREO POR HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>														
LUGAR DE MUESTREO: RIO MONZON - PUENTE BELLA				ORDEN DE TRABAJO (1): 2109002														
DISTRITO: RUPA - RUPA				PLAN DE MUESTREO (1):														
PROVINCIA: LEONCIO PRADO				DEPARTAMENTO: HUÁNUCO														
REFERENCIA / PROYECTO		EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO														
TESIS DE GRADO UNAS		MULTIPARAMETRO RUSSEL		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)														
				Filtrada (Mearjar con X)														
				Acido Nitrico HNO3 X														
				Acido Sulfurico H2SO4														
				Hidróxido de Sodio NaOH 5N														
				Hidróxido de Sodio NaOH 1N														
				Acetato de Zinc CH3COOZn														
				Sulfato de Amonio NH4+ (SO4)2-														
				Lugar:														
ESTACION DE MUESTREO		CODIGO DE LABORATORIO (1)		TIPO DE MATRIZ (2)														
MUESTREO		FECHA (aa-mm-dd)		HORA (24:00)														
N° DE ENVASES		DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO		Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)														
Altitud (m s.n.m.)		Zona (17-18-19)		pH (Unidad de pH)														
Temperatura (°C)		Origen Desecho (mg/L)		Conductividad (µS/cm)														
Cloro Total (mg/L)		Cloro Residual Libre (mg/L)		Olor														
Sabor		Cantidad ()																
RMonz 1	2109067-1	AS	21/09/07	06:30	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	6.7	21.0	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-2	AS	21/09/07	12:58	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.6	21.75	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-3	AS	21/09/07	17:45	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.9	21.75	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-4	AS	21/09/08	06:40	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.3	20.82465	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-5	AS	21/09/08	12:10	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.6	20.82465	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-6	AS	21/09/08	17:50	2	AGUA CLARA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.7	20.82465	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-7	AS	21/09/09	06:25	2	AGUA SEMITURBIA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.6	21.0	0	0	0	0	0	0
RMonz 1	2109067-8	AS	21/09/09	12:38	2	AGUA SEMITURBIA	E 386975 N 8969105	653 18	✓	✓	7.3	21.0	0	0	0	0	0	0
(1) Uso exclusivo para el Laboratorio		N° Total de Envases:		OBSERVACIONES DE CAMPO:														
(2) AN = Agua Natural AS = Agua Superficial ASUB = Agua Subterránea		ARI = Agua Residual Industrial AB = Agua de Bebedá AP = Agua Potable		ARD = Agua Residual Doméstica AC = Agua para uso y Consumo Humano APR = Agua de Pileta		APRO = Agua de Proceso AR = Agua Residual AM = Agua de Mar		ASL = Agua Salina ASA = Agua Salobre L = Lodo		H = Aire R = Ruido D = Otros		F = Filtro E = Emisiones		Ss = Sedimento Su = Suelo				
Responsable del Muestreo				Cliente (Supervisor)														
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		Firma: <i>[Firma]</i>		Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		Firma: <i>[Firma]</i>												
Fecha y Hora: 21/09/10				Fecha y Hora: 21/09/10														
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN EN EL COOLER CON MIELO				<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RECIBIDO Recibido por: <i>[Firma]</i> Fecha y Hora: 2011-09-11 15:00 Conectado a: SI Refrigerado: SI </div>														
Dirección: Av. Carretera Central Km 9.3 Mz "A" Lt 6 - Asociación Ntra. Sra. De la Merced - Ate Vitarte - Lima - Teléfono: (01) 356-0230 Anexos 20/24 Celular: 947148233 - Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / natali.mallma@hidrolab.pe				Fecha de entrega de informe (1): 21-09-21														

HidroLab		CADENA DE CUSTODIA										F02 P-LAB-08 Revisión: 02 Fecha: 2020-12-16 Página 1 de 1										
DATOS DEL CLIENTE										CADENA DE CUSTODIA N°: 2109067		VERSIÓN: 01	Hoja: 2 / 2									
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS										CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CORREO: sumaran.964@gmail.com	TELÉFONO: 948827838 (LI) 928317017(WA)									
DIRECCIÓN: Jr. ALFONSO UGARTE Mz.B Lt. 8, CIUDAD TINGO MARÍA - HUANUCO										DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUANUCO									
DATOS DEL MUESTREO										MUESTREO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>		ORDEN DE TRABAJO (1): 2109002	PLAN DE MUESTREO (1):									
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - PUENTE BELLA										DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUANUCO									
REFERENCIA / PROYECTO			EQUIPOS UTILIZADOS			DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO			ENSAYO (S) SOLICITADO (S)				PARÁMETROS EN CAMPO									
TESIS DE GRADO UNAS			MULTIPARAMETRO POWSEL			Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)			A D													
																	Filtrada (Marcar con X)					
						PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)																
						Ácido Nítrico HNO ₃ Ácido Sulfúrico H ₂ SO ₄ Hidróxido de Sodio NaOH 5N Hidróxido de Sodio NaOH 6N Acetato de Zinc (CH ₃ COO) ₂ Zn Sulfato de Amonio (NH ₄) ₂ SO ₄																
						Lugor																
ESTACIÓN DE MUESTREO	CÓDIGO DE LABORATORIO (1)	TIPO DE MATRIZ (2)	MUESTREO		N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)		Altitud (m.s.n.m.)	Zona (17,18,19)	pH (Unidad de pH)				Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	Cloro Total (mg/L)	Cloro Residual Libre (mg/L)	Olor	Sabor	Caudal (L/s)
			FECHA (aa-mm-dd)	HORA (24:00)																		
RMonz1	2109067-9	AS	21/09/10	17:25	2	AGUA SEMIURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18	✓	✓	7.4	20.8	4.3	57.2							
RMonz1	2109067-10	AS	21/09/10	06:40	2	AGUA SEMIURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18	✓	✓	7.4	20.8	4.3	57.2							
RMonz1-D1	2109067-11	AS	---	---	2	---	E: 386975 N: 8969105	653	18	✓	✓	---	---	---	---							
(1) Uso exclusivo para el Laboratorio										OBSERVACIONES DE CAMPO:												
AN = Agua Natural ARI = Agua Residual Industrial ARD = Agua Residual Doméstica APRO = Agua de Proceso AS = Agua Superficial AB = Agua de Bebida AC = Agua para uso y Consumo Humano AR = Agua Residual ASUB = Agua Subterránea AP = Agua Potable API = Agua de Piscina AM = Agua de Mar ASA = Agua Salobre L = Lodos H = Aire F = Filtro Se = Sedimento E = Emisiones Su = Suelo O = Otros																						
Responsable del Muestreo										Cliente (Supervisor)												
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS					Firma: <i>[Firma]</i>					Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS					Firma: <i>[Firma]</i>							
Fecha y Hora: 21/09/10										Fecha y Hora: 21/09/10												
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN EN EL COOLER CON HIELO										Recaptación de Muestras (1) Recaptado por: <i>[Firma]</i> Fecha y Hora: 21/09/10 Correctamente Preservado: SI Refrigerado: SI Dentro del tiempo de almacenamiento: SI Fecha de entrega de informe (1): 2021-09-21												
Dirección: Av. Carretera Central Km 9,3 Mz. "A" Lt. 6 - Asociación Nstra. Sra. De la Merced - Ate Vitarte - Lima - Teléfono: (01) 356-0230 Anexos: 20/24. Celular: 947148233 - Email: eldo.mayo@hidrolab.pe / natali.mallaga@hidrolab.pe																						

Hidrolab		CADENA DE CUSTODIA		F02 P-LAB-08 Revisión: 02 Fecha: 2020-12-16 Página 1 de 1																						
DATOS DEL CLIENTE				CADENA DE CUSTODIA N°: 2109097																						
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS				CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS																						
DIRECCIÓN: JR. ALFONSO UGARTE MZ. B (+8 CIUDAD DE TINGO MARÍA - HUÁNUCO				CORREO: Sumaran.964@gmail.com																						
DATOS DEL MUESTREO				VERSIÓN: 01 Hoja: 1/2																						
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - PUENTE BELLA				MUESTREO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>																						
DISTRITO: RUPA RUPA				ORDEN DE TRABAJO (1): 2109002																						
PROVINCIA: LEONCIO PRADO				PLAN DE MUESTREO (1):																						
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO				DEPARTAMENTO: HUÁNUCO																						
REFERENCIA / PROYECTO		EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO																						
TESIS DE GRADO UNAS		MULTIPAPAHERA PENSEL		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)																						
				Filtrada (Marcar con X)																						
				<table border="1"> <tr><td>Ácido Nítrico</td><td>HNO₃</td><td>X</td></tr> <tr><td>Ácido Sulfúrico</td><td>H₂SO₄</td><td></td></tr> <tr><td>Hidróxido de Sodio</td><td>NaOH 5N</td><td></td></tr> <tr><td>Hidróxido de Sodio</td><td>NaOH 6N</td><td></td></tr> <tr><td>Acetato de Zinc</td><td>(CH₃COO)₂Zn</td><td></td></tr> <tr><td>Sulfato de Amonio</td><td>(NH₄)₂SO₄</td><td></td></tr> <tr><td>Lugol</td><td></td><td></td></tr> </table>		Ácido Nítrico	HNO ₃	X	Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄		Hidróxido de Sodio	NaOH 5N		Hidróxido de Sodio	NaOH 6N		Acetato de Zinc	(CH ₃ COO) ₂ Zn		Sulfato de Amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄		Lugol		
Ácido Nítrico	HNO ₃	X																								
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄																									
Hidróxido de Sodio	NaOH 5N																									
Hidróxido de Sodio	NaOH 6N																									
Acetato de Zinc	(CH ₃ COO) ₂ Zn																									
Sulfato de Amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄																									
Lugol																										
ESTACIÓN DE MUESTREO		MUESTREO		ENSAYO (S) SOLICITADO (S)																						
CODIGO DE LABORATORIO (1)	TIPO DE MATRIZ (2)	FECHA (aa-mm-dd)	HORA (24:00)	N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO																					
RMonz 1	AS	21/09/20	12:35	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/20	18:10	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/21	06:36	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/21	12:21	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/21	17:44	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/22	06:28	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/22	12:00	2	AGUA TURBIA																					
RMonz 1	AS	21/09/22	17:48	2	AGUA TURBIA																					
OBSERVACIONES DE CAMPO:																										
<p>(1) Uso exclusivo para el Laboratorio</p> <p>(2) AN = Agua Natural AR = Agua Residual Industrial ARD = Agua Residual Doméstica APPO = Agua de Proceso ASL = Agua Salina H = Ars F = Filtro Se = Sedimento</p> <p>ASB = Agua Superficial AB = Agua de Bebida AC = Agua para uso y Consumo Humano AR = Agua Residual ASA = Agua Salobre R = Rusto E = Emisiones Su = Suelo</p> <p>ASUB = Agua Subterránea AP = Agua Potable API = Agua de Piscina AM = Agua de Mar L = Lodos O = Otros</p>																										
Responsable del Muestreo			Cliente (Supervisor)																							
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		Firma: <i>[Firma]</i>		Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS																						
Fecha y Hora: 21/09/24 17:00		Firma: <i>[Firma]</i>		Fecha y Hora: 21/09/24 17:00																						
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN EN EL COOLER CON HIELO																										
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <h2 style="margin: 0;">RECIBIDO</h2> <p style="margin: 0;">Recepción de Muestras (1)</p> <p>Recepcionado por: <i>[Firma]</i></p> <p>Fecha y Hora: 2021-09-21 17:30</p> <p>Recepcionado por: <i>[Firma]</i></p> <p>Fecha y Hora: 2021-09-21 17:30</p> <p>Refrigerado: Si Dentro del tiempo de almacenamiento: Si Fecha de entrega de informe (1): 2021-09-27</p> </div>																										
Dirección: Av. Carretera Central Km 9,3 Mz. "A" Lt. 6 - Asociación Nstra. Sra. De la Merced - Ate Vitarte - Lima - Teléfono: (01) 356-0230 Anexos: 20/24. Celular: 947148233 - Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / natali.mallma@hidrolab.pe																										



CADENA DE CUSTODIA

F02 P-LAB-08
Revisión: 02
Fecha: 2020-12-16
Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		CADENA DE CUSTODIA N°: 2109097	VERSIÓN: 01	Hoja: 2'2
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS	CORREO: sumaran.964@gmail.com	TELÉFONO: 948827838 (LI) 928317017 (WH)
DIRECCIÓN: Dr. ALFONSO UGARTE H.Z.B L.F.S, CIUDAD DE TINGO MARÍA - HUÁNUCO		DISTRITO: RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO

DATOS DEL MUESTREO		MUESTREO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>	ORDEN DE TRABAJO (1): 2109002	PLAN DE MUESTREO (1):
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - PUENTE BELLA		DISTRITO: RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO

REFERENCIA / PROYECTO		EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO		ENSAYO (S) SOLICITADO (S)										PARÁMETROS EN CAMPO																																																							
TESIS DE GRADO UNAS		MULTIPARAMETRO PONSCL		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)		<table border="1"> <tr><td>A</td><td>A</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										A	A																																			<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																			
																A	A																																																						

(1) Uso exclusivo para el Laboratorio		N° Total de Envases:		OBSERVACIONES DE CAMPO:									
AN = Agua Natural ARI = Agua Residual Industrial ARD = Agua Residual Doméstica APRO = Agua de Proceso ASL = Agua Salina H = Aire F = Filtro Se = Sedimento AS = Agua Superficial AB = Agua de Bebida AC = Agua para uso y Consumo Humano AR = Agua Residual ASA = Agua Salobre R = Ruido E = Emisiones Su = Suelo ASUB = Agua Subterránea AP = Agua Potable API = Agua de Piscina AM = Agua de Mar L = Lodos O = Otros		Responsable del Muestreo Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS Firma: <i>[Firma]</i> Fecha y Hora: 21/09/14 17:00		Cliente (Supervisor) Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS Firma: <i>[Firma]</i> Fecha y Hora: 21/09/14 17:00		Recepción de Muestra (1) Recepción de Muestra (2) Fecha y Hora: 2021-09-16 7:30		Recepción de Muestra (3) Fecha y Hora: 2021-09-27					
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN EN EL COOLER CON HIELO		Correctamente Pretratado: <input checked="" type="checkbox"/>		Volumen y Recipientes adecuados: <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha de entrega de informe (1):		Fecha: 2021-09-27					

HidroLab		CADENA DE CUSTODIA										FOZ P-LAB-01 Revisión: 02 Fecha: 2012-16 Página: 1 de 1											
DATOS DEL CLIENTE										CADENA DE CUSTODIA N°: 2112157		VERSIÓN: 01	Hoja: 1 / 2										
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS										CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CORREO: sumaran.964@gmail.com	TELÉFONO: 948827838										
DIRECCIÓN: Jr. ALFONSO UGARTE Mz.B Lt.8 - TINGO MARÍA, HUÁNUCO										DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO										
DATOS DEL MUESTREO										MUESTREADO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>		ORDEN DE TRABAJO (1): 2112020	PLAN DE MUESTREO (1): -										
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA										DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO										
REFERENCIA / PROYECTO			EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO			ENSAJO (S) SOLICITADO (S)					PARÁMETROS EN CAMPO										
TESIS UNAS			OXÍMETRO PH-METRO		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)			A D															
			Filtrada (Marcar con X)																				
					PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)			Ácido Nítrico					pH (Unidad de pH)										
								HNO ₃					Temperatura (°C)										
								H ₂ SO ₄					Oxígeno Disuuelto (mg/L)										
								Hidróxido de Sodio					Conductividad (µS/cm)										
								NaOH 5N					Cloro Total (mg/L)										
								Hidróxido de Sodio					Cloro Residual Libre (mg/L)										
								NaOH 5N					Olor										
ESTACIÓN DE MUESTREO			CODIGO DE LABORATORIO (1)		TIPO DE MATRIZ (2)	MUESTREO		N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO		Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)		Altitud (m.s.n.m.)										
						FECHA (aa-mm-dd)		HORA (24.00)			Zona (17,18,19)												
R Monz 1			2112157-1		AS	2021/12/22		06:55	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386978	653									
R Monz 1			2112157-2		AS	2021/12/22		12:14	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-3		AS	2021/12/22		17:45	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-4		AS	2021/12/23		06:58	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-5		AS	2021/12/23		12:30	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-6		AS	2021/12/23		17:51	2		AGUA SEMITURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-7		AS	2021/12/24		07:06	2		AGUA TURBIA		E: 386975	653									
R Monz 1			2112157-8		AS	2021/12/24		12:40	2		AGUA TURBIA		E: 386975	653									
(1) Uso exclusivo para el Laboratorio										N° Total de Envases:		OBSERVACIONES DE CAMPO:											
(2) AN = Agua Natural AS = Agua Superficial ASUB = Agua Subterránea										ARI = Agua Residual Industrial AB = Agua de Bañada AP = Agua Potable		ARD = Agua Residual Doméstica AC = Agua para uso y Consumo Humano API = Agua de Piscina		APRO = Agua de Proceso AR = Agua Residual AM = Agua de Mar		ASL = Agua Salina ASA = Agua Salobre L = Loteo		H = Aze R = Fluido O = Otros		F = Filto E = Emisiones		Ss = Sedimento Su = Suelo	
Responsable del Muestreo					Cliente (Supervisor)					RECIBIDO													
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS					Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS					Recepción: [Firma]													
Fecha y Hora: 26/12/2021 17:00					Fecha y Hora: 26/12/2021 17:00					Fecha y Hora: 26/12/2021 17:00													
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN DEBIDAMENTE REFRIGERADAS EN EL COOLER.										Completado: [Firma]		Volúmenes y Reactivos adecuados: [Firma]		Fecha: [Firma]		Hora: [Firma]		Código de Barras de Volumen (1):					
										Refrigerado: [Firma]		Aprobado: [Firma]		Código de Barras de Volumen (1):		2022-01-05							

Hidrolab		CADENA DE CUSTODIA										FICHA 01-08															
DATOS DEL CLIENTE												CADENA DE CUSTODIA N°: 2201093		VERSIÓN: 01		Hoja: 1/2											
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS												CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CORREO: Sumaran.964@gmail.com		TELÉFONO: 948 827 838											
DIRECCIÓN: Jr. ALFONSO UGARTE Mz-B Lt. 8 - TINGO MARIA, HUÁNUCO												DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUÁNUCO											
DATOS DEL MUESTREO												MUESTREO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>		ORDEN DE TRABAJO (1): 2112020		PLAN DE MUESTREO (1):											
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA												DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUÁNUCO											
REFERENCIA / PROYECTO			EQUIPOS UTILIZADOS			DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO			ENSAYO (S) SOLICITADO (S)						PARAMETROS EN CAMPO												
TESIS DE GRADO UNAS			PH-METRO			Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)			A A																		
ESTACIÓN DE MUESTREO	CODIGO DE LABORATORIO (1)	TIPO DE MATRIZ (2)	MUESTREO		N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)		Altitud (m.s.n.m.)	Zona (17, 18, 19)	Al	Fe	In	ST	S	T	pH (Unidad de pH)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (µmhos/cm)	Cloro Total (mg/L)	Cloro Residual Libre (mg/L)	Olor	Sabor	Caudal (l/s)		
RMonz 1	2201093-1	AS	2022/01/24	09:56	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-2	AS	2022/01/24	14:07	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-3	AS	2022/01/24	18:20	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-4	AS	2022/01/25	07:05	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-5	AS	2022/01/25	12:44	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-6	AS	2022/01/25	18:07	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-7	AS	2022/01/26	06:44	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
RMonz 1	2201093-8	AS	2022/01/26	12:57	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18			✓	✓															
(1) Uso exclusivo para el Laboratorio												N° Total de Envases:												OBSERVACIONES DE CAMPO:			
AN = Agua Natural ARB = Agua Residual Industrial ARD = Agua Residual Doméstica APRO = Agua de Proceso ASL = Agua Salina H = Aire F = Fibra Sa = Sedimento AS = Agua Superficial AB = Agua de Bodega AC = Agua para uso y Consumo Humano AR = Agua Residual ASA = Agua Salada R = Ruido E = Emisiones Su = Suelo ASUB = Agua Subterránea AP = Agua Potable API = Agua de Piscina AM = Agua de Mar L = Lodos O = Otros:																											
Responsable del Muestreo												Cliente (Supervisor)												Recapitulación de Muestras			
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS												Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS												Firma: <i>[Firma]</i>			
Fecha y Hora: 27/01/2022 ; 18:30												Fecha y Hora: 27/01/2022 ; 18:30												Fecha y Hora: 2022-01-28 12:00			
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN DEBIDAMENTE REFRIGERADAS EN EL COOLER																								Recibido por: <i>[Firma]</i> Fecha: 2022-01-28 12:00 Hora: 2022-01-28 12:00			

HidroLab		CADENA DE CUSTODIA										F02.P-LAB-06 Revisión: 02 Fecha: 2020-12-16 Página: 1 de 1																			
DATOS DEL CLIENTE						CADENA DE CUSTODIA N°: 2203135				VERSIÓN:		Hoja: 1 / 2																			
CLIENTE: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS						CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS				CORREO: sumaran.964@gmail.com		TELÉFONO: 948827838																			
DIRECCIÓN: Dr. ALFONSO UGARTE H.Z.B Lt. 8 - TINGO MARÍA, HUÁNUCO						DISTRITO: RUPA RUPA				PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUÁNUCO																			
DATOS DEL MUESTREO						MUESTREO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>				ORDEN DE TRABAJO (1): 211202S		PLAN DE MUESTREO (1):																			
LUGAR DE MUESTREO: Río MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA						DISTRITO: RUPA RUPA				PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUÁNUCO																			
REFERENCIA / PROYECTO		EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO				ENSAYO (S) SOLICITADO (S)				PARAMETROS EN CAMPO																			
TESIS UNAS		MULTIPARAMETRO RONSELL		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)				A A																							
				Filtrada (Marcar con X)																											
				<table border="1"> <tr><td>Acido Nítrico</td><td>HNO3</td></tr> <tr><td>Acido Sulfúrico</td><td>H2SO4</td></tr> <tr><td>Hidróxido de Sodio</td><td>NaOH 1N</td></tr> <tr><td>Hidróxido de Sodio</td><td>NaOH 0.1N</td></tr> <tr><td>Acetato de Zinc</td><td>(CH3COO)2 Zn</td></tr> <tr><td>Sulfato de Amonio</td><td>(NH4)2SO4</td></tr> </table>				Acido Nítrico	HNO3	Acido Sulfúrico	H2SO4	Hidróxido de Sodio	NaOH 1N	Hidróxido de Sodio	NaOH 0.1N	Acetato de Zinc	(CH3COO)2 Zn	Sulfato de Amonio	(NH4)2SO4												
Acido Nítrico	HNO3																														
Acido Sulfúrico	H2SO4																														
Hidróxido de Sodio	NaOH 1N																														
Hidróxido de Sodio	NaOH 0.1N																														
Acetato de Zinc	(CH3COO)2 Zn																														
Sulfato de Amonio	(NH4)2SO4																														
				Lugel																											
ESTACIÓN DE MUESTREO	CODIGO DE LABORATORIO (1)	TIPO DE MATRIZ (2)	MUESTREO		N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)	Altitud (m.s.n.m.) Zona (17, 18, 19)	pH (Unidad de pH)		Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	Cloro Residual Libre (mg/L)	Olor	Sabor	Caudal ()													
RMonz 1	2203135-1	AS	2022/03/26	09:00	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-2	AS	2022/03/26	13:52	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-3	AS	2022/03/26	18:00	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-4	AS	2022/03/27	06:33	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-5	AS	2022/03/27	12:07	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-6	AS	2022/03/27	18:21	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-7	AS	2022/03/28	07:10	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
RMonz 1	2203135-8	AS	2022/03/28	13:03	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653 18	✓	✓																					
(1) Uso exclusivo para el Laboratorio						N° Total de Envases:		OBSERVACIONES DE CAMPO:																							
(2)		AN = Agua Natural	ARI = Agua Residual Industrial	ARD = Agua Residual Doméstica	APRO = Agua de Proceso	ASL = Agua Salina	H = Aire	F = Filtro	Sa = Sedimento																						
		AS = Agua Superficial	AB = Agua de Bebe	AD = Agua para uso y Consumo Humano	AR = Agua Residual	ASA = Agua Salobre	R = Riacho	E = Emulsion	Su = Suelo																						
		ASUB = Agua Subterránea	AP = Agua Potable	API = Agua de Piscina	AM = Agua de Mar	L = Lodo	Q = Otros:																								
Responsable del Muestreo						Cliente (Supervisor)						Recepción de Muestras																			
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS			Firma: <i>[Firma]</i>			Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS			Firma: <i>[Firma]</i>			Recepcionado por: <i>[Firma]</i>			Firma: <i>[Firma]</i>																
Fecha y Hora: 30/03/2022 ; 18:00H						Fecha y Hora: 30/03/2022 ; 18:00H						Fecha y Hora: 20/03/2022 ; 15:20			Fecha de entrega de tuberos (1):																
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN DEBIDAMENTE REFRIGERADAS EN EL COOLER						Refrigerado: SI						Dentro del tiempo de almacenamiento: SI																			
Dirección: Av. Carretera Central Km 9,3 Mz. "A" Lt. 6 - Asociación Ntra. Sra. De la Merced - Ate Vitarte - Lima - Teléfono: (01) 356-0230 Anexos: 20/24. Celular: 947148233 - Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / natali.mallma@hidrolab.pe																															



CADENA DE CUSTODIA

P02 P-LAB-08
Revisión: 02
Fecha: 2020-12-16
Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		CADENA DE CUSTODIA N°: 2205002		VERSIÓN:		Hoja: 1/2	
LENTE ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CONTACTO: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS		CORREO: sumaran.964@gmail.com		TELÉFONO: 948827838	
DIRECCIÓN: Jr. ALFONSO UGARTE Mz. B Lt. 8 - TINGO MARIA, HUAÍNUCO		DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUAÍNUCO	
DATOS DEL MUESTREO		MUESTREADO POR: HIDROLAB <input type="checkbox"/> CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>		ORDEN DE TRABAJO (1): 2204049		PLAN DE MUESTREO (1): -	
LUGAR DE MUESTREO: RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA		DISTRITO: RUPA RUPA		PROVINCIA: LEONCIO PRADO		DEPARTAMENTO: HUAÍNUCO	

REFERENCIA / PROYECTO		EQUIPOS UTILIZADOS		DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO		ENSAYO (S) SOLICITADO (S)		PARÁMETROS EN CAMPO									
TESIS UNAS		MULTIPARÁMETRO PONSSELL		Dentro de alcance de la Acreditación (A) / Fuera del Alcance de la Acreditación (N) / Subcontrato (S)		A A											
				Filtrada (Marcar con X)													
				PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)													
				Ácido Nítrico		HNO ₃											
				Ácido Sulfúrico		H ₂ SO ₄											
				Hidróxido de Sodio		NaOH 5N											
				Hidróxido de Sodio		NaOH 6N											
				Acetato de Zinc		(CH ₃ COO) ₂ Zn											
				Sulfato de Amonio		(NH ₄) ₂ SO ₄											
				Lugol													
ESTACIÓN DE MUESTREO	CODIGO DE LABORATORIO (1)	TIPO DE MATRIZ (2)	MUESTREO		N° DE ENVASES	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	Coordenadas Geográficas (UTM - WGS84)	Altitud (m.s.n.m.)	Zona (17, 18, 19)								
R Monz 1	2205002-1	AS	2022/04/29	10:15	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-2	AS	2022/04/29	12:15	2	AGUA TURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-3	AS	2022/04/29	17:47	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-4	AS	2022/04/30	06:58	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-5	AS	2022/04/30	12:40	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-6	AS	2022/04/30	17:31	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-7	AS	2022/05/01	06:55	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								
R Monz 1	2205002-8	AS	2022/05/01	12:00	2	AGUA SEMITURBIA	E: 386975 N: 8969105	653	18								

(1) Uso exclusivo para el Laboratorio N° Total de Envases:
 AN = Agua Natural ARI = Agua Residual Industrial ARD = Agua Residual Doméstica APRO = Agua de Proceso
 AS = Agua Superficial AB = Agua de Bebida AC = Agua para uso y Consumo Humano AR = Agua Residual
 ASUB = Agua Subterránea AP = Agua Potable AP1 = Agua de Piscinas AM = Agua de Mar
 ABL = Agua Salina H = Aire F = Fibro Se = Sedimento
 ASA = Agua Salobre R = Ruido E = Emisiones Su = Suelo
 L = Lodos O = Otros

OBSERVACIONES DE CAMPO:

RECIBIDO

Responsable del Muestreo		Cliente (Supervisor)		Recepción de Muestras	
Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS	Firma: <i>[Firma]</i>	Nombre y Apellidos: ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS	Firma: <i>[Firma]</i>	Recepcionado por: Felisa Camara	Firma: <i>[Firma]</i>
Fecha y Hora: 02/05/2022 ; 18:00		Fecha y Hora: 02/05/2022 ; 18:00		Fecha y Hora: 02.05.22 17:00	

OBSERVACIONES: **LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN DEBIDAMENTE REFRIGERADAS EN EL COOLER**

Correctamente Preservado:	51	Volumen y Recipientes adecuados:	51
Refrigerado:	51%	Dentro del tiempo de almacenamiento:	51

Fecha de entrega de informe: **2022-05-10**

ANEXO 3:

**NIVELES PROMEDIOS DIARIOS
BRINDADOS POR EL SERVICIO
NACIONAL DE HIDROLOGÍA Y
METEOROLOGÍA DEL PERÚ
(SENAMHI)**



2018-2017 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2017

Día	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOV.	DIC.
	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)
1	2.85	2.09	2.75	2.48	2.38	1.86	2.15	1.61	1.58	1.97	2.04	2.19
2	3.03	1.79	3.18	2.38	2.28	2.06	3.03	1.50	1.67	1.77	2.02	2.11
3	2.46	1.90	2.75	2.15	2.28	1.97	2.33	1.55	1.62	1.91	2.07	2.54
4	2.45	1.56	2.85	2.28	2.25	2.13	2.02	1.48	1.49	2.00	2.19	2.25
5	2.36	2.40	2.45	2.40	1.95	1.97	1.93	1.50	1.53	1.81	1.95	2.71
6	3.35	2.09	2.55	2.40	2.38	1.86	1.85	1.47	1.68	1.69	2.06	2.76
7	2.98	2.16	2.43	2.15	2.18	1.87	1.87	1.45	1.55	1.68	2.12	2.41
8	2.59	2.05	2.53	2.25	2.15	1.79	1.87	1.43	1.54	1.99	2.08	2.25
9	2.70	2.48	2.35	2.45	2.05	1.94	1.99	1.42	1.59	1.72	2.20	2.26
10	2.49	2.39	2.85	2.53	2.28	1.84	1.98	1.43	1.54	1.72	2.08	2.16
11	2.85	2.38	2.65	2.70	2.08	2.18	1.85	1.45	1.64	1.66	1.96	2.72
12	2.70	2.35	2.55	2.43	1.95	2.05	2.07	1.44	1.84	1.78	2.44	2.23
13	2.58	2.25	2.33	2.33	2.23	2.20	1.81	1.49	1.64	1.64	2.53	2.19
14	2.68	2.55	3.38	2.28	2.25	2.36	1.76	1.63	1.86	1.68	2.23	2.09
15	2.80	3.28	2.43	2.15	2.15	2.30	1.75	1.48	2.03	2.96	2.40	2.09
16	2.76	2.35	2.50	2.08	2.05	2.05	1.66	1.45	2.08	2.25	2.16	2.06
17	2.78	2.55	2.98	2.28	2.18	1.95	1.70	1.81	1.94	2.06	2.61	2.02
18	2.36	2.35	2.45	2.25	1.95	1.92	1.64	2.22	1.97	2.01	2.40	2.17
19	2.46	2.46	2.35	2.23	2.38	1.84	1.72	1.73	1.73	1.86	2.15	3.38
20	2.61	2.45	2.45	2.15	2.33	1.85	1.75	1.56	1.59	2.02	2.21	2.44
21	2.35	2.40	2.35	2.35	2.78	2.15	1.67	1.93	1.54	2.41	2.21	2.26
22	2.55	2.15	2.55	2.25	2.35	2.13	1.56	1.76	1.57	2.27	2.01	2.68
23	2.35	2.25	2.45	2.35	2.45	1.94	1.61	1.80	1.65	2.41	2.06	2.44
24	2.45	2.15	2.65	2.03	2.25	1.86	1.64	1.59	1.92	2.19	2.18	2.36
25	2.78	2.35	2.55	2.05	2.15	1.83	1.58	1.56	1.92	1.94	2.01	2.21
26	2.45	2.85	2.25	2.23	2.13	1.76	1.59	1.57	2.02	2.07	1.92	2.28
27	2.49	2.75	2.35	2.30	2.33	1.75	1.47	1.56	1.92	2.16	2.04	2.49
28	2.16	2.75	2.55	2.70	2.15	1.77	1.57	1.62	1.81	2.09	2.30	2.34
29	2.25	-	2.38	2.38	2.05	2.00	1.54	1.69	2.38	2.07	2.20	3.16
30	2.15	-	2.70	2.63	2.07	1.89	1.57	1.63	2.23	2.37	1.96	2.82
31	2.05	-	2.35	-	1.97	-	1.60	1.62	-	2.05	-	2.49

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MAGNESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N° EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firma Digital
Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FAU
20131386028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:29:14 -05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



2018-2017 " DECEINIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2018

Día	ENERO Nivel Promedio Diario (m)	FEBRERO Nivel Promedio Diario (m)	MARZO Nivel Promedio Diario (m)	ABRIL Nivel Promedio Diario (m)	MAYO Nivel Promedio Diario (m)	JUNIO Nivel Promedio Diario (m)	JULIO Nivel Promedio Diario (m)	AGOSTO Nivel Promedio Diario (m)	SETIEMB. Nivel Promedio Diario (m)	OCTUB. Nivel Promedio Diario (m)	NOV. Nivel Promedio Diario (m)	DIC. Nivel Promedio Diario (m)
1	2.49	2.09	2.38	2.29	S/D	S/D	1.54	1.54	1.49	1.65	2.61	2.26
2	2.79	2.07	2.24	2.41	S/D	S/D	1.51	1.49	1.48	1.57	2.39	2.22
3	2.41	2.04	2.76	2.87	S/D	S/D	1.50	1.56	1.58	1.75	2.25	2.42
4	2.52	2.03	2.42	2.49	S/D	S/D	1.48	1.47	1.57	1.93	2.34	2.21
5	2.77	2.25	2.48	2.34	S/D	S/D	1.52	1.47	1.50	2.56	2.13	2.36
6	2.77	2.74	2.29	2.22	S/D	S/D	1.48	2.11	1.45	1.89	2.32	2.31
7	2.65	2.47	2.86	2.41	S/D	S/D	1.46	1.95	1.42	1.87	2.28	2.34
8	2.65	2.67	2.39	2.64	S/D	S/D	1.43	2.04	1.41	2.10	2.31	2.26
9	2.50	2.48	2.31	2.27	S/D	S/D	1.57	1.69	1.39	2.28	2.14	2.18
10	2.48	3.17	2.42	2.21	S/D	S/D	1.72	1.67	1.38	2.12	2.11	2.06
11	2.44	2.75	2.32	2.11	S/D	S/D	1.76	1.80	1.41	2.01	2.28	2.26
12	2.40	2.42	2.35	2.09	S/D	S/D	1.63	1.59	1.46	2.00	2.10	2.12
13	2.57	2.44	2.33	2.01	S/D	S/D	1.59	1.53	1.38	1.95	2.65	2.19
14	2.45	2.71	2.31	2.08	S/D	S/D	1.51	1.49	1.37	2.41	2.19	2.19
15	3.54	2.43	2.35	2.12	S/D	S/D	1.47	1.46	1.46	2.13	2.38	3.07
16	2.62	3.33	2.79	2.11	S/D	S/D	1.43	1.89	1.51	2.00	2.61	2.67
17	2.77	2.66	2.34	2.14	S/D	S/D	1.47	1.71	1.48	2.05	2.35	2.43
18	3.21	2.53	2.66	2.09	S/D	S/D	1.64	1.67	1.67	2.00	2.19	3.02
19	2.77	2.66	2.41	S/D	S/D	S/D	1.56	1.57	1.44	2.06	2.37	2.54
20	3.01	2.61	2.31	S/D	S/D	S/D	1.54	1.68	1.40	1.94	2.36	2.55
21	2.75	2.53	2.64	S/D	S/D	S/D	1.80	2.12	1.64	2.41	2.21	3.20
22	3.13	2.37	2.34	S/D	S/D	S/D	2.26	2.22	2.02	2.03	2.50	2.67
23	2.71	2.41	2.29	S/D	S/D	S/D	2.14	1.91	1.69	1.91	2.34	2.63
24	2.76	2.28	2.35	S/D	S/D	S/D	1.79	1.81	1.55	2.57	2.29	2.49
25	2.50	2.27	2.68	S/D	S/D	S/D	1.80	1.68	1.58	2.24	2.64	2.63
26	2.41	2.27	2.45	S/D	S/D	S/D	1.67	1.65	1.61	2.69	3.18	2.80
27	2.42	2.36	2.39	S/D	S/D	S/D	1.57	1.86	1.68	2.74	2.89	2.59
28	2.27	2.29	2.34	S/D	S/D	S/D	1.55	1.69	1.59	2.56	2.77	2.44
29	2.26	-	2.81	S/D	S/D	S/D	1.50	1.60	1.63	2.65	2.51	2.44
30	2.19	-	2.76	S/D	S/D	S/D	1.48	1.54	1.46	2.56	2.41	2.39
31	2.21	-	2.62	-	S/D	-	1.45	1.51	-	2.61	-	2.35

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MAGNESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N°EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firma Digital
Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FAU
20131366028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:30:38 -05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



PERÚ Ministerio del Ambiente



2018-2017 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2019

Día	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOV.	DIC.
	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)
1	2.41	3.13	2.55	2.37	2.22	1.72	1.56	1.56	1.33	1.44	1.88	2.37
2	2.27	2.50	2.48	2.38	2.09	1.69	1.49	1.53	1.34	1.50	1.95	2.34
3	2.26	2.65	2.38	2.48	2.02	1.65	1.47	1.49	1.38	1.49	1.82	2.72
4	2.49	2.54	2.58	2.53	2.04	1.88	1.45	1.51	1.33	1.72	1.90	2.43
5	2.50	3.08	2.31	2.28	2.11	1.92	1.44	1.47	1.88	1.69	1.98	2.83
6	2.37	2.63	2.89	2.47	2.38	1.71	1.54	1.46	1.55	2.42	2.05	2.58
7	2.27	2.70	2.38	2.42	2.02	1.66	1.74	1.44	1.45	2.90	2.06	2.47
8	2.35	2.85	2.38	2.46	2.02	1.64	2.12	1.43	1.37	2.14	2.20	2.44
9	2.30	2.50	3.07	2.26	2.03	1.62	1.85	1.41	1.51	2.08	1.99	2.47
10	2.19	2.45	2.46	2.16	1.97	1.75	1.64	1.40	1.37	1.83	2.52	2.83
11	2.33	2.87	3.00	2.10	1.88	1.63	1.56	1.39	1.48	1.71	2.80	2.43
12	2.66	2.93	2.64	2.16	1.89	1.61	1.52	1.45	1.42	1.63	2.67	2.54
13	2.28	3.01	2.74	2.36	2.43	1.56	1.49	1.42	1.62	2.06	2.28	2.38
14	2.49	2.48	2.66	2.30	2.60	1.55	1.50	1.45	1.68	1.91	2.58	2.30
15	2.78	2.57	3.21	2.11	2.48	1.55	1.51	1.41	1.46	2.03	2.24	2.31
16	2.07	2.39	2.69	2.09	2.39	1.79	1.76	1.37	1.38	1.87	3.08	2.66
17	2.92	2.62	2.58	2.06	2.19	2.21	1.89	1.36	1.33	2.46	2.50	2.77
18	2.75	2.92	2.90	2.16	2.05	1.82	1.82	1.34	1.28	2.22	2.34	3.30
19	2.57	2.59	2.97	2.10	1.99	1.68	1.66	1.34	1.31	2.10	2.17	3.88
20	2.42	2.65	2.67	2.17	1.95	1.61	1.64	1.36	1.34	2.63	2.14	3.44
21	2.51	2.84	2.52	2.04	1.95	1.56	1.59	1.47	1.53	2.06	2.01	2.98
22	2.54	2.58	3.38	2.05	1.91	1.55	1.55	1.55	1.61	1.99	1.94	2.95
23	2.48	2.89	2.91	2.22	1.85	1.54	1.61	1.48	1.41	2.07	1.99	2.74
24	2.86	2.60	2.65	2.20	1.96	1.51	1.64	1.40	1.41	1.92	2.45	2.99
25	2.70	2.54	3.21	2.03	2.07	1.49	1.86	1.35	1.53	1.85	2.04	2.72
26	2.75	2.74	3.31	1.98	2.12	1.47	1.75	1.46	1.45	1.81	1.99	2.90
27	2.44	2.53	3.00	2.33	1.90	1.47	2.02	1.37	1.39	1.74	2.15	2.65
28	2.44	2.48	3.02	2.28	1.86	1.84	2.09	1.55	1.52	1.77	2.02	2.81
29	2.67	-	2.90	2.10	1.81	1.72	1.76	1.39	1.40	1.72	1.94	3.16
30	2.57	-	2.61	2.03	1.76	1.64	1.63	1.47	1.51	2.07	1.91	3.20
31	2.61	-	2.47	-	1.73	-	1.57	1.36	-	1.85	-	2.97

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MAGNESIO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRESCIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N°EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firma Digital
Firmado digitalmente por VERA AREVALO Hector Alberto FAU
2013136028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:30:57 -05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062- 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



2018-2017 " DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2020

Día	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOV.	DIC.
	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)
1	3.01	2.35	2.61	2.37	2.18	1.79	1.52	1.58	1.43	1.77	1.68	1.96
2	2.86	2.41	2.44	2.38	2.86	1.90	2.86	2.86	1.33	2.86	1.62	2.86
3	2.85	2.45	2.29	2.48	2.26	1.82	1.48	1.50	1.42	1.53	1.63	2.00
4	2.68	2.36	2.25	2.53	2.30	1.78	1.58	1.47	1.36	1.99	1.55	2.51
5	2.55	2.35	2.43	2.28	2.08	2.43	1.52	1.44	1.36	1.68	1.54	2.60
6	2.44	3.37	2.59	2.47	2.01	2.13	1.66	1.43	1.34	1.52	1.60	2.21
7	2.80	2.91	2.29	2.42	2.40	1.91	1.91	1.42	1.39	1.61	1.63	2.90
8	2.59	2.61	2.38	2.46	2.40	1.81	1.76	1.42	1.46	1.70	1.64	2.60
9	2.58	2.71	2.60	2.26	2.08	1.77	2.16	1.43	1.41	1.59	1.47	2.32
10	2.34	3.34	2.57	2.16	2.01	1.72	1.97	1.42	1.39	1.68	1.56	2.13
11	2.39	2.93	2.38	2.10	2.01	1.64	1.91	1.40	1.39	1.53	1.57	2.48
12	2.34	2.63	2.26	2.16	1.91	1.65	1.72	1.38	1.35	1.44	2.04	2.13
13	2.37	2.61	2.20	2.36	2.03	1.65	1.66	1.40	1.38	1.42	1.74	2.25
14	2.55	2.63	2.57	2.30	1.89	1.72	1.82	1.36	1.43	1.44	2.48	2.11
15	2.60	2.46	2.21	2.11	1.94	1.74	1.65	1.52	1.77	1.54	1.87	2.38
16	2.61	2.77	2.22	2.09	2.01	1.82	1.83	1.66	1.54	1.61	1.83	2.19
17	2.59	2.59	2.25	2.06	2.14	1.73	1.76	1.55	1.38	1.67	1.74	2.31
18	2.56	2.50	2.60	2.16	1.94	1.65	1.77	1.44	1.60	1.56	1.78	2.49
19	2.44	2.47	2.41	2.10	1.94	1.64	1.68	1.38	1.85	1.62	1.69	2.24
20	2.27	2.51	2.99	2.17	1.86	1.59	1.63	1.62	1.59	1.64	1.85	2.32
21	2.24	2.37	2.61	2.04	1.93	1.90	1.61	1.54	1.56	2.27	2.26	2.38
22	2.14	2.43	2.60	2.05	1.95	2.10	1.59	1.72	1.94	1.86	1.84	2.19
23	2.35	2.38	2.68	2.22	1.93	1.75	1.54	1.66	1.80	1.97	1.88	2.78
24	2.19	2.38	2.47	2.20	2.06	1.66	1.55	1.49	1.80	1.86	1.85	2.40
25	2.61	2.47	2.31	2.03	2.17	1.63	1.75	1.43	1.74	1.76	2.10	2.45
26	2.47	2.40	2.21	1.98	2.05	1.68	1.69	1.37	1.54	1.68	1.77	2.37
27	2.28	2.38	2.30	2.33	1.89	1.62	1.70	1.37	1.64	1.55	1.69	3.06
28	2.14	2.29	2.41	2.28	1.82	1.56	1.76	1.34	1.71	1.52	1.84	2.73
29	2.25	2.51	2.78	2.10	1.77	1.58	1.54	1.33	1.64	1.48	1.95	2.45
30	2.26		2.88	2.03	1.74	1.56	1.58	1.33	1.99	1.68	2.15	2.49
31	2.27		2.52		1.72		1.59	1.34		2.00		2.50

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MAGNESIO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N° EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firma Digital
Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FAU
20131368028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:31:17 -05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062-512070 CEL. 955899144
Link: <http://huancuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



PERÚ Ministerio del Ambiente



2018-2017 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2021

Día	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOV.	DIC.
	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)
1	2.89	2.22	2.61	2.48	2.27	1.99	2.10	1.69	1.58	1.52	2.23	2.65
2	2.86	2.15	2.24	2.36	2.11	1.82	1.93	2.86	1.53	1.59	1.87	2.86
3	2.57	2.15	2.08	3.56	2.05	1.80	1.81	1.78	1.44	1.57	2.01	2.57
4	2.63	2.25	2.11	2.55	2.05	1.89	1.76	1.73	1.42	1.52	2.05	2.52
5	2.46	2.67	2.25	2.40	2.04	1.93	1.73	1.62	1.40	1.89	2.08	2.55
6	2.59	2.98	2.42	2.53	2.06	1.79	1.71	1.59	1.77	1.76	2.17	2.96
7	3.23	2.41	2.44	2.59	2.03	1.86	1.68	1.53	1.62	1.86	2.08	2.71
8	2.64	2.20	2.30	2.35	2.19	2.03	1.66	1.51	1.48	1.99	2.08	2.46
9	2.51	2.45	2.70	2.53	2.33	1.81	1.64	1.48	1.78	2.02	2.75	2.49
10	2.49	2.29	3.33	2.27	2.16	1.80	1.63	1.46	1.74	1.78	2.20	2.69
11	2.35	2.31	2.71	2.19	1.99	1.91	1.68	1.47	2.10	1.70	2.08	2.41
12	2.24	2.66	2.59	2.40	1.96	2.33	1.79	1.54	1.72	1.67	2.01	2.44
13	2.24	2.44	2.66	2.51	1.94	2.22	1.74	1.73	1.87	1.60	2.83	2.56
14	2.21	2.33	2.45	2.41	2.00	2.08	1.73	1.52	1.74	1.54	2.17	2.73
15	3.13	2.27	2.56	2.79	2.12	1.96	1.65	1.54	1.69	1.71	2.12	2.43
16	2.36	2.31	2.56	2.44	2.12	2.07	1.61	1.48	1.64	1.96	2.28	2.47
17	2.49	2.19	2.47	2.29	2.04	1.96	1.59	1.44	1.94	1.82	2.11	2.98
18	3.06	2.15	2.29	2.39	2.36	1.97	1.95	1.43	1.74	1.74	2.55	2.56
19	2.68	2.04	2.33	2.19	2.13	2.02	1.82	1.41	1.58	2.58	2.07	2.74
20	3.05	2.02	2.21	2.18	1.98	1.96	1.91	1.45	1.63	2.77	2.61	2.62
21	2.85	2.23	2.44	2.11	1.97	1.91	1.91	1.44	1.56	1.95	2.32	2.37
22	2.64	2.15	2.64	2.05	1.97	2.39	1.78	1.45	1.87	1.77	2.32	2.32
23	2.78	2.06	2.45	2.06	2.05	1.97	1.66	1.41	1.81	1.72	2.16	2.27
24	2.41	2.66	2.68	2.07	2.07	1.89	1.62	1.42	1.59	1.64	2.27	2.71
25	2.48	2.41	2.33	2.06	2.36	1.82	1.58	1.46	1.59	1.97	2.38	2.26
26	2.46	2.10	2.46	2.44	2.11	1.78	1.56	1.52	1.52	1.71	2.25	2.14
27	2.62	2.26	2.40	2.13	1.98	1.78	1.54	1.53	1.51	1.66	2.51	2.08
28	2.40	2.10	2.65	2.15	1.84	1.86	1.52	1.42	1.48	2.31	2.41	2.50
29	2.44	-	2.77	2.54	1.80	2.20	1.79	1.91	1.43	1.99	2.55	2.19
30	2.86	-	2.53	2.55	1.77	2.20	2.04	1.72	1.91	1.92	2.82	2.10
31	2.43	-	2.47	-	2.08	-	1.92	1.80	-	1.83	-	2.36

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MAGNESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N°EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firma Digital

Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FAU
2013136028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:31:39 -05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huánuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



PERÚ Ministerio del Ambiente



2018-2017 " DECEenio DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL".

ESTACIÓN: EHA PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro Nivel de agua Promedios diarios (m)

Periodo: 2022

Día	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOV.	DIC.
	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)	Nivel Promedio Diario (m)
1	2.20	2.34	2.49	2.67	2.23	-	-	-	-	-	-	-
2	2.86	2.48	2.54	2.67	1.98	-	-	-	-	-	-	-
3	2.01	2.20	2.57	2.68	1.95	-	-	-	-	-	-	-
4	1.99	2.26	2.38	2.84	2.19	-	-	-	-	-	-	-
5	2.20	2.20	2.35	2.76	2.19	-	-	-	-	-	-	-
6	2.11	2.47	2.51	2.71	2.03	-	-	-	-	-	-	-
7	2.04	2.52	2.60	2.55	2.05	-	-	-	-	-	-	-
8	1.92	2.32	2.35	2.40	2.20	-	-	-	-	-	-	-
9	1.96	3.08	2.64	2.61	2.07	-	-	-	-	-	-	-
10	1.93	2.84	2.36	2.50	2.18	-	-	-	-	-	-	-
11	2.10	2.45	2.43	2.35	2.12	-	-	-	-	-	-	-
12	2.08	2.65	2.36	2.56	2.92	-	-	-	-	-	-	-
13	2.47	2.88	2.47	2.43	2.65	-	-	-	-	-	-	-
14	2.07	2.61	2.68	2.43	2.31	-	-	-	-	-	-	-
15	2.30	2.49	2.50	2.70	2.14	-	-	-	-	-	-	-
16	2.09	2.41	2.44	2.48	2.07	-	-	-	-	-	-	-
17	1.96	2.48	2.42	2.31	2.54	-	-	-	-	-	-	-
18	2.10	2.48	2.26	2.24	2.43	-	-	-	-	-	-	-
19	2.06	2.39	2.24	2.14	2.24	-	-	-	-	-	-	-
20	2.13	2.30	2.64	2.05	2.20	-	-	-	-	-	-	-
21	2.32	2.21	2.35	2.14	2.11	-	-	-	-	-	-	-
22	2.19	2.39	2.41	2.00	2.01	-	-	-	-	-	-	-
23	2.26	2.53	2.41	2.04	1.99	-	-	-	-	-	-	-
24	3.04	2.29	2.37	1.94	1.90	-	-	-	-	-	-	-
25	2.65	2.24	2.41	2.10	2.10	-	-	-	-	-	-	-
26	3.07	3.00	3.00	1.91	1.94	-	-	-	-	-	-	-
27	2.49	2.51	2.42	1.93	1.95	-	-	-	-	-	-	-
28	2.32	2.29	2.85	2.01	2.12	-	-	-	-	-	-	-
29	2.27	-	2.45	2.05	2.02	-	-	-	-	-	-	-
30	2.28	-	2.41	2.29	1.94	-	-	-	-	-	-	-
31	2.22	-	2.45	-	1.91	-	-	-	-	-	-	-

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

TESIS: " RELACIÓN DEL ALUMINIO , HIERRO Y MAGNESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS ÉPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN - TRAMO PUENTE BELLA , LEONCIO PRADO"

COD. REG. N° D003/2022

PRESUPUESTO N° EXP. 2022-00003025.

HUÁNUCO, 02 DE JUNIO DEL 2022.



Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FAU
2013130028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.06.2022 17:32:10 - 05:00



Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



* 2018 - 2027 DEVENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA HOMBRES Y MUJERES*.
* AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO*.

ESTACIÓN: HLM PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro **Nivel Promedio de Río (m.)**

Mes: **JUNIO 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m.)
1	2.13
2	2.07
3	2.21
4	2.62
5	2.08
6	2.08
7	2.30
8	2.09
9	2.04
10	2.27
11	2.05
12	1.97
13	1.91
14	1.85
15	1.82
16	1.81
17	1.76
18	1.76
19	1.89
20	1.77
21	1.72
22	1.69
23	1.78
24	1.70
25	1.92
26	1.82
27	1.68
28	1.63
29	1.61
30	1.58

PROMEDIO 57.57

Mes: **JULIO 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m.)
1	1.55
2	1.53
3	1.55
4	1.52
5	1.53
6	1.47
7	1.50
8	1.60
9	1.72
10	1.55
11	1.50
12	1.48
13	1.54
14	1.59
15	1.49
16	1.49
17	1.81
18	2.21
19	1.76
20	1.62
21	1.52
22	1.48
23	1.46
24	1.45
25	1.65
26	1.92
27	1.75
28	1.58
29	1.54
30	1.48
31	1.44

PROMEDIO 49.24

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACION PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

OBRA:

"RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO"

COD. REG. D002/2023

PRESUPUESTO N° 2023-000 363

HUÁNUCO, 13 DE FEBRERO DEL 2023.

Pág. 1 de 4



Firmado digitalmente por BARRUETA
FACHING Yureisse Marian FAU
20131366028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.02.2023 15:48:11 -05:00

Ing. Yureisse Marian Barrueta Faching.
Director Zonal 10 - (E)
SENAMHI

Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
CEL. 955899144

Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



* 2018 - 2027 DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA HOMBRES Y MUJERES*.
* AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO*.

ESTACIÓN: HLM PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro **Nivel Promedio de Río (m.)**

Mes: **AGOSTO 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m)
1	1.42
2	1.49
3	1.46
4	1.86
5	1.87
6	2.28
7	2.38
8	2.03
9	1.90
10	2.16
11	2.01
12	1.72
13	1.73
14	1.65
15	1.59
16	1.58
17	1.56
18	1.54
19	1.58
20	1.59
21	1.54
22	1.48
23	1.45
24	1.44
25	1.42
26	1.42
27	1.40
28	1.41
29	1.43
30	1.62
31	1.44

PROMEDIO 51.45

Mes: **SEPTIEMBRE 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m)
1	1.40
2	1.38
3	1.35
4	1.42
5	1.38
6	1.41
7	1.35
8	1.33
9	1.31
10	1.31
11	1.30
12	1.31
13	1.34
14	1.63
15	1.49
16	2.14
17	1.80
18	1.52
19	1.45
20	1.41
21	1.40
22	1.40
23	1.34
24	1.65
25	1.56
26	1.59
27	1.55
28	1.50
29	1.66
30	1.76

PROMEDIO 44.41

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACION PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

OBRA:

"RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO"

COD. REG. D002/2023

PRESUPUESTO N° 2023-000 363

HUÁNUCO, 13 DE FEBRERO DEL 2023.

Pág. 2 de 4



Firma Digital
Firmado digitalmente por BARRUETA
FACHING Yureisse Marian FAU
20131388028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.02.2023 15:47:11 -05:00

Ing. Yureisse Marian Barrueta Faching.
Director Zonal 10 - (E)
SENAMHI

Jr.Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
CEL 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe





* 2018 - 2027 DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA HOMBRES Y MUJERES*.
* AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO*.

ESTACIÓN: HLM PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro **Nivel Promedio de Río (m.)**

Mes: **OCTUBRE 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m.)
1	1.59
2	1.47
3	1.49
4	1.40
5	1.41
6	1.55
7	1.67
8	1.71
9	1.68
10	1.80
11	1.69
12	1.54
13	1.44
14	1.79
15	2.11
16	1.98
17	2.03
18	1.93
19	2.30
20	1.90
21	1.88
22	2.06
23	1.86
24	2.63
25	2.11
26	1.85
27	1.89
28	1.77
29	1.81
30	1.68
31	1.79

PROMEDIO 55.77

Mes: **NOVIEMBRE 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m.)
1	1.71
2	2.05
3	1.84
4	1.68
5	1.66
6	1.62
7	1.59
8	1.55
9	1.52
10	1.78
11	1.59
12	1.58
13	1.71
14	2.10
15	1.86
16	2.24
17	1.94
18	1.79
19	1.70
20	1.62
21	1.60
22	2.08
23	1.79
24	1.66
25	1.64
26	1.62
27	1.57
28	1.53
29	1.50
30	1.47

PROMEDIO 51.55

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACION PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

OBRA:

"RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO"

COD. REG. D002/2023

PRESUPUESTO N° 2023-000 363

HUÁNUCO, 13 DE FEBRERO DEL 2023.

Pág. 3 de 4



Firmado digitalmente por BARRUETA
FACHING Yureisse Marian FAU
20131366028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.02.2023 15:47:41 -05:00

Ing. Yureisse Marian Barrueta Faching.
Director Zonal 10 - (E)
SENAMHI

Jr. Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



* 2018 - 2027 DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA HOMBRES Y MUJERES*.
* AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO*.

ESTACIÓN: HLM PUENTE BELLA

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro **Nivel Promedio de Río (m.)**

Mes: **DICIEMBRE 2022.**

Día	NIVEL DE RIO (m/2)
1	1.63
2	1.52
3	1.64
4	1.63
5	1.50
6	1.55
7	1.52
8	1.46
9	1.44
10	1.59
11	1.75
12	1.55
13	1.67
14	1.61
15	1.57
16	1.76
17	2.59
18	1.87
19	2.11
20	1.98
21	2.01
22	1.92
23	2.02
24	1.79
25	1.78
26	2.86
27	2.08
28	1.86
29	1.98
30	1.97
31	2.22

PROMEDIO 56.41

Mes: **ENERO 2023.**

Día	NIVEL DE RIO (m/2)
1	2.28
2	2.11
3	1.92
4	1.93
5	2.02
6	2.84
7	2.37
8	2.10
9	2.02
10	2.45
11	2.12
12	2.08
13	2.06
14	1.96
15	1.94
16	1.84
17	1.83
18	1.87
19	2.11
20	2.82
21	2.39
22	2.50
23	2.38
24	2.20
25	2.08
26	2.50
27	2.29
28	3.11
29	2.40
30	2.35
31	2.32

PROMEDIO 69.18

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACION PREPARADA PARA : **TESISTA ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS.**

OBRA:

"RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO"

COD. REG. D002/2023

PRESUPUESTO N° 2023-000 363

HUÁNUCO, 13 DE FEBRERO DEL 2023.

Pág. 4 de 4



Firma Digital
Firmado digitalmente por BARRUETA FACHING Yureisse Marian FAU 20131398028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.02.2023 15:48:10 -05:00

Ing. Yureisse Marian Barrueta Faching.
Director Zonal 10 - (E)
SENAMHI
Jr.Leoncio Prado N° 235 - Huánuco, Huánuco.
CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe



"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **HLM. PUENTE BELLA**

LATITUD: 09° 19' 25.2" S
LONGITUD: 76° 01' 47.2" W
ALTITUD: 663 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Rupa Rupa

Parámetro: Nivel Promedio (m).

Periodo: 2023

Nº	DIA	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).	Nivel Promedio Diario (m).
1	01	2.37	2.55	3.16	2.02	1.88	1.54	1.32	1.21	1.41	1.94	3.51
2	02	2.22	2.45	2.52	1.99	1.76	1.53	1.30	1.32	1.49	1.71	2.72
3	03	2.36	2.79	2.68	2.12	1.74	1.51	1.28	1.34	1.66	1.59	2.48
4	04	2.31	2.46	2.90	2.01	1.72	1.50	1.29	1.30	1.61	1.87	2.45
5	05	2.18	2.50	2.68	2.09	1.69	1.48	1.29	1.33	1.83	2.08	2.59
6	06	2.98	2.87	2.51	2.11	1.75	1.48	1.25	1.68	1.50	2.03	2.58
7	07	2.58	2.48	2.62	2.62	1.82	1.47	1.26	1.48	1.42	1.79	2.37
8	08	2.39	2.40	2.60	3.01	1.74	1.48	1.40	1.37	1.40	1.80	2.41
9	09	2.53	2.35	2.54	2.65	1.68	1.87	1.37	1.25	1.79	2.11	2.54
10	10	2.83	3.03	2.43	2.30	1.73	1.53	1.34	1.23	2.14	1.89	2.58
11	11	2.56	2.58	2.33	2.21	1.74	1.54	1.36	1.33	1.77	2.00	2.47
12	12	2.67	2.59	2.38	2.24	2.10	1.49	1.43	1.22	1.52	1.95	2.95
13	13	2.49	2.75	2.22	2.10	2.01	1.45	1.49	1.24	1.59	2.03	2.63
14	14	2.45	3.39	2.28	2.05	2.33	1.43	1.61	1.52	1.61	2.13	2.59
15	15	2.55	2.68	2.14	2.00	2.13	1.43	1.72	1.50	1.76	1.95	2.70
16	16	2.35	2.51	2.12	1.92	2.02	1.42	1.46	1.28	1.65	1.95	2.94
17	17	2.45	2.78	2.34	1.96	2.06	1.42	1.37	1.41	1.93	1.97	3.03
18	18	2.86	2.51	2.27	1.87	2.03	1.47	1.32	1.51	1.81	1.99	2.62
19	19	2.60	2.65	2.07	1.87	1.89	1.43	1.29	1.53	1.74	1.94	2.47
20	20	2.51	2.55	2.87	1.85	1.80	1.57	1.27	1.46	1.71	2.12	2.80
21	21	2.66	2.40	2.48	1.79	1.74	1.46	1.25	1.40	2.04	2.05	2.53
22	22	2.57	2.31	2.28	1.89	1.72	1.43	1.24	1.30	1.66	1.86	3.29
23	23	2.43	2.28	2.12	1.88	1.66	1.39	1.23	1.29	1.54	2.10	2.73
24	24	2.53	2.37	2.11	1.90	1.64	1.37	1.22	1.32	1.49	1.92	2.62
25	25	2.35	3.14	2.09	1.99	1.62	1.34	1.21	1.29	1.48	2.19	2.76
26	26	2.21	2.41	2.10	2.10	1.62	1.33	1.20	1.53	1.63	2.41	2.41
27	27	2.34	3.11	2.19	1.93	1.61	1.38	1.19	1.32	1.68	2.11	2.95
28	28	2.54	2.75	2.29	2.24	1.60	1.34	1.19	1.40	1.57	2.01	2.58
29	29	X	2.65	2.21	2.07	1.57	1.37	1.27	1.47	1.71	2.26	2.45
30	30	X	2.81	2.08	1.96	1.56	1.49	1.20	1.63	1.72	3.18	2.46
31	31	X	2.54	X	1.96	X	1.37	1.19	X	2.48	X	2.89

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA TESISTA: **ISAAC SAÚL SUMARAN SALAS**

Proyecto: "RELACIÓN DEL ALUMINIO, HIERRO Y MANGANESO CON LOS SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN LAS EPOCAS DE VACIANTE Y CRECIENTE DEL RÍO MONZÓN-TRAMO PUENTE BELLA, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO"

COD. REG. N° T003/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0002330

HUÁNUCO, 15 DE MARZO DEL 2024.



Firma Digital
Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU
20131368028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15.03.2024 16:33:39 -05:00

Ing. Juan Fernando Arboleda Orozco,
Director Zonal 10
SENAMHI



Jr. Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. 955899144
Link: <http://huanuco.senamhi.gob.pe>
www.senamhi.gob.pe

ANEXO 4:

**ESTIMACIONES DE CAUDALES
LÍQUIDOS INSTANTÁNEOS DE
FEBRERO DE 2020 A ENERO DE
2023, CAUDALES LÍQUIDOS
PROMEDIOS DIARIOS DE 2015 A
2023; E INFORMACIÓN HISTORICA
DE CAUDALES LÍQUIDOS
PROMEDIOS MENSUALES DE 1963
A 2023**

Tabla 12. Nivel observado en metros (m) y caudal líquido instantáneo estimado en m³/s de febrero de 2020 a enero 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón

Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*
		m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s
2020															
17/02/2020	06:35	2,52	370,08	12/10/2020	06:20	1,44	81,30	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/2020	12:40	2,80	485,85	12/10/2020	12:15	1,43	79,70	-	-	-	-	-	-	-	-
17/02/2020	18:15	2,58	393,38	12/10/2020	18:15	1,41	76,56	-	-	-	-	-	-	-	-
18/02/2020	06:30	2,56	385,52	13/10/2020	06:25	1,39	73,48	-	-	-	-	-	-	-	-
18/02/2020	12:20	2,47	351,27	13/10/2020	12:15	1,42	78,12	-	-	-	-	-	-	-	-
18/02/2020	18:10	2,68	434,03	13/10/2020	18:00	1,41	76,56	-	-	-	-	-	-	-	-
19/02/2020	06:25	2,53	373,90	14/10/2020	06:20	1,45	82,92	-	-	-	-	-	-	-	-
19/02/2020	12:05	2,44	340,26	14/10/2020	12:20	1,43	79,70	-	-	-	-	-	-	-	-
19/02/2020	17:55	2,40	325,89	14/10/2020	18:00	1,41	76,56	-	-	-	-	-	-	-	-
20/02/2020	06:05	2,38	318,83	15/10/2020	06:20	1,42	78,12	-	-	-	-	-	-	-	-
20/02/2020	12:25	2,80	485,85	15/10/2020	12:20	1,50	91,28	-	-	-	-	-	-	-	-
20/02/2020	18:20	2,46	347,58	15/10/2020	18:00	1,69	127,30	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/2020	06:25	2,42	333,03	16/10/2020	06:20	1,68	125,23	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/2020	12:15	2,37	315,34	16/10/2020	12:20	1,58	105,61	-	-	-	-	-	-	-	-
21/02/2020	18:10	2,32	298,19	16/10/2020	18:00	1,54	98,30	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/2020	06:25	2,30	291,49	17/10/2020	06:20	1,72	133,62	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/2020	12:35	2,44	340,26	17/10/2020	12:20	1,65	119,15	-	-	-	-	-	-	-	-
22/02/2020	18:15	2,56	385,52	17/10/2020	18:00	1,57	103,76	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/2020	06:25	2,45	343,91	18/10/2020	06:20	1,52	94,75	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/2020	12:20	2,36	311,86	18/10/2020	12:20	1,57	103,76	-	-	-	-	-	-	-	-
23/02/2020	17:50	2,30	291,49	18/10/2020	18:00	1,67	123,18	-	-	-	-	-	-	-	-
2021															

Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*
		m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s
11/01/2021	18:00	2,29	288,17	7/09/2021	06:30	1,69	127,30	22/12/2021	06:55	2,18	253,07	-	-	-	-
12/01/2021	18:00	2,20	259,26	7/09/2021	12:58	1,59	107,49	22/12/2021	12:14	2,35	308,41	-	-	-	-
13/01/2021	17:50	2,32	298,19	7/09/2021	17:45	1,57	103,76	22/12/2021	17:45	2,29	288,17	-	-	-	-
14/01/2021	17:45	2,15	243,95	8/09/2021	06:40	1,47	86,21	23/12/2021	06:58	2,30	291,49	-	-	-	-
15/01/2021	06:15	2,92	541,02	8/09/2021	12:10	1,46	84,55	23/12/2021	12:30	2,24	271,89	-	-	-	-
15/01/2021	12:45	3,37	778,68	8/09/2021	17:50	1,47	86,21	23/12/2021	17:51	2,21	262,39	-	-	-	-
15/01/2021	13:45	3,36	772,86	9/09/2021	06:25	1,93	182,80	24/12/2021	07:06	2,67	429,87	-	-	-	-
15/01/2021	14:45	3,34	761,30	9/09/2021	12:38	1,72	133,62	24/12/2021	12:40	2,88	522,26	-	-	-	-
15/01/2021	15:45	3,33	755,55	9/09/2021	17:25	1,66	121,15	24/12/2021	17:48	2,65	421,60	-	-	-	-
15/01/2021	16:45	3,33	755,55	10/09/2021	06:40	1,66	121,15	25/12/2021	07:03	2,28	284,87	-	-	-	-
15/01/2021	17:45	3,20	683,10	10/09/2021	12:35	1,83	158,29	25/12/2021	12:40	2,24	271,89	-	-	-	-
16/01/2021	06:30	2,40	325,89	10/09/2021	18:10	1,71	131,49	25/12/2021	17:43	2,20	259,26	-	-	-	-
16/01/2021	08:00	2,38	318,83	11/09/2021	06:36	2,18	253,07	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	09:30	2,36	311,86	11/09/2021	12:21	2,13	237,97	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	11:00	2,36	311,86	11/09/2021	17:44	1,93	182,80	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	12:30	2,34	304,98	12/09/2021	06:28	1,78	146,78	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	14:00	2,33	301,58	12/09/2021	12:00	1,73	135,76	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	15:30	2,32	298,19	12/09/2021	17:48	1,67	123,18	-	-	-	-	-	-	-	-
16/01/2021	17:00	2,32	298,19	13/09/2021	06:26	1,92	180,26	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/2021	07:45	2,54	377,75	13/09/2021	12:24	1,84	160,65	-	-	-	-	-	-	-	-
17/01/2021	09:45	2,52	370,08	13/09/2021	17:45	1,80	151,32	-	-	-	-	-	-	-	-
2022															
24/01/2022	09:56	3,14	651,07	26/03/2022	09:00	2,97	565,02	29/04/2022	10:15	2,10	229,17	30/12/2022	06:12	2,00	201,17
24/01/2022	14:07	3,04	599,61	26/03/2022	13:52	3,05	604,64	29/04/2022	12:15	2,03	209,35	30/12/2022	12:08	1,94	185,36
24/01/2022	18:20	3,04	599,61	26/03/2022	18:00	3,30	738,46	29/04/2022	17:47	1,96	190,55	30/12/2022	18:05	1,93	182,80
25/01/2022	07:05	2,46	347,58	27/03/2022	06:33	2,44	340,26	30/04/2022	06:58	2,30	291,49	31/12/2022	06:12	2,33	301,58
25/01/2022	12:44	2,82	494,81	27/03/2022	12:07	2,46	347,58	30/04/2022	12:40	2,34	304,98	31/12/2022	12:13	2,20	259,26
25/01/2022	18:07	2,70	442,44	27/03/2022	18:21	2,38	318,83	30/04/2022	17:31	2,20	259,26	31/12/2022	18:00	2,09	226,27

Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*	Fecha	Hora	Nivel observado	Caudal estimado*
		m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s			m	m ³ /s
26/01/2022	06:44	3,10	630,19	28/03/2022	07:10	2,64	417,50	1/05/2022	06:55	2,32	298,19	-	-	-	-
26/01/2022	12:57	3,04	599,61	28/03/2022	13:03	3,13	645,81	1/05/2022	12:00	2,28	284,87	-	-	-	-
26/01/2022	18:10	3,02	589,60	28/03/2022	18:00	2,84	503,87	1/05/2022	18:00	2,10	229,17	-	-	-	-
27/01/2022	07:10	2,54	377,75	29/03/2022	06:08	2,54	377,75	2/05/2022	07:54	1,98	195,82	-	-	-	-
27/01/2022	12:50	2,44	340,26	29/03/2022	12:31	2,44	340,26	2/05/2022	12:14	1,96	190,55	-	-	-	-
27/01/2022	16:53	2,42	333,03	29/03/2022	17:21	2,38	318,83	2/05/2022	17:31	1,93	182,80	-	-	-	-
2023															
1/01/2023	07:05	2,14	240,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/01/2023	12:00	2,27	281,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/01/2023	18:00	2,60	401,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/01/2023	06:08	2,24	271,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/01/2023	12:01	2,10	229,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/01/2023	17:01	2,04	212,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/01/2023	06:16	2,85	508,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/01/2023	12:13	3,00	579,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/01/2023	18:08	2,64	417,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/01/2023	06:09	2,54	377,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/01/2023	12:05	2,33	301,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/01/2023	18:03	2,23	268,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/01/2023	06:24	2,12	235,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/01/2023	12:09	2,08	223,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/01/2023	18:28	2,04	212,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) Caudal estimado a través de la Curva de gasto reportado por la Compañía Energética del Centro S.A.C. (junio - 2008 a diciembre - 2014) como se muestra en la Ecuación (5); y a partir de los niveles diaria-horaria registrados en cada toma de muestra para determinar la concentración de sedimentos en suspensión (STS).

Tabla 13. Caudal líquido promedio diario en m³/s de 2015 a 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón

2015 / día	Caudal (m ³ /s)	2016 / día	Caudal (m ³ /s)	2017 / día	Caudal (m ³ /s)	2018 / día	Caudal (m ³ /s)	2019 / día	Caudal (m ³ /s)	2020 / día	Caudal (m ³ /s)	2021 / día	Caudal (m ³ /s)	2022 / día	Caudal (m ³ /s)	2023 / día	Caudal (m ³ /s)
Enero																	
1	N.R	1	422,6	1	508,4	1	358,7	1	329,4	1	584,6	1	526,9	1	259,3	1	284,9
2	N.R	2	381,0	2	594,6	2	481,4	2	281,6	2	513,0	2	513,0	2	513,0	2	232,1
3	N.R	3	348,7	3	347,6	3	329,4	3	278,3	3	508,4	3	389,4	3	203,9	3	180,3
4	N.R	4	377,1	4	343,9	4	370,1	4	358,7	4	434,0	4	413,4	4	198,5	4	182,8
5	N.R	5	328,9	5	311,9	5	472,6	5	362,5	5	381,6	5	347,6	5	259,3	5	206,6
6	N.R	6	389,4	6	767,1	6	472,6	6	315,3	6	340,3	6	397,3	6	232,1	6	503,9
7	N.R	7	316,4	7	569,9	7	421,6	7	281,6	7	485,8	7	699,5	7	212,1	7	315,3
8	N.R	8	299,9	8	397,3	8	421,6	8	308,4	8	397,3	8	417,5	8	180,3	8	229,2
9	N.R	9	283,6	9	442,4	9	362,5	9	291,5	9	393,4	9	366,3	9	190,6	9	206,6
10	N.R	10	261,5	10	358,7	10	355,0	10	256,2	10	305,0	10	358,7	10	182,8	10	343,9
11	N.R	11	242,8	11	508,4	11	340,3	11	301,6	11	322,3	11	308,4	11	229,2	11	235,0
12	N.R	12	261,9	12	442,4	12	325,9	12	425,7	12	305,0	12	271,9	12	223,4	12	223,4
13	N.R	13	N.R	13	393,4	13	389,4	13	284,9	13	315,3	13	271,9	13	351,3	13	217,7
14	N.R	14	239,5	14	434,0	14	343,9	14	358,7	14	381,6	14	262,4	14	220,5	14	190,6
15	N.R	15	237,5	15	485,8	15	881,5	15	477,0	15	401,3	15	645,8	15	291,5	15	185,4
16	N.R	16	245,1	16	468,2	16	409,4	16	220,5	16	405,3	16	311,9	16	226,3	16	160,6
17	N.R	17	239,5	17	477,0	17	472,6	17	541,0	17	397,3	17	358,7	17	190,6	17	158,3
18	N.R	18	246,8	18	311,9	18	688,5	18	463,9	18	385,5	18	609,7	18	229,2	18	167,9
19	N.R	19	266,3	19	347,6	19	472,6	19	389,4	19	340,3	19	434,0	19	217,7	19	232,1
20	N.R	20	470,8	20	405,3	20	584,6	20	333,0	20	281,6	20	604,6	20	238,0	20	494,8
21	N.R	21	271,6	21	308,4	21	463,9	21	366,3	21	271,9	21	508,4	21	298,2	21	322,3
22	N.R	22	264,4	22	381,6	22	645,8	22	377,8	22	240,9	22	417,5	22	256,2	22	362,5
23	N.R	23	223,4	23	308,4	23	446,7	23	355,0	23	308,4	23	477,0	23	278,3	23	318,8
24	N.R	24	195,3	24	343,9	24	468,2	24	513,0	24	256,2	24	329,4	24	599,6	24	259,3
25	N.R	25	181,1	25	477,0	25	362,5	25	442,4	25	405,3	25	355,0	25	421,6	25	223,4
26	N.R	26	206,8	26	343,9	26	329,4	26	463,9	26	351,3	26	347,6	26	614,8	26	362,5
27	N.R	27	173,0	27	358,7	27	333,0	27	340,3	27	284,9	27	409,4	27	358,7	27	288,2
28	N.R	28	206,4	28	247,0	28	281,6	28	340,3	28	240,9	28	325,9	28	298,2	28	635,4
29	N.R	29	204,7	29	275,1	29	278,3	29	429,9	29	275,1	29	340,3	29	281,6	29	325,9
30	N.R	30	217,6	30	243,9	30	256,2	30	389,4	30	278,3	30	513,0	30	284,9	30	308,4
31	N.R	31	350,3	31	214,9	31	262,4	31	405,3	31	281,6	31	336,6	31	265,5	31	298,2
Febrero																	

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
1	N.R	1	333,9	1	226,3	1	226,3	1	645,8	1	308,4	1	265,5	1	305,0	1	315,3
2	N.R	2	306,6	2	149,0	2	220,5	2	362,5	2	329,4	2	243,9	2	355,0	2	265,5
3	N.R	3	268,8	3	175,2	3	212,1	3	421,6	3	343,9	3	243,9	3	259,3	3	311,9
4	N.R	4	295,7	4	101,9	4	209,4	4	377,8	4	311,9	4	275,1	4	278,3	4	294,8
5	N.R	5	305,8	5	325,9	5	275,1	5	619,9	5	308,4	5	429,9	5	259,3	5	253,1
6	N.R	6	419,4	6	226,3	6	459,5	6	413,4	6	778,7	6	569,9	6	351,3	6	569,9
7	N.R	7	385,7	7	247,0	7	351,3	7	442,4	7	536,3	7	329,4	7	370,1	7	393,4
8	N.R	8	343,2	8	214,9	8	429,9	8	508,4	8	405,3	8	259,3	8	298,2	8	322,3
9	N.R	9	N.R	9	355,0	9	355,0	9	362,5	9	446,7	9	343,9	9	619,9	9	373,9
10	N.R	10	N.R	10	322,3	10	667,0	10	343,9	10	761,3	10	288,2	10	503,9	10	499,3
11	N.R	11	425,7	11	318,8	11	463,9	11	517,6	11	545,8	11	294,8	11	343,9	11	385,5
12	N.R	12	N.R	12	308,4	12	333,0	12	545,8	12	413,4	12	425,7	12	421,6	12	429,9
13	N.R	13	N.R	13	275,1	13	340,3	13	584,6	13	405,3	13	340,3	13	522,3	13	358,7
14	N.R	14	325,9	14	381,6	14	446,7	14	355,0	14	413,4	14	301,6	14	405,3	14	343,9
15	N.R	15	486,3	15	727,2	15	336,6	15	389,4	15	347,6	15	281,6	15	358,7	15	381,6
16	N.R	16	434,5	16	308,4	16	755,6	16	322,3	16	472,6	16	294,8	16	329,4	16	308,4
17	N.R	17	612,2	17	381,6	17	425,7	17	409,4	17	397,3	17	256,2	17	355,0	17	343,9
18	N.R	18	464,4	18	308,4	18	373,9	18	541,0	18	362,5	18	243,9	18	355,0	18	513,0
19	N.R	19	371,6	19	347,6	19	425,7	19	397,3	19	351,3	19	212,1	19	322,3	19	401,3
20	N.R	20	353,4	20	343,9	20	405,3	20	421,6	20	366,3	20	206,6	20	291,5	20	366,3
21	N.R	21	370,1	21	325,9	21	373,9	21	503,9	21	315,3	21	268,7	21	262,4	21	425,7
22	N.R	22	396,5	22	243,9	22	315,3	22	393,4	22	336,6	22	243,9	22	322,3	22	389,4
23	N.R	23	694,0	23	275,1	23	329,4	23	526,9	23	318,8	23	217,7	23	373,9	23	336,6
24	N.R	24	463,0	24	243,9	24	284,9	24	401,3	24	318,8	24	425,7	24	288,2	24	373,9
25	N.R	25	514,0	25	308,4	25	281,6	25	377,8	25	351,3	25	329,4	25	271,9	25	308,4
26	N.R	26	436,4	26	508,4	26	281,6	26	459,5	26	325,9	26	229,2	26	579,7	26	262,4
27	N.R	27	446,5	27	463,9	27	311,9	27	373,9	27	318,8	27	278,3	27	366,3	27	305,0
28	N.R	28	397,0	28	463,9	28	288,2	28	355,0	28	288,2	28	229,2	28	288,2	28	377,8
-	-	29	496,0	-	-	-	-	-	-	29	366,3	-	-	-	-	-	-
Marzo																	
1	N.R	1	381,8	1	463,9	1	318,8	1	381,6	1	405,3	1	405,3	1	358,7	1	381,6
2	N.R	2	366,3	2	672,3	2	271,9	2	355,0	2	340,3	2	271,9	2	377,8	2	343,9
3	N.R	3	396,2	3	463,9	3	468,2	3	318,8	3	288,2	3	223,4	3	389,4	3	481,4
4	N.R	4	346,2	4	508,4	4	333,0	4	393,4	4	275,1	4	232,1	4	318,8	4	347,6

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
5	N.R	5	492,2	5	343,9	5	355,0	5	294,8	5	336,6	5	275,1	5	308,4	5	362,5
6	N.R	6	374,8	6	381,6	6	288,2	6	526,9	6	397,3	6	333,0	6	366,3	6	517,6
7	N.R	7	545,3	7	336,6	7	513,0	7	318,8	7	288,2	7	340,3	7	401,3	7	355,0
8	N.R	8	568,3	8	373,9	8	322,3	8	318,8	8	318,8	8	291,5	8	308,4	8	325,9
9	N.R	9	388,9	9	308,4	9	294,8	9	614,8	9	401,3	9	442,4	9	417,5	9	308,4
10	N.R	10	392,6	10	508,4	10	333,0	10	347,6	10	389,4	10	755,6	10	311,9	10	594,6
11	N.R	11	431,8	11	421,6	11	298,2	11	579,7	11	318,8	11	446,7	11	336,6	11	393,4
12	N.R	12	339,8	12	381,6	12	308,4	12	417,5	12	278,3	12	397,3	12	311,9	12	397,3
13	N.R	13	468,6	13	301,6	13	301,6	13	459,5	13	259,3	13	425,7	13	351,3	13	463,9
14	N.R	14	514,4	14	784,5	14	294,8	14	425,7	14	389,4	14	343,9	14	434,0	14	790,4
15	N.R	15	524,6	15	336,6	15	308,4	15	688,5	15	262,4	15	385,5	15	362,5	15	434,0
16	N.R	16	396,7	16	362,5	16	481,4	16	438,2	16	265,5	16	385,5	16	340,3	16	366,3
17	N.R	17	335,1	17	569,9	17	305,0	17	393,4	17	275,1	17	351,3	17	333,0	17	477,0
18	N.R	18	302,1	18	343,9	18	425,7	18	531,6	18	401,3	18	288,2	18	278,3	18	366,3
19	N.R	19	340,4	19	308,4	19	329,4	19	565,0	19	329,4	19	301,6	19	271,9	19	421,6
20	N.R	20	301,3	20	343,9	20	294,8	20	429,9	20	574,8	20	262,4	20	417,5	20	381,6
21	N.R	21	453,4	21	308,4	21	417,5	21	370,1	21	405,3	21	340,3	21	308,4	21	325,9
22	N.R	22	348,8	22	381,6	22	305,0	22	784,5	22	401,3	22	417,5	22	329,4	22	294,8
23	N.R	23	411,9	23	343,9	23	288,2	23	536,3	23	434,0	23	343,9	23	329,4	23	284,9
24	N.R	24	387,5	24	421,6	24	308,4	24	421,6	24	351,3	24	434,0	24	315,3	24	315,3
25	N.R	25	305,1	25	381,6	25	434,0	25	688,5	25	294,8	25	301,6	25	329,4	25	651,1
26	N.R	26	502,5	26	275,1	26	343,9	26	744,1	26	262,4	26	347,6	26	579,7	26	329,4
27	N.R	27	N.R	27	308,4	27	322,3	27	579,7	27	291,5	27	325,9	27	333,0	27	635,4
28	N.R	28	375,8	28	381,6	28	305,0	28	589,6	28	329,4	28	421,6	28	508,4	28	463,9
29	N.R	29	448,8	29	318,8	29	490,3	29	531,6	29	477,0	29	472,6	29	343,9	29	421,6
30	N.R	30	N.R	30	442,4	30	468,2	30	405,3	30	522,3	30	373,9	30	329,4	30	490,3
31	N.R	31	373,7	31	308,4	31	409,4	31	351,3	31	370,1	31	351,3	31	343,9	31	377,8
Abril																	
1	N.R	1	374,1	1	355,0	1	288,2	1	315,3	1	315,3	1	355,0	1	429,9	1	661,6
2	N.R	2	332,7	2	318,8	2	329,4	2	318,8	2	318,8	2	311,9	2	429,9	2	370,1
3	N.R	3	331,7	3	243,9	3	517,6	3	355,0	3	355,0	3	894,0	3	434,0	3	434,0
4	N.R	4	294,7	4	284,9	4	358,7	4	373,9	4	373,9	4	381,6	4	503,9	4	531,6
5	N.R	5	359,7	5	325,9	5	305,0	5	284,9	5	284,9	5	325,9	5	468,2	5	434,0
6	N.R	6	N.R	6	325,9	6	265,5	6	351,3	6	351,3	6	373,9	6	446,7	6	366,3

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
7	N.R	7	N.R	7	243,9	7	329,4	7	333,0	7	333,0	7	397,3	7	381,6	7	409,4
8	N.R	8	N.R	8	275,1	8	417,5	8	347,6	8	347,6	8	308,4	8	325,9	8	401,3
9	N.R	9	N.R	9	343,9	9	281,6	9	278,3	9	278,3	9	373,9	9	405,3	9	377,8
10	N.R	10	N.R	10	373,9	10	262,4	10	247,0	10	247,0	10	281,6	10	362,5	10	336,6
11	N.R	11	N.R	11	442,4	11	232,1	11	229,2	11	229,2	11	256,2	11	308,4	11	301,6
12	N.R	12	385,3	12	336,6	12	226,3	12	247,0	12	247,0	12	325,9	12	385,5	12	318,8
13	N.R	13	346,9	13	301,6	13	203,9	13	311,9	13	311,9	13	366,3	13	336,6	13	265,5
14	N.R	14	278,9	14	284,9	14	223,4	14	291,5	14	291,5	14	329,4	14	336,6	14	284,9
15	N.R	15	293,7	15	243,9	15	235,0	15	232,1	15	232,1	15	481,4	15	442,4	15	240,9
16	N.R	16	425,9	16	223,4	16	232,1	16	226,3	16	226,3	16	340,3	16	355,0	16	235,0
17	N.R	17	467,1	17	284,9	17	240,9	17	217,7	17	217,7	17	288,2	17	294,8	17	305,0
18	N.R	18	393,9	18	275,1	18	226,3	18	247,0	18	247,0	18	322,3	18	271,9	18	281,6
19	N.R	19	333,5	19	268,7	19	N.R	19	229,2	19	229,2	19	256,2	19	240,9	19	220,5
20	N.R	20	318,8	20	243,9	20	N.R	20	250,0	20	250,0	20	253,1	20	214,9	20	517,6
21	N.R	21	304,4	21	308,4	21	N.R	21	212,1	21	212,1	21	232,1	21	240,9	21	355,0
22	N.R	22	278,5	22	275,1	22	N.R	22	214,9	22	214,9	22	214,9	22	201,2	22	284,9
23	N.R	23	250,6	23	308,4	23	N.R	23	265,5	23	265,5	23	217,7	23	212,1	23	235,0
24	N.R	24	245,7	24	209,4	24	N.R	24	259,3	24	259,3	24	220,5	24	185,4	24	232,1
25	N.R	25	228,3	25	214,9	25	N.R	25	209,4	25	209,4	25	217,7	25	229,2	25	226,3
26	N.R	26	230,3	26	268,7	26	N.R	26	195,8	26	195,8	26	340,3	26	177,7	26	229,2
27	N.R	27	218,5	27	291,5	27	N.R	27	301,6	27	301,6	27	238,0	27	182,8	27	256,2
28	N.R	28	277,5	28	442,4	28	N.R	28	284,9	28	284,9	28	243,9	28	203,9	28	288,2
29	N.R	29	207,3	29	318,8	29	N.R	29	229,2	29	229,2	29	377,8	29	214,9	29	262,4
30	N.R	30	190,1	30	413,4	30	N.R	30	209,4	30	209,4	30	381,6	30	288,2	30	223,4
Mayo																	
1	N.R	1	197,0	1	318,8	1	N.R	1	265,5	1	253,1	1	281,6	1	268,7	1	206,6
2	N.R	2	185,4	2	284,9	2	N.R	2	226,3	2	513,0	2	232,1	2	195,8	2	198,5
3	N.R	3	N.R	3	284,9	3	N.R	3	206,6	3	278,3	3	214,9	3	187,9	3	235,0
4	N.R	4	158,3	4	275,1	4	N.R	4	212,1	4	291,5	4	214,9	4	256,2	4	203,9
5	N.R	5	151,5	5	187,9	5	N.R	5	232,1	5	223,4	5	212,1	5	256,2	5	226,3
6	N.R	6	145,8	6	318,8	6	N.R	6	318,8	6	203,9	6	217,7	6	209,4	6	232,1
7	N.R	7	143,0	7	253,1	7	N.R	7	206,6	7	325,9	7	209,4	7	214,9	7	409,4
8	N.R	8	143,8	8	243,9	8	N.R	8	206,6	8	325,9	8	256,2	8	259,3	8	584,6
9	N.R	9	175,1	9	214,9	9	N.R	9	209,4	9	223,4	9	301,6	9	220,5	9	421,6

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
10	N.R	10	154,0	10	284,9	10	N.R	10	193,2	10	203,9	10	247,0	10	253,1	10	291,5
11	N.R	11	142,3	11	223,4	11	N.R	11	170,3	11	203,9	11	198,5	11	235,0	11	262,4
12	N.R	12	143,5	12	187,9	12	N.R	12	172,8	12	177,7	12	190,6	12	541,0	12	271,9
13	N.R	13	155,3	13	268,7	13	N.R	13	336,6	13	209,4	13	185,4	13	421,6	13	229,2
14	N.R	14	159,9	14	275,1	14	N.R	14	401,3	14	172,8	14	201,2	14	294,8	14	214,9
15	N.R	15	139,8	15	243,9	15	N.R	15	355,0	15	185,4	15	235,0	15	240,9	15	201,2
16	N.R	16	132,6	16	214,9	16	N.R	16	322,3	16	203,9	16	235,0	16	220,5	16	180,3
17	N.R	17	141,7	17	253,1	17	N.R	17	256,2	17	240,9	17	212,1	17	377,8	17	190,6
18	N.R	18	187,6	18	187,9	18	N.R	18	214,9	18	185,4	18	311,9	18	336,6	18	167,9
19	N.R	19	159,2	19	318,8	19	N.R	19	198,5	19	185,4	19	238,0	19	271,9	19	167,9
20	N.R	20	153,8	20	301,6	20	N.R	20	187,9	20	165,4	20	195,8	20	259,3	20	163,0
21	N.R	21	170,9	21	477,0	21	N.R	21	187,9	21	182,8	21	193,2	21	232,1	21	149,0
22	N.R	22	195,6	22	308,4	22	N.R	22	177,7	22	187,9	22	193,2	22	203,9	22	172,8
23	N.R	23	213,3	23	343,9	23	N.R	23	163,0	23	182,8	23	214,9	23	198,5	23	170,3
24	N.R	24	230,2	24	275,1	24	N.R	24	190,6	24	217,7	24	220,5	24	175,2	24	175,2
25	N.R	25	159,5	25	243,9	25	N.R	25	220,5	25	250,0	25	311,9	25	229,2	25	198,5
26	N.R	26	145,4	26	238,0	26	N.R	26	235,0	26	214,9	26	232,1	26	185,4	26	229,2
27	N.R	27	246,3	27	301,6	27	N.R	27	175,2	27	172,8	27	195,8	27	187,9	27	182,8
28	N.R	28	217,7	28	243,9	28	N.R	28	165,4	28	155,9	28	160,6	28	235,0	28	271,9
29	N.R	29	N.R	29	214,9	29	N.R	29	153,6	29	144,5	29	151,3	29	206,6	29	220,5
30	N.R	30	152,1	30	220,5	30	N.R	30	142,3	30	137,9	30	144,5	30	185,4	30	190,6
31	N.R	31	141,2	31	193,2	31	N.R	31	135,8	31	133,6	31	223,4	31	177,7	31	190,6
Junio																	
1	N.R	1	134,1	1	165,4	1	N.R	1	133,6	1	149,0	1	198,5	1	238,0	1	170,3
2	N.R	2	134,6	2	217,7	2	N.R	2	127,3	2	175,2	2	155,9	2	220,5	2	142,3
3	N.R	3	146,9	3	193,2	3	N.R	3	119,1	3	155,9	3	151,3	3	262,4	3	137,9
4	N.R	4	128,7	4	238,0	4	N.R	4	170,3	4	146,8	4	172,8	4	409,4	4	133,6
5	N.R	5	126,1	5	193,2	5	N.R	5	180,3	5	336,6	5	182,8	5	223,4	5	127,3
6	N.R	6	166,9	6	165,4	6	N.R	6	131,5	6	238,0	6	149,0	6	223,4	6	140,1
7	N.R	7	139,6	7	167,9	7	N.R	7	121,2	7	177,7	7	165,4	7	291,5	7	155,9
8	N.R	8	159,1	8	149,0	8	N.R	8	117,2	8	153,6	8	209,4	8	226,3	8	137,9
9	N.R	9	218,8	9	185,4	9	N.R	9	113,2	9	144,5	9	153,6	9	212,1	9	125,2
10	N.R	10	166,9	10	160,6	10	N.R	10	140,1	10	133,6	10	151,3	10	281,6	10	135,8
11	N.R	11	305,0	11	253,1	11	N.R	11	115,2	11	117,2	11	177,7	11	214,9	11	137,9

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
12	N.R	12	347,1	12	214,9	12	N.R	12	111,3	12	119,1	12	301,6	12	193,2	12	229,2
13	N.R	13	234,9	13	259,3	13	N.R	13	101,9	13	119,1	13	265,5	13	177,7	13	203,9
14	N.R	14	182,8	14	311,9	14	N.R	14	100,1	14	133,6	14	223,4	14	163,0	14	301,6
15	N.R	15	162,3	15	291,5	15	N.R	15	100,1	15	137,9	15	190,6	15	155,9	15	238,0
16	N.R	16	149,7	16	214,9	16	N.R	16	149,0	16	155,9	16	220,5	16	153,6	16	206,6
17	N.R	17	141,9	17	187,9	17	N.R	17	262,4	17	135,8	17	190,6	17	142,3	17	217,7
18	N.R	18	135,9	18	180,3	18	N.R	18	155,9	18	119,1	18	193,2	18	142,3	18	209,4
19	N.R	19	131,6	19	160,6	19	N.R	19	125,2	19	117,2	19	206,6	19	172,8	19	172,8
20	N.R	20	128,7	20	163,0	20	N.R	20	111,3	20	107,5	20	190,6	20	144,5	20	151,3
21	N.R	21	123,2	21	243,9	21	N.R	21	101,9	21	175,2	21	177,7	21	133,6	21	137,9
22	N.R	22	122,8	22	238,0	22	N.R	22	100,1	22	229,2	22	322,3	22	127,3	22	133,6
23	N.R	23	115,7	23	185,4	23	N.R	23	98,3	23	140,1	23	193,2	23	146,8	23	121,2
24	N.R	24	112,4	24	165,4	24	N.R	24	93,0	24	121,2	24	172,8	24	129,4	24	117,2
25	N.R	25	109,6	25	158,3	25	N.R	25	89,6	25	115,2	25	155,9	25	180,3	25	113,2
26	N.R	26	121,3	26	142,3	26	N.R	26	86,2	26	125,2	26	146,8	26	155,9	26	113,2
27	N.R	27	159,9	27	140,1	27	N.R	27	86,2	27	113,2	27	146,8	27	125,2	27	111,3
28	N.R	28	224,5	28	144,5	28	N.R	28	160,6	28	101,9	28	165,4	28	115,2	28	109,4
29	N.R	29	152,4	29	201,2	29	N.R	29	133,6	29	105,6	29	259,3	29	111,3	29	103,8
30	N.R	30	121,2	30	172,8	30	N.R	30	117,2	30	101,9	30	259,3	30	105,6	30	101,9
Julio																	
1	N.R	1	111,1	1	243,9	1	98,3	1	101,9	1	94,7	1	229,2	1	100,1	1	98,3
2	N.R	2	105,9	2	594,6	2	93,0	2	89,6	2	513,0	2	182,8	2	96,5	2	96,5
3	N.R	3	101,8	3	301,6	3	91,3	3	86,2	3	87,9	3	153,6	3	100,1	3	93,0
4	N.R	4	98,4	4	206,6	4	87,9	4	82,9	4	105,6	4	142,3	4	94,7	4	91,3
5	N.R	5	96,1	5	182,8	5	94,7	5	81,3	5	94,7	5	135,8	5	96,5	5	87,9
6	N.R	6	97,6	6	163,0	6	87,9	6	98,3	6	121,2	6	131,5	6	86,2	6	87,9
7	N.R	7	113,6	7	167,9	7	84,6	7	137,9	7	177,7	7	125,2	7	91,3	7	86,2
8	N.R	8	120,5	8	167,9	8	79,7	8	235,0	8	142,3	8	121,2	8	109,4	8	87,9
9	N.R	9	156,5	9	198,5	9	103,8	9	163,0	9	247,0	9	117,2	9	133,6	9	167,9
10	N.R	10	126,2	10	195,8	10	133,6	10	117,2	10	193,2	10	115,2	10	100,1	10	96,5
11	N.R	11	104,0	11	163,0	11	142,3	11	101,9	11	177,7	11	125,2	11	91,3	11	98,3
12	N.R	12	96,4	12	220,5	12	115,2	12	94,7	12	133,6	12	149,0	12	87,9	12	89,6
13	N.R	13	92,4	13	153,6	13	107,5	13	89,6	13	121,2	13	137,9	13	98,3	13	82,9
14	N.R	14	93,3	14	142,3	14	93,0	14	91,3	14	155,9	14	135,8	14	107,5	14	79,7

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
15	N.R	15	95,1	15	140,1	15	86,2	15	93,0	15	119,1	15	119,1	15	89,6	15	79,7
16	N.R	16	89,4	16	121,2	16	79,7	16	142,3	16	158,3	16	111,3	16	89,6	16	78,1
17	N.R	17	91,4	17	129,4	17	86,2	17	172,8	17	142,3	17	107,5	17	153,6	17	78,1
18	N.R	18	92,6	18	117,2	18	117,2	18	155,9	18	144,5	18	187,9	18	262,4	18	86,2
19	N.R	19	90,9	19	133,6	19	101,9	19	121,2	19	125,2	19	155,9	19	142,3	19	79,7
20	N.R	20	83,9	20	140,1	20	98,3	20	117,2	20	115,2	20	177,7	20	113,2	20	103,8
21	N.R	21	80,8	21	123,2	21	151,3	21	107,5	21	111,3	21	177,7	21	94,7	21	84,6
22	N.R	22	79,3	22	101,9	22	278,3	22	100,1	22	107,5	22	146,8	22	87,9	22	79,7
23	N.R	23	77,5	23	111,3	23	240,9	23	111,3	23	98,3	23	121,2	23	84,6	23	73,5
24	N.R	24	76,2	24	117,2	24	149,0	24	117,2	24	100,1	24	113,2	24	82,9	24	70,5
25	N.R	25	74,9	25	105,6	25	151,3	25	165,4	25	140,1	25	105,6	25	119,1	25	66,1
26	N.R	26	74,1	26	107,5	26	123,2	26	140,1	26	127,3	26	101,9	26	180,3	26	64,7
27	N.R	27	73,2	27	86,2	27	103,8	27	206,6	27	129,4	27	98,3	27	140,1	27	72,0
28	N.R	28	79,1	28	103,8	28	100,1	28	226,3	28	142,3	28	94,7	28	105,6	28	66,1
29	N.R	29	73,6	29	98,3	29	91,3	29	142,3	29	98,3	29	149,0	29	98,3	29	70,5
30	N.R	30	72,4	30	103,8	30	87,9	30	115,2	30	105,6	30	212,1	30	87,9	30	89,6
31	N.R	31	77,7	31	109,4	31	82,9	31	103,8	31	107,5	31	180,3	31	81,3	31	70,5
Agosto																	
1	N.R	1	88,3	1	111,3	1	98,3	1	101,9	1	105,6	1	127,3	1	78,1	1	63,3
2	N.R	2	113,1	2	91,3	2	89,6	2	96,5	2	513,0	2	513,0	2	89,6	2	60,5
3	N.R	3	88,1	3	100,1	3	101,9	3	89,6	3	91,3	3	146,8	3	84,6	3	57,9
4	N.R	4	76,4	4	87,9	4	86,2	4	93,0	4	86,2	4	135,8	4	165,4	4	59,2
5	N.R	5	73,1	5	91,3	5	86,2	5	86,2	5	81,3	5	113,2	5	167,9	5	59,2
6	N.R	6	72,2	6	86,2	6	232,1	6	84,6	6	79,7	6	107,5	6	284,9	6	54,0
7	N.R	7	70,5	7	82,9	7	187,9	7	81,3	7	78,1	7	96,5	7	318,8	7	55,2
8	N.R	8	69,2	8	79,7	8	212,1	8	79,7	8	78,1	8	93,0	8	209,4	8	75,0
9	N.R	9	73,0	9	78,1	9	127,3	9	76,6	9	79,7	9	87,9	9	175,2	9	70,5
10	N.R	10	100,9	10	79,7	10	123,2	10	75,0	10	78,1	10	84,6	10	247,0	10	66,1
11	N.R	11	127,4	11	82,9	11	151,3	11	73,5	11	75,0	11	86,2	11	203,9	11	69,0
12	N.R	12	121,6	12	81,3	12	107,5	12	82,9	12	72,0	12	98,3	12	133,6	12	79,7
13	N.R	13	108,2	13	89,6	13	96,5	13	78,1	13	75,0	13	135,8	13	135,8	13	89,6
14	N.R	14	91,6	14	115,2	14	89,6	14	82,9	14	69,0	14	94,7	14	119,1	14	111,3
15	N.R	15	79,3	15	87,9	15	84,6	15	76,6	15	94,7	15	98,3	15	107,5	15	133,6
16	N.R	16	71,9	16	82,9	16	172,8	16	70,5	16	121,2	16	87,9	16	105,6	16	84,6

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
17	N.R	17	68,5	17	153,6	17	131,5	17	69,0	17	100,1	17	81,3	17	101,9	17	70,5
18	N.R	18	72,9	18	265,5	18	123,2	18	66,1	18	81,3	18	79,7	18	98,3	18	63,3
19	N.R	19	70,5	19	135,8	19	103,8	19	66,1	19	72,0	19	76,6	19	105,6	19	59,2
20	N.R	20	76,4	20	101,9	20	125,2	20	69,0	20	113,2	20	82,9	20	107,5	20	56,5
21	N.R	21	81,6	21	182,8	21	235,0	21	86,2	21	98,3	21	81,3	21	98,3	21	54,0
22	N.R	22	140,7	22	142,3	22	265,5	22	100,1	22	133,6	22	82,9	22	87,9	22	52,7
23	N.R	23	90,2	23	151,3	23	177,7	23	87,9	23	121,2	23	76,6	23	82,9	23	51,4
24	N.R	24	76,4	24	107,5	24	153,6	24	75,0	24	89,6	24	78,1	24	81,3	24	50,2
25	N.R	25	70,7	25	101,9	25	125,2	25	67,6	25	79,7	25	84,6	25	78,1	25	49,0
26	N.R	26	68,0	26	103,8	26	119,1	26	84,6	26	70,5	26	94,7	26	78,1	26	47,8
27	N.R	27	64,2	27	101,9	27	165,4	27	70,5	27	70,5	27	96,5	27	75,0	27	46,6
28	N.R	28	68,1	28	113,2	28	127,3	28	100,1	28	66,1	28	78,1	28	76,6	28	46,6
29	N.R	29	64,8	29	127,3	29	109,4	29	73,5	29	64,7	29	177,7	29	79,7	29	56,5
30	N.R	30	66,1	30	115,2	30	98,3	30	86,2	30	64,7	30	133,6	30	113,2	30	47,8
31	N.R	31	75,3	31	113,2	31	93,0	31	69,0	31	66,1	31	151,3	31	81,3	31	46,6
Setiembre																	
1	81,3	1,0	82,6	1	105,6	1	89,6	1	64,7	1	79,7	1	105,6	1	75,0	1	49,0
2	103,9	2,0	78,2	2	123,2	2	87,9	2	66,1	2	64,7	2	96,5	2	72,0	2	63,3
3	86,1	3,0	88,2	3	113,2	3	105,6	3	72,0	3	78,1	3	81,3	3	67,6	3	66,1
4	98,2	4,0	109,1	4	89,6	4	103,8	4	64,7	4	69,0	4	78,1	4	78,1	4	60,5
5	96,0	5,0	101,9	5	96,5	5	91,3	5	170,3	5	69,0	5	75,0	5	72,0	5	64,7
6	85,7	6,0	99,2	6	125,2	6	82,9	6	100,1	6	66,1	6	144,5	6	76,6	6	125,2
7	79,0	7,0	102,1	7	100,1	7	78,1	7	82,9	7	73,5	7	113,2	7	67,6	7	87,9
8	94,7	8,0	84,7	8	98,3	8	76,6	8	70,5	8	84,6	8	87,9	8	64,7	8	70,5
9	103,1	9,0	78,9	9	107,5	9	73,5	9	93,0	9	76,6	9	146,8	9	61,9	9	54,0
10	112,5	10,0	72,6	10	98,3	10	72,0	10	70,5	10	73,5	10	137,9	10	61,9	10	51,4
11	94,0	11,0	67,1	11	117,2	11	76,6	11	87,9	11	73,5	11	229,2	11	60,5	11	64,7
12	91,6	12,0	63,8	12	160,6	12	84,6	12	78,1	12	67,6	12	133,6	12	61,9	12	50,2
13	114,4	13,0	61,9	13	117,2	13	72,0	13	113,2	13	72,0	13	167,9	13	66,1	13	52,7
14	100,9	14,0	60,3	14	165,4	14	70,5	14	125,2	14	79,7	14	137,9	14	115,2	14	94,7
15	88,6	15,0	89,7	15	209,4	15	84,6	15	84,6	15	144,5	15	127,3	15	89,6	15	91,3
16	78,1	16,0	91,8	16	223,4	16	93,0	16	72,0	16	98,3	16	117,2	16	240,9	16	57,9
17	73,2	17,0	69,4	17	185,4	17	87,9	17	64,7	17	72,0	17	185,4	17	151,3	17	76,6
18	72,4	18,0	97,6	18	193,2	18	123,2	18	57,9	18	109,4	18	137,9	18	94,7	18	93,0

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
19	99,3	19,0	89,9	19	135,8	19	81,3	19	61,9	19	163,0	19	105,6	19	82,9	19	96,5
20	145,5	20,0	97,6	20	107,5	20	75,0	20	66,1	20	107,5	20	115,2	20	76,6	20	84,6
21	98,9	21,0	85,2	21	98,3	21	117,2	21	96,5	21	101,9	21	101,9	21	75,0	21	75,0
22	86,4	22,0	76,9	22	103,8	22	206,6	22	111,3	22	185,4	22	167,9	22	75,0	22	60,5
23	88,6	23,0	78,1	23	119,1	23	127,3	23	76,6	23	151,3	23	153,6	23	66,1	23	59,2
24	100,4	24,0	77,0	24	180,3	24	100,1	24	76,6	24	151,3	24	107,5	24	119,1	24	63,3
25	102,6	25,0	80,1	25	180,3	25	105,6	25	96,5	25	137,9	25	107,5	25	101,9	25	59,2
26	91,6	26,0	99,0	26	206,6	26	111,3	26	82,9	26	98,3	26	94,7	26	107,5	26	96,5
27	113,2	27,0	214,8	27	180,3	27	125,2	27	73,5	27	117,2	27	93,0	27	100,1	27	63,3
28	111,1	28,0	171,2	28	153,6	28	107,5	28	94,7	28	131,5	28	87,9	28	91,3	28	75,0
29	99,5	29,0	142,2	29	318,8	29	115,2	29	75,0	29	117,2	29	79,7	29	121,2	29	86,2
30	136,0	30,0	105,8	30	268,7	30	84,6	30	93,0	30	198,5	30	177,7	30	142,3	30	115,2
Octubre																	
1	101,2	1	106,9	1	193,2	1	119,1	1	81,3	1	144,5	1	94,7	1	107,5	1	76,6
2	91,3	2	126,7	2	144,5	2	103,8	2	91,3	2	513,0	2	107,5	2	86,2	2	89,6
3	163,4	3	111,8	3	177,7	3	140,1	3	89,6	3	96,5	3	103,8	3	89,6	3	121,2
4	171,4	4	200,9	4	201,2	4	182,8	4	133,6	4	198,5	4	94,7	4	75,0	4	111,3
5	152,1	5	139,1	5	153,6	5	385,5	5	127,3	5	125,2	5	172,8	5	76,6	5	158,3
6	145,2	6	141,8	6	127,3	6	172,8	6	333,0	6	94,7	6	142,3	6	100,1	6	91,3
7	173,7	7	128,7	7	125,2	7	167,9	7	531,6	7	111,3	7	165,4	7	123,2	7	78,1
8	118,2	8	118,9	8	198,5	8	229,2	8	240,9	8	129,4	8	198,5	8	131,5	8	75,0
9	98,0	9	104,5	9	133,6	9	284,9	9	223,4	9	107,5	9	206,6	9	125,2	9	149,0
10	89,7	10	137,4	10	133,6	10	235,0	10	158,3	10	125,2	10	146,8	10	151,3	10	240,9
11	102,2	11	162,0	11	121,2	11	203,9	11	131,5	11	96,5	11	129,4	11	127,3	11	144,5
12	116,3	12	250,1	12	146,8	12	201,2	12	115,2	12	81,3	12	123,2	12	98,3	12	94,7
13	96,6	13	181,6	13	117,2	13	187,9	13	217,7	13	78,1	13	109,4	13	81,3	13	107,5
14	84,8	14	341,9	14	125,2	14	329,4	14	177,7	14	81,3	14	98,3	14	149,0	14	111,3
15	98,7	15	218,5	15	560,2	15	238,0	15	209,4	15	98,3	15	131,5	15	232,1	15	142,3
16	128,1	16	234,3	16	275,1	16	201,2	16	167,9	16	111,3	16	190,6	16	195,8	16	119,1
17	245,8	17	189,7	17	217,7	17	214,9	17	347,6	17	123,2	17	155,9	17	209,4	17	182,8
18	150,4	18	225,8	18	203,9	18	201,2	18	265,5	18	101,9	18	137,9	18	182,8	18	153,6
19	143,8	19	224,2	19	165,4	19	217,7	19	229,2	19	113,2	19	393,4	19	291,5	19	137,9
20	107,1	20	192,9	20	206,6	20	185,4	20	413,4	20	117,2	20	472,6	20	175,2	20	131,5
21	110,4	21	161,9	21	329,4	21	329,4	21	217,7	21	281,6	21	187,9	21	170,3	21	212,1

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
22	111,9	22	157,0	22	281,6	22	209,4	22	198,5	22	165,4	22	144,5	22	217,7	22	121,2
23	111,7	23	134,4	23	329,4	23	177,7	23	220,5	23	193,2	23	133,6	23	165,4	23	98,3
24	148,5	24	183,0	24	256,2	24	389,4	24	180,3	24	165,4	24	117,2	24	413,4	24	89,6
25	133,3	25	166,3	25	185,4	25	271,9	25	163,0	25	142,3	25	193,2	25	232,1	25	87,9
26	125,9	26	143,0	26	220,5	26	438,2	26	153,6	26	125,2	26	131,5	26	163,0	26	115,2
27	150,3	27	158,5	27	247,0	27	459,5	27	137,9	27	100,1	27	121,2	27	172,8	27	125,2
28	148,4	28	251,8	28	226,3	28	385,5	28	144,5	28	94,7	28	294,8	28	144,5	28	103,8
29	131,3	29	N.R	29	220,5	29	421,6	29	133,6	29	87,9	29	198,5	29	153,6	29	131,5
30	133,4	30	N.R	30	315,3	30	385,5	30	220,5	30	125,2	30	180,3	30	125,2	30	133,6
31	133,4	31	130,8	31	214,9	31	405,3	31	163,0	31	201,2	31	158,3	31	149,0	31	355,0
Noviembre																	
1	170,3	1	123,0	1	212,1	1	405,3	1	170,3	1	125,2	1	268,7	1	131,5	1	185,4
2	147,4	2	132,9	2	206,6	2	322,3	2	187,9	2	113,2	2	167,9	2	214,9	2	131,5
3	126,3	3	255,0	3	220,5	3	275,1	3	155,9	3	115,2	3	203,9	3	160,6	3	107,5
4	112,2	4	422,7	4	256,2	4	305,0	4	175,2	4	100,1	4	214,9	4	125,2	4	167,9
5	109,7	5	350,5	5	187,9	5	238,0	5	195,8	5	98,3	5	223,4	5	121,2	5	223,4
6	160,4	6	229,8	6	217,7	6	298,2	6	214,9	6	109,4	6	250,0	6	113,2	6	209,4
7	176,6	7	209,8	7	235,0	7	284,9	7	217,7	7	115,2	7	223,4	7	107,5	7	149,0
8	190,1	8	230,1	8	223,4	8	294,8	8	259,3	8	117,2	8	223,4	8	100,1	8	151,3
9	472,9	9	200,9	9	259,3	9	240,9	9	198,5	9	86,2	9	463,9	9	94,7	9	232,1
10	259,4	10	229,5	10	223,4	10	232,1	10	370,1	10	101,9	10	259,3	10	146,8	10	172,8
11	246,8	11	198,6	11	190,6	11	284,9	11	485,8	11	103,8	11	223,4	11	107,5	11	201,2
12	266,1	12	162,9	12	340,3	12	229,2	12	429,9	12	212,1	12	203,9	12	105,6	12	187,9
13	211,8	13	151,7	13	373,9	13	421,6	13	284,9	13	137,9	13	499,3	13	131,5	13	209,4
14	177,4	14	166,9	14	268,7	14	256,2	14	393,4	14	355,0	14	250,0	14	229,2	14	238,0
15	287,2	15	167,2	15	325,9	15	318,8	15	271,9	15	167,9	15	235,0	15	165,4	15	187,9
16	206,0	16	144,1	16	247,0	16	405,3	16	619,9	16	158,3	16	284,9	16	271,9	16	187,9
17	230,4	17	136,1	17	405,3	17	308,4	17	362,5	17	137,9	17	232,1	17	185,4	17	193,2
18	268,6	18	167,5	18	325,9	18	256,2	18	305,0	18	146,8	18	381,6	18	149,0	18	198,5
19	201,9	19	145,7	19	243,9	19	315,3	19	250,0	19	127,3	19	220,5	19	129,4	19	185,4
20	173,1	20	128,5	20	262,4	20	311,9	20	240,9	20	163,0	20	405,3	20	113,2	20	235,0
21	168,0	21	138,6	21	262,4	21	262,4	21	203,9	21	278,3	21	298,2	21	109,4	21	214,9
22	246,3	22	165,4	22	203,9	22	362,5	22	185,4	22	160,6	22	298,2	22	223,4	22	165,4
23	188,7	23	142,3	23	217,7	23	305,0	23	198,5	23	170,3	23	247,0	23	149,0	23	229,2

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
24	159,2	24	133,0	24	253,1	24	288,2	24	343,9	24	163,0	24	281,6	24	121,2	24	180,3
25	167,4	25	130,6	25	203,9	25	417,5	25	212,1	25	229,2	25	318,8	25	117,2	25	256,2
26	149,5	26	144,3	26	180,3	26	672,3	26	198,5	26	144,5	26	275,1	26	113,2	26	329,4
27	154,3	27	177,6	27	212,1	27	526,9	27	243,9	27	127,3	27	366,3	27	103,8	27	232,1
28	260,0	28	360,8	28	291,5	28	472,6	28	206,6	28	160,6	28	329,4	28	96,5	28	203,9
29	169,6	29	271,3	29	259,3	29	366,3	29	185,4	29	187,9	29	381,6	29	91,3	29	278,3
30	N.R	30	275,6	30	190,6	30	329,4	30	177,7	30	243,9	30	494,8	30	86,2	30	672,3
Diciembre																	
1	618,6	1	438,2	1	256,2	1	278,3	1	315,3	1	190,6	1	421,6	1	115,2	1	862,8
2	383,7	2	291,5	2	232,1	2	265,5	2	305,0	2	513,0	2	513,0	2	94,7	2	450,9
3	250,0	3	260,3	3	377,8	3	333,0	3	450,9	3	201,2	3	389,4	3	117,2	3	355,0
4	218,1	4	258,7	4	275,1	4	262,4	4	336,6	4	366,3	4	370,1	4	115,2	4	343,9
5	191,1	5	247,9	5	446,7	5	311,9	5	499,3	5	401,3	5	381,6	5	91,3	5	397,3
6	186,4	6	259,7	6	468,2	6	294,8	6	393,4	6	262,4	6	560,2	6	100,1	6	393,4
7	227,4	7	217,7	7	329,4	7	305,0	7	351,3	7	531,6	7	446,7	7	94,7	7	315,3
8	218,7	8	349,6	8	275,1	8	278,3	8	340,3	8	401,3	8	347,6	8	84,6	8	329,4
9	326,9	9	330,6	9	278,3	9	253,1	9	351,3	9	298,2	9	358,7	9	81,3	9	377,8
10	453,9	10	323,1	10	247,0	10	217,7	10	499,3	10	238,0	10	438,2	10	107,5	10	393,4
11	287,9	11	344,1	11	450,9	11	278,3	11	336,6	11	355,0	11	329,4	11	140,1	11	351,3
12	344,4	12	311,2	12	268,7	12	235,0	12	377,8	12	238,0	12	340,3	12	100,1	12	555,3
13	304,3	13	288,5	13	256,2	13	256,2	13	318,8	13	275,1	13	385,5	13	123,2	13	413,4
14	290,5	14	239,1	14	226,3	14	256,2	14	291,5	14	232,1	14	455,2	14	111,3	14	397,3
15	244,4	15	292,6	15	226,3	15	614,8	15	294,8	15	318,8	15	336,6	15	103,8	15	442,4
16	322,3	16	281,6	16	217,7	16	429,9	16	425,7	16	256,2	16	351,3	16	142,3	16	550,5
17	266,2	17	222,3	17	206,6	17	336,6	17	472,6	17	294,8	17	569,9	17	397,3	17	594,6
18	290,9	18	221,1	18	250,0	18	589,6	18	738,5	18	358,7	18	385,5	18	167,9	18	409,4
19	484,6	19	282,6	19	784,5	19	377,8	19	1109,1	19	271,9	19	459,5	19	232,1	19	351,3
20	480,5	20	265,7	20	340,3	20	381,6	20	820,1	20	298,2	20	409,4	20	195,8	20	485,8
21	398,0	21	290,2	21	278,3	21	683,1	21	569,9	21	318,8	21	315,3	21	203,9	21	373,9
22	N.R	22	331,9	22	434,0	22	429,9	22	555,3	22	256,2	22	298,2	22	180,3	22	732,8
23	442,0	23	285,0	23	340,3	23	413,4	23	459,5	23	477,0	23	281,6	23	206,6	23	455,2
24	512,2	24	232,7	24	311,9	24	358,7	24	574,8	24	325,9	24	446,7	24	149,0	24	409,4
25	492,9	25	231,3	25	262,4	25	413,4	25	450,9	25	343,9	25	278,3	25	146,8	25	468,2
26	531,8	26	252,4	26	284,9	26	485,8	26	531,6	26	315,3	26	240,9	26	513,0	26	329,4

2015 / día	Caudal (m³/s)	2016 / día	Caudal (m³/s)	2017 / día	Caudal (m³/s)	2018 / día	Caudal (m³/s)	2019 / día	Caudal (m³/s)	2020 / día	Caudal (m³/s)	2021 / día	Caudal (m³/s)	2022 / día	Caudal (m³/s)	2023 / día	Caudal (m³/s)
27	599,4	27	209,6	27	358,7	27	397,3	27	421,6	27	609,7	27	223,4	27	223,4	27	555,3
28	675,7	28	273,2	28	305,0	28	340,3	28	490,3	28	455,2	28	362,5	28	165,4	28	393,4
29	621,0	29	428,8	29	661,6	29	340,3	29	661,6	29	343,9	29	256,2	29	195,8	29	343,9
30	494,2	30	425,9	30	494,8	30	322,3	30	683,1	30	358,7	30	229,2	30	193,2	30	347,6
31	482,0	31	461,3	31	358,7	31	308,4	31	565,0	31	362,5	31	311,9	31	265,5	31	526,9

N.R: No registrado.

- Calculado a partir del nivel de la estación hidrológica limnimétrica - HLM (Código 230004) descargado del enlace: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones> para los datos de setiembre - 2015 a diciembre - 2016 el 17 de febrero del 2021
- Calculado a partir de los niveles promedios diarios proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) expuestos en el Anexo 7 mediante presupuestos N° Exp. 2022-00003025 el 2 de junio del 2022, 2023-000-363 el 13 de febrero del 2023 y 2024-0002330 el 15 de marzo de 2024.

Tabla 14. Caudal líquido promedio mensual en m³/s de 1963 a 2023 de la estación hidrológica “Puente Bella” del río Monzón

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	m ³ /s											
1963	333,90	385,20	362,00	283,10	204,60	109,10	78,70	90,10	143,60	201,80	229,90	293,50
1964	330,80	386,60	352,70	300,80	181,40	153,60	86,10	97,50	142,70	225,20	264,10	269,40
1965	332,80	381,10	389,30	293,50	164,30	109,00	90,40	95,10	130,90	183,40	252,90	328,90
1966	343,90	392,70	339,50	309,90	168,40	111,20	82,10	86,70	126,10	184,00	227,20	298,70
1967	332,00	373,10	369,00	304,10	196,10	137,30	78,40	83,20	120,00	223,40	222,10	208,00
1968	317,90	398,10	449,50	332,00	184,00	127,10	87,70	90,60	139,10	222,50	253,40	244,80
1969	295,60	368,80	352,30	307,20	160,30	126,10	90,80	94,30	141,40	167,90	266,70	350,20
1970	373,00	367,60	339,40	276,90	182,40	152,50	82,10	103,70	135,90	150,10	176,40	255,30
1971	304,80	371,30	397,30	305,50	189,00	152,20	66,20	72,50	123,70	143,20	228,00	248,30
1972	297,10	354,00	414,30	339,20	188,80	102,30	90,70	93,40	130,90	176,80	216,60	304,40
1973	333,80	410,60	355,80	285,80	217,30	141,10	73,70	79,90	121,30	185,90	256,10	228,80
1974	289,70	331,70	350,50	298,30	175,50	157,80	76,00	100,90	136,90	209,40	236,90	277,70
1975	280,60	365,00	388,60	302,30	206,00	141,60	89,10	97,80	129,00	145,50	185,80	215,00
1976	286,70	348,60	460,90	368,70	192,00	122,30	91,90	84,10	128,50	181,90	222,50	353,50
1977	400,70	378,50	375,20	319,10	221,80	123,90	91,80	91,50	126,90	172,50	230,20	263,50
1978	292,25	327,26	356,46	295,80	158,45	124,62	87,79	83,80	161,31	133,77	145,30	392,87
1979	309,80	344,00	460,20	408,70	196,30	118,00	126,60	107,60	125,80	139,80	279,00	246,70
1980	338,90	391,90	406,70	319,60	181,30	116,60	108,00	121,80	127,50	254,60	265,80	237,50
1981	254,09	345,02	368,71	301,03	157,75	182,29	82,84	87,90	98,47	218,11	229,06	398,62
1982	400,61	375,04	355,97	299,70	193,97	156,50	108,74	92,10	142,57	217,06	391,70	375,35
1983	308,73	386,29	403,98	312,47	192,22	143,05	92,77	91,37	131,60	198,60	260,88	342,53
1984	313,40	402,28	445,13	319,03	202,84	118,69	80,38	80,49	130,10	180,14	222,33	294,81
1985	266,83	422,81	446,13	330,10	214,33	114,71	99,10	105,01	155,24	179,08	200,44	301,33
1986	349,09	362,99	447,12	341,17	225,81	151,62	88,04	108,61	154,19	230,24	243,74	307,84
1987	377,67	421,03	352,62	268,10	154,21	78,15	53,58	44,47	124,43	147,34	231,38	320,17

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	m ³ /s											
1988	326,75	402,28	379,46	291,57	195,61	130,28	80,80	63,86	86,55	163,91	219,02	332,49
1989	349,09	402,28	406,33	307,74	197,49	118,69	80,38	80,49	130,10	180,14	223,65	315,46
1990	331,84	323,50	315,16	191,33	203,71	130,86	71,95	85,80	114,15	185,20	223,45	360,16
1991	350,21	400,13	450,06	361,37	272,69	129,49	46,26	78,06	109,86	151,15	212,61	210,46
1992	297,96	247,34	348,52	254,53	149,07	144,98	80,38	80,49	130,10	245,58	238,52	204,08
1993	305,49	343,18	350,84	396,50	223,56	142,31	61,06	95,15	131,06	209,67	361,35	453,92
1994	400,16	479,04	350,71	302,61	115,37	58,05	61,40	64,75	123,78	134,56	192,83	269,74
1995	493,14	381,42	338,50	311,52	187,91	120,73	66,90	80,13	124,10	185,55	249,42	251,99
1996	374,19	273,86	285,47	315,42	199,01	139,35	87,80	87,90	109,86	193,84	193,32	202,24
1997	261,94	328,84	366,97	231,53	213,68	195,83	69,29	81,98	122,20	180,91	249,23	387,63
1998	439,35	447,82	385,10	316,92	319,05	128,49	71,35	78,69	144,01	229,30	305,24	273,30
1999	324,50	381,60	386,60	292,50	224,40	135,30	82,50	90,50	145,70	195,80	235,90	270,00
2000	326,80	386,70	368,20	306,10	190,20	162,50	90,20	93,80	134,40	187,20	213,10	266,10
2001	335,20	376,60	393,70	290,60	164,60	131,20	94,60	95,90	124,80	173,90	201,90	239,20
2002	301,80	380,50	368,50	321,40	165,70	138,00	88,00	87,40	127,30	178,30	256,30	310,60
2003	334,20	375,30	366,60	316,60	201,90	159,70	72,60	87,80	116,00	177,80	211,20	284,90
2004	353,70	400,30	389,50	286,60	174,80	124,50	88,50	93,50	135,30	172,30	246,10	252,10
2005	283,30	362,30	385,70	294,60	159,80	136,20	89,20	89,20	138,00	185,00	201,90	389,70
2006	393,00	387,70	400,50	291,40	183,90	131,00	74,60	102,50	136,50	181,00	229,10	286,30
2007	309,30	375,40	419,50	330,10	204,70	119,60	62,40	71,70	129,70	186,10	269,50	300,30
2008	340,10	371,80	381,90	308,80	197,80	130,60	100,50	97,90	117,60	192,70	215,90	194,10
2009	368,00	452,80	361,00	358,70	226,00	169,90	151,70	104,70	107,90	136,80	190,40	445,60
2010	368,90	503,00	389,50	395,40	208,10	136,00	99,10	69,30	86,30	84,60	189,60	263,10
2011	264,60	385,10	419,60	297,80	240,00	209,10	173,00	101,10	108,70	149,40	182,20	279,20
2012	323,90	533,10	439,70	405,70	233,20	136,10	89,90	59,90	54,90	158,30	279,00	435,40
2013	539,20	578,80	664,00	388,40	195,80	175,20	160,50	126,90	92,60	258,10	268,90	321,30
2014	411,80	554,30	603,40	436,80	350,90	204,70	98,20	94,30	142,90	207,80	207,40	357,40

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	m ³ /s											
2015	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	97,56	129,56	201,99	388,00
2016	278,46	413,86	407,41	307,01	166,96	160,16	93,41	83,20	93,89	173,26	196,44	295,12
2017	400,61	317,09	399,61	301,59	264,62	195,50	162,96	111,15	149,41	211,43	250,02	338,84
2018	422,00	363,55	352,85	287,52	N.R.	N.R.	114,27	135,50	97,01	260,49	333,58	356,42
2019	363,96	441,93	477,49	268,96	220,65	125,10	126,09	80,63	84,76	200,60	264,86	483,61
2020	357,23	398,13	352,73	268,96	217,85	146,74	143,17	99,02	103,75	139,69	155,26	337,73
2021	415,13	297,46	364,15	330,24	220,39	194,99	140,72	114,92	123,18	168,91	290,86	370,77
2022	284,09	359,22	356,33	317,04	249,62	185,98	109,90	128,13	91,22	158,58	137,17	166,40
2023	279,23	364,69	422,60	329,56	232,57	154,58	85,71	64,11	73,61	131,93	217,22	442,16

N.R.: No registrado.

- Caudal obtenido de ELECTROPERU y registrada en el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto "Central Hidroeléctrica Belo Horizonte" presentado por la Compañía Energética del Centro S.A.C. aprobada mediante Resolución Directoral N° 0036-2009-ANA-DARH el 21 de mayo del 2009.
- Caudal extendido calculado por la Compañía Energética del Centro S.A.C. y registrada en la Modificación de la Acreditación de Disponibilidad Hídrica de Agua Superficial del río Monzón para uso productivo energético comprendido en el estudio de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Belo Horizonte" aprobada mediante Resolución Directoral N° 001-2016-ANA/AAA-HUALLAGA el 08 de enero del 2016.
- Caudal corregido de ELECTROPERU por la Compañía Energética del Centro S.A.C. y registrado en la Modificación de la Acreditación de Disponibilidad Hídrica de Agua Superficial del río Monzón para uso productivo energético comprendido en el estudio de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Belo Horizonte" aprobada mediante Resolución Directoral N° 001-2016-ANA/AAA-HUALLAGA el 08 de enero del 2016.
- Caudal calculado a partir de la curva de gasto (aforos) realizado por la Compañía Energética del Centro S.A.C. (junio - 2008 a diciembre - 2014) y registrado en la Modificación de la Acreditación de Disponibilidad Hídrica de Agua Superficial del río Monzón para uso productivo energético comprendido en el estudio de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Belo Horizonte" aprobada mediante Resolución Directoral N° 001-2016-ANA/AAA-HUALLAGA el 08 de enero del 2016.
- Caudal calculado (promedio mensual) a partir de los niveles promedios diarios (ver Anexo 7) reportados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y a través de la Curva de gasto reportado por la Compañía Energética del Centro S.A.C. (junio - 2008 a diciembre - 2014), como se observa en la Ecuación (5).

ANEXO 5:

RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CAMPO, SÓLIDOS O SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN Y METALES EN EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO MONZÓN REPORTADO POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA) 2014-2021

Tabla 15. Parámetros de campo reportados a la salida de la cuenca (RMonz2) por la ANA en el periodo 2014-2021

Año	Época	Código	ECA	Laboratorio de ensayo	Informe de ensayo	Fecha	Hora	Parámetros Físicoquímicos			
								Potencial de hidrógeno (pH)	Temperatura	Conductividad eléctrica	Oxígeno Disuelto
								Unidad			
								Unid. pH	°C	µs/cm	mg/L
2014	Transición (V-C)		2008	Servicios Analíticos Generales (SAG) SAC	085463-2014	15/12/2014	15:00:00	7,32	23,68	48,19	8,30
2015	Transición (V-C)		2008	NSF Envirolab	J-00189864	1/11/2015	13:20:00	7,26	22,85	41,96	6,59
2016	Transición (C-V)		2015	NSF Envirolab	J-00218739	21/06/2016	17:30:00	7,21	23,53	64,03	7,20
2017	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	35533/2017	11/08/2017	14:30:00	7,30	27,04	67,70	6,74
	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	57421/2017	6/12/2017	17:10:00	7,20	23,00	53,16	7,50
2018	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	35315/2018	2/07/2018	15:40:00	7,23	25,90	80,50	6,64
	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	72034/2018	10/12/2018	17:00:00	6,76	23,90	57,09	6,55
2019	Creciente	498496	2017	ALS LS Perú SAC	16415/2019	14/03/2019	17:00:00	6,99	24,21	44,92	6,51
	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	43720/2019	2/07/2019	16:00:00	6,20	25,20	67,66	6,60
	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	55722/2019	23/08/2019	15:52:00	7,10	25,20	62,50	7,80
	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	81791/2019	10/12/2019	14:42:00	7,10	22,00	38,60	6,60
2020	Creciente		2017	ALS LS Perú SAC	12163/2020	24/02/2020	14:31:00	6,82	22,93	48,49	6,28
	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	59165/2020	20/11/2020	14:00:00	7,10	23,50	53,90	6,10
2021	Transición (C-V)		2017	ALS LS Perú SAC	29262/2021	24/05/2021	10:00:00	6,70	20,18	58,50	6,20
	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	47619/2021	16/08/2021	15:37:00	7,70	25,00	69,40	5,50

Tabla 16. Concentraciones de metales reportados a la salida de la cuenca (RMonz2) por la ANA en el periodo 2014-2021

Año	Época	Código	ECA	Laboratorio de ensayo	Método de ensayo	Informe de ensayo	Fecha	Hora	RMonz2		
									Metales totales		
									Aluminio	Hierro	Manganeso
									Unidad		
									mg/L	mg/L	mg/L
2014	Transición (V-C)		2008	Servicios Analíticos Generales (SAG) SAC	EPA Method 200.7, Rev. 4.4 ICP AES. 1994	085463-2014	15/12/2014	15:00:00	2,420	4,771	0,11270
2015	Transición (V-C)		2008	NSF Envirolab	EPA Method 200.7, Rev. 4.4. May 1994	J-00189864	1/11/2015	13:20:00	4,643	10,130	0,24200
2016	Transición (C-V)		2015	NSF Envirolab	EPA Method 200.7, Rev. 4.4. May 1994	J-00218739	21/06/2016	17:30:00	0,115	0,433	0,04100
2017	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	35533/2017	11/08/2017	14:30:00	0,226	0,583	0,04693
	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	57421/2017	6/12/2017	17:10:00	7,195	11,640	0,33577
2018	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	35315/2018	2/07/2018	15:40:00	0,447	0,838	0,04978
	Transición (V-C)	498496	2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	72034/2018	10/12/2018	17:00:00	2,550	3,529	0,10937
	Creciente		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	16415/2019	14/03/2019	17:00:00	5,137	8,379	0,22520
2019	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020A, Rev.1 February 2007 ICP-MS	43720/2019	2/07/2019	16:00:00	0,153	0,416	0,03923
	Vacante		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020 B, Rev.2 July 2014 ICP-MS	55722/2019	23/08/2019	15:52:00	0,521	1,030	0,06150
2020	Transición (V-C)		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020B, Rev.12 July 2014 (validado, modificado. 2018) ICP-MS	81791/2019	10/12/2019	14:42:00	21,430	37,110	1,29900
	Creciente		2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020B, Rev.12 July 2014 (validado, modificado. 2018) ICP-MS	12163/2020	24/02/2020	14:31:00	5,338	8,956	0,20840

2021	Transición (V-C)	2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020B, Rev.12 July 2014 (validado, modificado. 2018) ICP-MS	59165/2020	20/11/2020	14:00:00	4,397	7,212	0,15770
	Transición (C-V)	2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020B, Rev.12 July 2014 (validado, modificado. 2018) ICP-MS	29262/2021	24/05/2021	10:00:00	4,105	6,392	0,19590
	Vacante	2017	ALS LS Perú SAC	EPA 6020B, Rev.12 July 2014 (validado, modificado. 2018) ICP-MS	47619/2021	16/08/2021	15:37:00	0,220	0,488	0,04270

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Categoría 3 - (2017)

Tabla 17. Concentraciones de sedimentos en suspensión reportados a la salida de la cuenca por la ANA en el periodo 2014-2021

Año	Época / Mes	Código	Laboratorio de ensayo	Método de ensayo	Informe de ensayo	Fecha	Hora	RMonz2
								Sedimentos
								Suspensionados
								STS
								Unidad
								mg/L
2014	Transición (V-C)		Servicios Analíticos Generales (SAG) SAC	TSS: SM 2540D	085463-2014	15/12/2014	15:00:00	139,40
2015	Transición (V-C)		NSF Envirolab	SST: 2540-D, 22nd 2012	J-00189864	1/11/2015	13:20:00	349,00
2016	Transición (C-V)		NSF Envirolab	SST: 2540-D, 22nd 2012	J-00218739	21/06/2016	17:30:00	11,00
2017	Vacante		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	35533/2017	11/08/2017	14:30:00	11,00
	Transición (V-C)		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	57421/2017	6/12/2017	17:10:00	450,00
2018	Vacante		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	35315/2018	2/07/2018	15:40:00	14,00
	Transición (V-C)	498496	ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	72034/2018	10/12/2018	17:00:00	105,00
	Creciente		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	16415/2019	14/03/2019	17:00:00	335,00
2019	Vacante		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	43720/2019	2/07/2019	16:00:00	3,00
	Vacante		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 22nd Ed. 2012	55722/2019	23/08/2019	15:52:00	25,00
2020	Transición (V-C)		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 23rd Ed. 2017 (Validado 2018)	81791/2019	10/12/2019	14:42:00	1119,00
	Creciente		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 23rd Ed. 2017 (Validado 2018)	12163/2020	24/02/2020	14:31:00	222,00
	Transición (V-C)		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 23rd Ed. 2017 (Validado 2018)	59165/2020	20/11/2020	14:00:00	100,00
2021	Transición (C-V)		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 23rd Ed. 2017 (Validado 2018)	29262/2021	24/05/2021	10:00:00	160,00
	Vacante		ALS LS Perú SAC	SST: 2540-D, 23rd Ed. 2017 (Validado 2018)	47619/2021	16/08/2021	15:37:00	< 3

ANEXO 6:

**RESULTADOS DE SEDIMENTOS EN
SUSPENSIÓN (STS) Y METALES (Al,
Fe, y Mn) EN EL AGUA SUPERFICIAL
DE LA INTERCUENCA ALTO
HUALLAGA REPORTADO POR LA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
(ANA) EN EL PERIODO 2018-2021**

Tabla 18. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2018

Año	Punto Monitoreo	Fecha	Época	Informe de ensayo	ECA	Categoría ECA	STS (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)
2018	RHual14	6/12/2018	Transición (V-C)	71044/2018	2017	Cat3-D1-RR	298,00	9,303	12,680	0,2819
	Rhual17	3/12/2018	Transición (V-C)	70228/2018	2017	Cat3-D1-RR	261,00	5,939	7,644	0,2110
	RHual18	3/12/2018	Transición (V-C)	70228/2018	2017	Cat3-D1-RR	374,00	8,057	7,909	0,2356
	RHual19	3/12/2018	Transición (V-C)	70228/2018	2017	Cat3-D1-RR	895,00	13,750	13,490	0,5965

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Cat3-D1-RR (2017)

Tabla 19. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2019

Año	Punto Monitoreo	Fecha	Época	Informe de ensayo	ECA	Categoría ECA	STS (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)
2019	RHual2	28/08/2019	Vaciante	56669/2020	2017	Cat3-D1-RR	11	0,107	0,302	0,6384
	RHual42	28/08/2019	Vaciante	56669/2019	2017	Cat3-D1-RR	31	0,200	0,488	0,4784
	RHual43	2/09/2019	Vaciante	57603/2019	2017	Cat3-D1-RR	14	0,113	0,278	0,3446
	RHual6	18/03/2019	Creciente	17102/2019	2017	Cat3-D1-RR	1523,00	16,42	25,62	1,091
		18/03/2019	Creciente	17102/2019	2017	Cat3-D1-RR	1334,00	14,56	24,19	0,6165
	RHual7	11/12/2019	Transición (V-C)	81878/2019	2017	Cat3-D1-RR	506,00	12,46	21,72	0,5253
	RHual8	19/03/2019	Creciente	17511/2019	2017	Cat3-D1-RR	52,00	19,02	37,84	1,059

	11/12/2019	Transición (V-C)	81878/2019	2017	Cat3-D1-RR	495,00	16,82	31,97	0,8717
Rhual9	21/03/2019	Creciente	18155/2019	2017	Cat3-D1-RR	1128,00	12,32	22,40	0,6652
	11/12/2019	Transición (V-C)	81878/2019	2017	Cat3-D1-RR	965,00	16,86	31,16	0,9453
RHual10	19/03/2019	Creciente	17511/2019	2017	Cat3-D1-RR	1495,00	18,15	36,38	0,9550
	21/03/2019	Creciente	18155/2019	2017	Cat3-D1-RR	544,00	9,076	16,40	0,47225
RHual11	18/12/2019	Transición (V-C)	83844/2019	2017	Cat3-D1-RR	1046,00	23,70	41,09	0,9978
	19/03/2019	Creciente	17511/2019	2017	Cat3-D1-RR	1604,00	19,110	37,62	1,028
RHual12	18/12/2019	Transición (V-C)	83844/2019	2017	Cat3-D1-RR	2149,00	38,54	73,61	2,071
	19/03/2019	Creciente	17511/2019	2017	Cat3-D1-RR	1559,00	18,130	36,84	1,016
RHual13	17/12/2019	Transición (V-C)	83268/2019	2017	Cat3-D1-RR	1208,00	20,78	36,23	1,039
	27/02/2019	Creciente	12530/2019	2017	Cat3-D1-RR	606,00	6,999	11,00	0,37137
RHual14	17/12/2019	Transición (V-C)	83268/2019	2017	Cat3-D1-RR	866,00	16,15	28,66	0,7827
	7/03/2019	Creciente	14471/2019	2017	Cat3-D1-RR	173,00	3,483	5,63	0,13443
RHual18	28/06/2019	Transición (C-V)	42989/2019	2017	Cat3-D1-RR	223,00	3,984	6,32	0,15819
	9/12/2019	Transición (V-C)	81182-2019	2017	Cat3-D1-RR	472,00	6,956	10,17	0,2961
	5/03/2019	Creciente	13855/2019	2017	Cat3-D1-RR	234,00	4,358	5,146	0,15551
RHual19	3/12/2019	Transición (V-C)	79677-2019	2017	Cat3-D1-RR	1392,00	14,27	17,41	0,9206

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Cat3-D1-RR (2017)

Tabla 20. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2020

Año	Punto Monitoreo	Fecha	Época	Informe de ensayo	ECA	Categoría ECA	STS (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)
2020	RHual2	12/11/2020	Transición (V-C)	57003/2020	2017	Cat3-D1-RR	9	0,463	0,152	0,4618
	RHual3	12/11/2020	Transición (V-C)	57003/2020	2017	Cat3-D1-RR	6	0,288	0,329	0,2295
	RHual12	2/03/2020	Creciente	13618/2020	2017	Cat3-D1-RR	692,00	9,873	17,44	0,4624
	RHual13	2/03/2020	Creciente	13618/2020	2017	Cat3-D1-RR	610,00	9,218	16,09	0,4032
	RHual14	3/03/2020	Creciente	13943/2020	2017	Cat3-D1-RR	233,00	3,998	7,663	0,2304
	Rhual17	25/02/2020	Creciente	12250-2020	2017	Cat3-D1-RR	475,00	9,218	16,73	0,3575
	RHual19	2/03/2020	Creciente	13657-2020	2017	Cat3-D1-RR	481,00	9,842	12,41	0,3804

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Cat3-D1-RR (2017)

Tabla 21. Puntos de monitoreos en la Intercuenca Alto Huallaga que reportan concentraciones de metales superiores a los ECA para agua 2017; y concentraciones de STS en el año 2021

Año	Punto Monitoreo	Fecha	Época	Informe de ensayo	ECA	Categoría ECA	STS (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)
2021	RHual42	29/05/2021	Transición (C-V)	30374/2021	2017	Cat3-D1-RR	8,00	0,112	0,312	0,2196
	RHual3	14/08/2021	Vaciante	47276/2021	2017	Cat3-D1-RR	5,00	0,123	0,223	0,2013
	RHual4	14/08/2021	Vaciante	47276/2021	2017	Cat3-D1-RR	5,00	0,102	0,180	0,2255
	RHual19	18/05/2021	Transición (C-V)	27958/2021	2017	Cat3-D1-RR	268,00	6,676	9,922	0,2675

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Cat3-D1-RR (2017)

ANEXO 7:

RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CAMPO, SÓLIDOS O SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN Y METALES EN EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO MONZÓN CORRESPONDIENTES A LOS MONITOREOS (B) DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN (2021 Y 2022)

Tabla 22. Parámetros de campo medidos en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022) en el punto RMonz1

N.º	N.º por Salida	Mes / Época	Código	Fecha	Hora	Parámetros fisicoquímicos			
						Temperatura	Potencial de hidrogeno	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto
						ECA			
Categoría 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES						° C	Unid. pH	µS/cm	mg/L
1	1	Setiembre 2021 (Vaciante)	RMonz1	7/09/2021	06:30	19,3	6,7	52,7	6,7
2	2		RMonz1	7/09/2021	12:58	21,75	7,6	53,14	6,74
3	3		RMonz1	7/09/2021	17:45	24,65	7,9	56,04	6,64
4	4		RMonz1	8/09/2021	06:40	20,83	7,3	63,4	7,2
5	5		RMonz1	8/09/2021	12:10	22,9	7,6	63,4	6,6
6	6		RMonz1	8/09/2021	17:50	25,8	7,7	66,3	6,77
7	7		RMonz1	9/09/2021	06:25	21,12	7,6	57,2	6,85
8	8		RMonz1	9/09/2021	12:38	22,2	7,3	50,1	6,6
9	9		RMonz1	9/09/2021	17:25	24,8	7,7	51,2	6,64
10	10		RMonz1	10/09/2021	06:40	20,8	7,4	49,3	7,22
11	11		RMonz1	10/09/2021	12:35	20,57	7,4	44,9	6,63
12	12		RMonz1	10/09/2021	18:10	21,9	7,6	52,9	6,8
13	13		RMonz1	11/09/2021	06:36	20,1	7,6	44,3	6,8
14	14		RMonz1	11/09/2021	12:21	19,7	7,8	52	6,7
15	15		RMonz1	11/09/2021	17:44	21,7	7,9	51,2	6,6
16	16		RMonz1	12/09/2021	06:28	20,1	7,9	54,5	6,6
17	17		RMonz1	12/09/2021	12:00	21,3	7,8	54,6	6,9
18	18		RMonz1	12/09/2021	17:48	24,9	7,7	56,7	6,5
19	19		RMonz1	13/09/2021	06:26	20,9	7,9	41,7	6,7
20	20		RMonz1	13/09/2021	12:24	22,3	7,7	47,8	6,7
21	21		RMonz1	13/09/2021	17:45	25,3	7,8	52,8	6,4
22	1	Diciembre 2021 (Transición de V-C)	RMonz1	22/12/2021	06:55	20,6	7,82	57,53	6,69
23	2		RMonz1	22/12/2021	12:14	21,4	7,73	60,25	6,53
24	3		RMonz1	22/12/2021	17:45	21	7,39	58,28	6,2
25	4		RMonz1	23/12/2021	06:58	20,6	7,52	57,11	7,57

26	5		RMonz1	23/12/2021	12:30	22,9	7,04	55,63	6,77
27	6		RMonz1	23/12/2021	17:51	25	7,35	56,61	6,96
28	7		RMonz1	24/12/2021	07:06	20,9	7,26	42,44	7,62
29	8		RMonz1	24/12/2021	12:40	21,1	7,19	54,17	7,86
30	9		RMonz1	24/12/2021	17:48	21,8	7,66	54,23	6,23
31	10		RMonz1	25/12/2021	07:03	20	7,14	55,48	7,21
32	11		RMonz1	25/12/2021	12:40	22,2	7,11	57,06	6,69
33	12		RMonz1	25/12/2021	17:43	24,6	7,54	57,32	6,6
34	1	Enero 2022 (Creciente)	RMonz1	24/01/2022	09:56	21,1	7,19	43,68	6,64
35	2		RMonz1	24/01/2022	14:07	21,8	7,95	51,42	6,79
36	3		RMonz1	24/01/2022	18:20	22,1	7,65	63,5	6,84
37	4		RMonz1	25/01/2022	07:05	20,6	7,22	56,02	6,75
38	5		RMonz1	25/01/2022	12:44	21,9	7,19	66,55	6,67
39	6		RMonz1	25/01/2022	18:07	22,6	7,97	62,5	6,59
40	7		RMonz1	26/01/2022	06:44	20,4	7,83	81,29	6,88
41	8		RMonz1	26/01/2022	12:57	20,9	7,87	61,63	6,51
42	9		RMonz1	26/01/2022	18:10	22	7,72	59,64	6,68
43	10		RMonz1	27/01/2022	07:10	20,4	7,64	69,73	6,66
44	11		RMonz1	27/01/2022	12:50	21,5	7,52	62,07	6,39
45	12		RMonz1	27/01/2022	16:53	22,4	7,45	71,72	6,4
46	1	Marzo 2022 (Creciente)	RMonz1	26/03/2022	09:00	20,4	7,971	58,37	6,535
47	2		RMonz1	26/03/2022	13:52	21,2	7,012	62,25	6,506
48	3		RMonz1	26/03/2022	18:00	20,49	7,501	76,88	6,166
49	4		RMonz1	27/03/2022	06:33	19,82	7,713	60,08	6,571
50	5		RMonz1	27/03/2022	12:07	20,05	7,509	58,32	6,642
51	6		RMonz1	27/03/2022	18:21	20,84	7,419	58,91	6,627
52	7		RMonz1	28/03/2022	07:10	19,93	7,338	51,43	6,741
53	8		RMonz1	28/03/2022	13:03	20,24	7,536	53,35	6,697
54	9		RMonz1	28/03/2022	18:00	21,17	7,62	58,53	6,653
55	10		RMonz1	29/03/2022	06:08	19,68	7,964	52,24	6,551
56	11		RMonz1	29/03/2022	12:31	20,63	7,278	53,62	6,344
57	12		RMonz1	29/03/2022	17:21	23,03	7,127	55,38	6,031
58	1	Abril 2022	RMonz1	29/04/2022	10:15	21,4	7,303	42,44	5,782
59	2		RMonz1	29/04/2022	12:15	22,53	7,115	45,79	5,674
60	3		RMonz1	29/04/2022	17:47	24,03	7,202	51,87	5,801

61	4	(Transición de C-V)	RMonz1	30/04/2022	06:58	20,61	7,246	46,31	5,814	
62	5		RMonz1	30/04/2022	12:40	22,49	7,172	50,76	5,721	
63	6		RMonz1	30/04/2022	17:31	24,01	6,906	50,3	5,582	
64	1	Mayo 2022	RMonz1	1/05/2022	06:55	20,48	6,832	44,8	6,012	
65	2		RMonz1	1/05/2022	12:00	20,92	7,042	53,32	5,942	
66	3		RMonz1	1/05/2022	18:00	23,79	6,81	51,09	5,719	
67	4		(Transición de C-V)	RMonz1	2/05/2022	07:54	20,63	7,18	53,85	6,088
68	5		RMonz1	2/05/2022	12:14	22,17	7,346	55,11	5,91	
69	6		RMonz1	2/05/2022	17:31	24,99	7,261	56,36	5,642	

Tabla 23. Concentraciones de sedimentos en suspensión determinados en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022)

N.º	N.º por Salida	Mes	Código	Laboratorio acreditado	Método de Ensayo de Laboratorio acreditado	Informe de ensayo (IE)	Fecha	Hora	Sedimentos en suspensión
									ECA
									400
Categoría 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES									mg/L
1	1	Setiembre 2021	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SST: SM 2540 D	2109067-I	7/09/2021	06:30	77
2	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-II	7/09/2021	12:58	59
3	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-III	7/09/2021	17:45	37
4	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-IV	8/09/2021	06:40	19
5	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-V	8/09/2021	12:10	31
6	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-VI	8/09/2021	17:50	23
7	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-VII	9/09/2021	06:25	160
8	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-VIII	9/09/2021	12:38	105
9	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-IX	9/09/2021	17:25	49
10	10		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-X	10/09/2021	06:40	55
11	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-I	10/09/2021	12:35	71
12	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-II	10/09/2021	18:10	54
13	13		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-III	11/09/2021	06:36	350
14	14		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-IV	11/09/2021	12:21	220
15	15		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-V	11/09/2021	17:44	124

16	16		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VI	12/09/2021	06:28	81	
17	17		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VII	12/09/2021	12:00	60	
18	18		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VIII	12/09/2021	17:48	51	
19	19		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-IX	13/09/2021	06:26	82	
20	20		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-X	13/09/2021	12:24	108	
21	21		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-XI	13/09/2021	17:45	83	
22	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-I	22/12/2021	06:55	109	
23	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-II	22/12/2021	12:14	200	
24	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-III	22/12/2021	17:45	118	
25	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-IV	23/12/2021	06:58	126	
26	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-V	23/12/2021	12:30	104	
27	6	Diciembre 2021	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SST: SM 2540 D	2112157-VI	23/12/2021	17:51	102	
28	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-VII	24/12/2021	07:06	400	
29	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-VIII	24/12/2021	12:40	580	
30	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-IX	24/12/2021	17:48	380	
31	10		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-X	25/12/2021	07:03	115	
32	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-XI	25/12/2021	12:40	114	
33	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-XII	25/12/2021	17:43	93	
34	1		Enero 2022	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2202096-I	24/01/2022	09:56	1280
35	2			RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2202096-II	24/01/2022	14:07	1810
36	3			RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-III	24/01/2022	18:20	1207
37	4	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-IV	25/01/2022	07:05	380		
38	5	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-V	25/01/2022	12:44	1553		
39	6	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-VI	25/01/2022	18:07	1347		
40	7	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-VII	26/01/2022	06:44	2130		
41	8	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-VIII	26/01/2022	12:57	980		
42	9	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-IX	26/01/2022	18:10	735		
43	10	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	2201093-X	27/01/2022	07:10	613		
44	11	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2201093-XI	27/01/2022	12:50	387			
45	12	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2201093-XII	27/01/2022	16:53	333			
46	1	Marzo 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-I	26/03/2022	09:00	1667		
47	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-II	26/03/2022	13:52	1053		
48	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-III	26/03/2022	18:00	5380		
49	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-IV	27/03/2022	06:33	913		
50	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-V	27/03/2022	12:07	590		

51	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-VI	27/03/2022	18:21	423
52	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-VII	28/03/2022	07:10	720
53	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2204228	28/03/2022	13:03	2347
54	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-IX	28/03/2022	18:00	1753
55	10		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-X	29/03/2022	06:08	755
56	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-XI	29/03/2022	12:31	503
57	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-XII	29/03/2022	17:21	427
58	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-I	29/04/2022	10:15	420
59	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-II	29/04/2022	12:15	380
60	3	Abril 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SST: SM 2540 D	2205002-III	29/04/2022	17:47	108
61	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-IV	30/04/2022	06:58	790
62	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-V	30/04/2022	12:40	645
63	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VI	30/04/2022	17:31	425
64	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VII	1/05/2022	06:55	395
65	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VIII	1/05/2022	12:00	605
66	3	Mayo 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SST: SM 2540 D	2205002-IX	1/05/2022	18:00	233
67	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-X	2/05/2022	07:54	80
68	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-XI	2/05/2022	12:14	70
69	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-XII	2/05/2022	17:31	59

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para Agua en la categoría 4: Conservación del ambiente acuático para ríos de selva, como normativa referencial para los STS.

Tabla 24. Concentraciones de metales totales cuantificados en el agua superficial del río Monzón (2021 y 2022)

N.º	N.º por Salida	Mes	Código	Laboratorio acreditado	Método de Ensayo de Laboratorio acreditado	Informe de ensayo (IE)	Fecha	Hora	Aluminio	Hierro	Manganeso
									ECA	ECA	ECA
									5	5	0,2
Categoría 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES									mg/L	mg/L	mg/L
1	1	Setiembre 2021	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Al:	2109067-I	7/09/2021	06:30	3,38	3,30	0,159
2	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		SM 3030E y	2109067-II	7/09/2021	12:58	1,82	2,00
3	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3111D	2109067-III	7/09/2021	17:45	1,07	1,25	0,080
4	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-IV	8/09/2021	06:40	0,54	0,74	0,068
5	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Fe:	2109067-V	8/09/2021	12:10	1,74	1,48	0,088

6	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3500-Fe B	2109067-VI	8/09/2021	17:50	0,68	0,82	0,068
7	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109067-VII	9/09/2021	06:25	4,91	5,72	0,236
8	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Mn:	2109067-VIII	9/09/2021	12:38	4,55	4,77	0,232
9	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SM 3030 E	2109067-IX	9/09/2021	17:25	1,62	1,77	0,096
10	10		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	y 3111 B	2109067-X	10/09/2021	06:40	1,61	1,70	0,084
11	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-I	10/09/2021	12:35	4,09	3,59	0,134
12	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-II	10/09/2021	18:10	2,09	2,20	0,090
13	13		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-III	11/09/2021	06:36	14,03	11,50	0,559
14	14		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-IV	11/09/2021	12:21	9,45	12,04	0,590
15	15		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-V	11/09/2021	17:44	6,48	9,91	0,272
16	16		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VI	12/09/2021	06:28	2,93	3,16	0,128
17	17		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VII	12/09/2021	12:00	1,99	2,29	0,095
18	18		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-VIII	12/09/2021	17:48	1,89	2,16	0,085
19	19		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-IX	13/09/2021	06:26	2,37	2,61	0,093
20	20		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-X	13/09/2021	12:24	4,90	4,68	0,182
21	21		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2109097-XI	13/09/2021	17:45	2,78	3,19	0,124
22	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-I	22/12/2021	06:55	3,52	6,69	0,167
23	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Al:	2112157-II	22/12/2021	12:14	4,63	7,96	0,216
24	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SM 3030E y	2112157-III	22/12/2021	17:45	3,66	5,55	0,164
25	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3111D	2112157-IV	23/12/2021	06:58	3,37	6,46	0,157
26	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-V	23/12/2021	12:30	3,01	5,01	0,129
27	6	Diciembre 2021	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Fe:	2112157-VI	23/12/2021	17:51	3,43	5,12	0,135
28	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3500-Fe B	2112157-VII	24/12/2021	07:06	13,40	22,0	0,377
29	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-VIII	24/12/2021	12:40	25,49	26,50	0,767
30	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Mn:	2112157-IX	24/12/2021	17:48	19,30	23,42	0,537
31	10		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SM 3030 E	2112157-X	25/12/2021	07:03	4,07	8,50	0,228
32	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	y 3111 B	2112157-XI	25/12/2021	12:40	4,74	6,88	0,173
33	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2112157-XII	25/12/2021	17:43	3,53	6,22	0,150
34	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Al:	2202096-I	24/01/2022	09:56	37,31	52,84	1,692
35	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SM 3030E y	2202096-II	24/01/2022	14:07	26,85	45,24	1,512
36	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3111D	2201093-III	24/01/2022	18:20	32,79	50,48	1,233
37	4	Enero 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2201093-IV	25/01/2022	07:05	5,65	17,57	0,375
38	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Fe:	2201093-V	25/01/2022	12:44	25,24	66,08	1,545
39	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	3500-Fe B	2201093-VI	25/01/2022	18:07	23,17	37,32	0,958
40	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2201093-VII	26/01/2022	06:44	48,34	59,80	2,427
41	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Mn:	2201093-VIII	26/01/2022	12:57	34,51	42,18	1,988
42	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2201093-IX	26/01/2022	18:10	19,12	38,26	1,238

43	10	Marzo 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	SM 3030 E y 3111 B	2201093-X	27/01/2022	07:10	12,88	18,02	0,410		
44	11		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2201093-XI	27/01/2022	12:50	8,89	13,29	0,284		
45	12		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2201093-XII	27/01/2022	16:53	7,85	8,76	0,210		
46	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-I	26/03/2022	09:00	32,93	33,96	1,142		
47	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-II	26/03/2022	13:52	28,52	45,36	1,651		
48	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-III	26/03/2022	18:00	93,28	151,65	6,830		
49	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-IV	27/03/2022	06:33	24,61	29,28	0,924		
50	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-V	27/03/2022	12:07	16,41	16,88	0,536		
51	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-VI	27/03/2022	18:21	12,91	12,34	0,372		
52	7		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-VII	28/03/2022	07:10	15,34	17,52	0,487		
53	8		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2204228	28/03/2022	13:03	47,82	72,25	2,475		
54	9		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2203135-IX	28/03/2022	18:00	29,32	40,30	1,590		
55	10	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-X	29/03/2022	06:08	14,19	17,40	0,436				
56	11	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-XI	29/03/2022	12:31	12,36	14,24	0,348				
57	12	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-XII	29/03/2022	17:21	9,78	10,44	0,274				
58	1	Abril 2022	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	Al: SM 3111D	2205002-I	29/04/2022	10:15	12,85	21,85	0,501		
59	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-II	29/04/2022	12:15	20,34	16,35	0,318		
60	3		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-III	29/04/2022	17:47	3,790	4,46	0,126		
61	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-IV	30/04/2022	06:58	10,25	31,85	0,594		
62	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-V	30/04/2022	12:40	20,41	20,46	0,638		
63	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VI	30/04/2022	17:31	10,83	13,25	0,423		
64	1		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VII	1/05/2022	06:55	14,31	11,29	0,316		
65	2		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-VIII	1/05/2022	12:00	20,26	27,76	0,615		
66	3		Mayo 2022	RMonz1		Hidrolab Perú S.A.C	Mn: SM 3030 E y 3111 B	2205002-IX	1/05/2022	18:00	9,42	9,57	0,223
67	4		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-X		2/05/2022	07:54	3,30	4,03	0,106	
68	5		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-XI		2/05/2022	12:14	2,19	3,24	0,091	
69	6		RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C		2205002-XII		2/05/2022	17:31	2,36	2,55	0,080	

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Categoría 3: "Riego de vegetales y bebida de animales" - 2017

Tabla 25. Resultados de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR) de las muestras replicadas respecto a la muestra original como control de la calidad del proceso de muestreo

N.º	Época	Muestra	Código	Laboratorio acreditado	Informe de ensayo (IE)	Fecha	Hora	STS	Aluminio	Hierro	Manganeso
								ECA-Cat4	ECA-Cat3		
								400 mg/L	5 mg/L	5 mg/L	0,2 mg/L
1	Vaciante	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2109067-X	10/09/2021	06:40	55	1,61	1,70	0,084
		Replica 1	RMonz1-D1	Hidrolab Perú S.A.C	2109067-XI			50	1,69	1,69	0,083
		DPR (%)							10%	5%	1%
2	Vaciante	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2109097-X	13/09/2021	12:24	108	4,90	4,68	0,182
		Replica 2	RMonz1-D2	Hidrolab Perú S.A.C	2109097-XII			103	4,99	4,74	0,185
		DPR (%)							5%	2%	1%
3	Transición (v-c)	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2112157-VIII	24/12/2021	12:40	580	25,49	26,50	0,767
		Replica 3	RMonz1-R1	Hidrolab Perú S.A.C	2112157-XIII			584	23,34	27,04	0,675
		DPR (%)							1%	9%	2%
4	Creciente	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2201093-X	27/01/2022	07:10	613	12,88	18,02	0,410
		Replica 4	RMonz1-R2	Hidrolab Perú S.A.C	2201093-XIII			540	11,73	16,93	0,373
		DPR (%)							13%	9%	6%
5	Creciente	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-III	26/03/2022	18:00	5380	93,28	151,65	6,830
		Replica 5	RMonz1-R3	Hidrolab Perú S.A.C	2203135-XIII			5040	92,40	160,80	6,170
		DPR (%)							7%	1%	6%
6	Transición (C-V)	Original	RMonz1	Hidrolab Perú S.A.C	2205002-II	29/04/2022	12:15	380	20,34	16,35	0,318
		Replica 6	RMonz1-R4	Hidrolab Perú S.A.C	2205002-XIII			380	19,46	13,57	0,308
		DPR (%)							0%	4%	19%

Concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua Categoría 3 (metales); y concentraciones que superaron los valores de los ECA para agua en la categoría 4, como normativa referencial para los sedimentos en suspensión (STS)

ANEXO 8:

**COMPARACIÓN DE REGRESIONES
DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN
(STS) VS CAUDALES LÍQUIDOS
INSTANTÁNEOS 2021 – 2022; Y 2015
– 2023**

Análisis de regresión lineal de los Sedimentos en suspensión (STS) vs Caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022

Tabla 26. Estadísticos descriptivos de la ecuación lineal $STS = a + b \cdot Q$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986
Q (m ³ /s)	68	84,551	651,065	301,957	160,054

Tabla 27. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $STS = a + b \cdot Q$ en 2021-2022

Observaciones	68
Grados de libertad (GL)	66
R ²	0,736
Error cuadrático medio (MSE)	81977
S (RMSE)	286,317
MS (MRMSE)	0,600
RSR	0,518

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente ($RMSE/\bar{x}$).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente ($RMSE/\sigma$).

Tabla 28. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal

$$STS = a + b \cdot Q$$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	15077694	15077694	183,925	<0,0001
Error	66	5410502	81977		
Total	67	20488196			

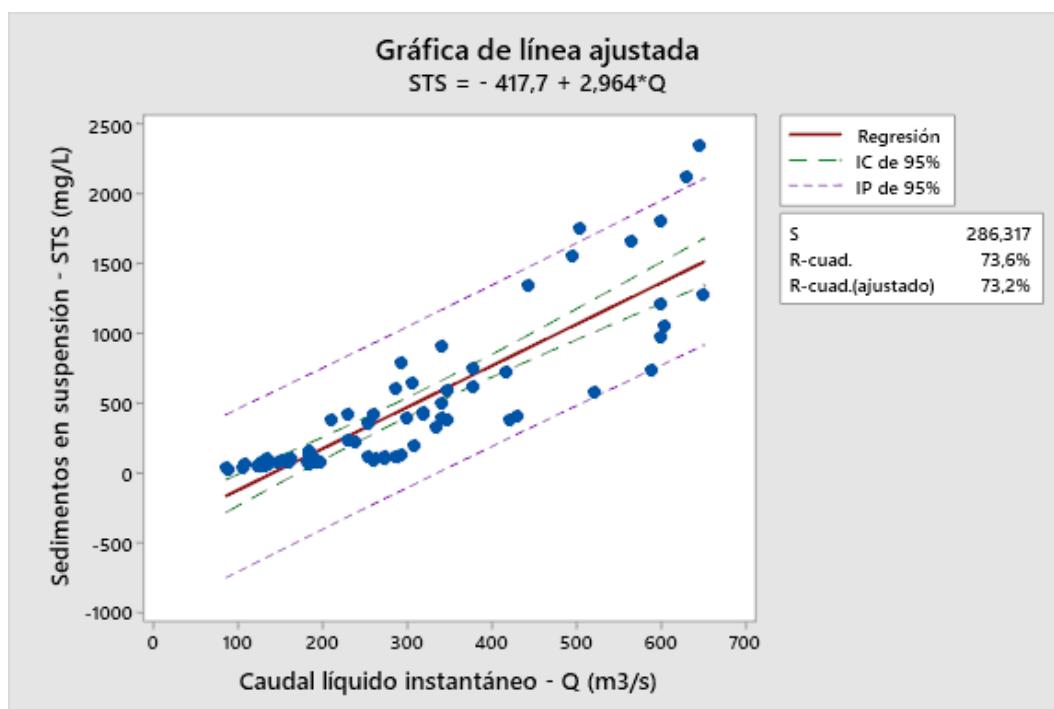


Figura 53. Ecuación lineal entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por mínimos cuadrados no lineales de los Sedimentos en suspensión (STS) vs Caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022

Tabla 29. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $STS = a*(Q)^b$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986
Q (m ³ /s)	68	84,551	651,065	301,957	160,054

Tabla 30. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $STS = a*(Q)^b$ en 2021-2022

Algoritmo iterativo	Gauss - Newton
Iteraciones	24
Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	73235,1
S (RMSE)	270,620
MS (MRMSE)	0,567
RSR	0,489

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Tabla 31. Falta de ajuste de la ecuación potencial $STS = a*(Q)^b$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Error	66	4833517	73235,1		
Falta de ajuste	48	3832447	79842,6	1,44	0,203
Error puro	18	1001070	55615,0		

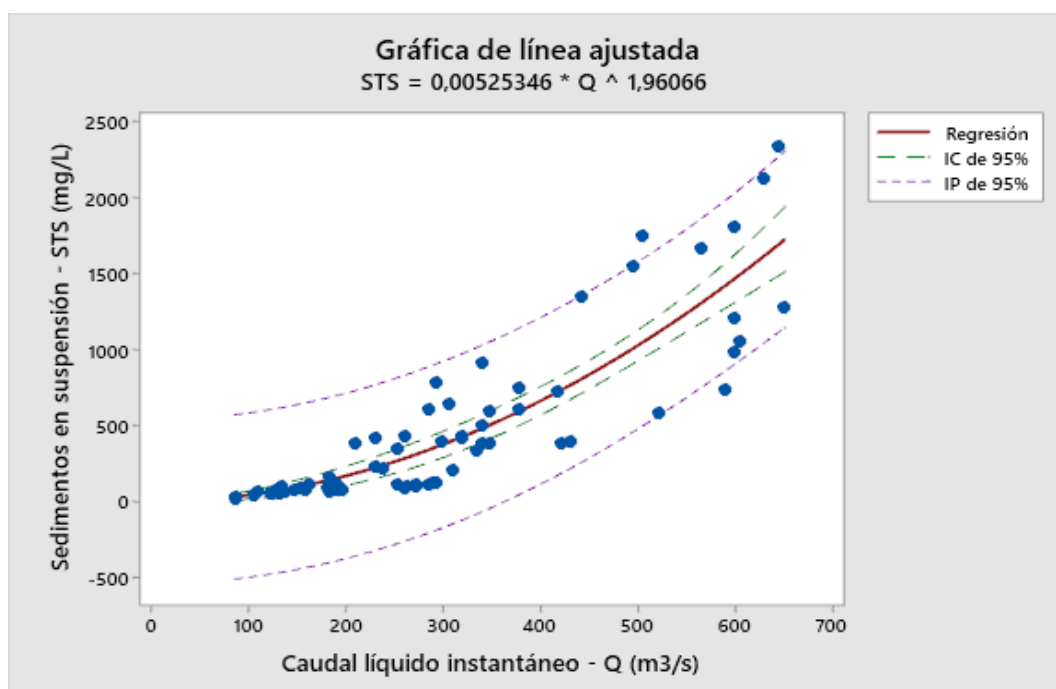


Figura 54. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por linealización de los Sedimentos en suspensión (STS) vs Caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022

Tabla 32. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(STS)	68	1,279	3,371	2,382	0,541
Log(Q)	68	1,927	2,814	2,417	0,241

Tabla 33. Análisis de varianza (ANOVA) en el 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	16,4414	16,4414	344,72	<0,0001
Error	66	3,1479	0,0477		
Total	67	19,5893			

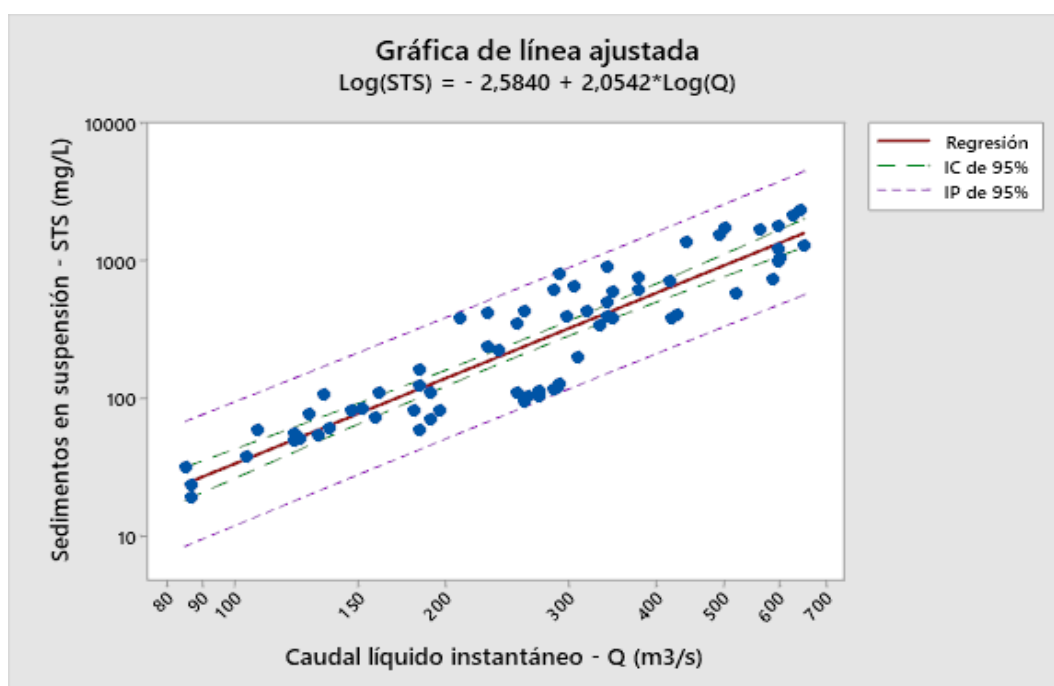


Figura 55. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2021-2022.

Tabla 34. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{STS} = 0,0026(Q)^{2,0542}$ en 2021-2022

Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	78954,3
S (RMSE)	280,988
MS (MRMSE)	0,589
RSR	0,508

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de regresión potencial por linealización de los Sedimentos en suspensión (STS) vs Caudal líquido instantáneo (Q) en 2015-2023

Tabla 35. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ en 2015-2023

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(STS)	148	1,146	3,371	2,399	0,513
Log(Q)	148	1,919	2,891	2,435	0,238

Tabla 36. Análisis de varianza (ANOVA) en 2015-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	33,0890	33,0890	859,18	<0,0001
Error	146	5,6228	0,0385		
Total	147	38,7118			

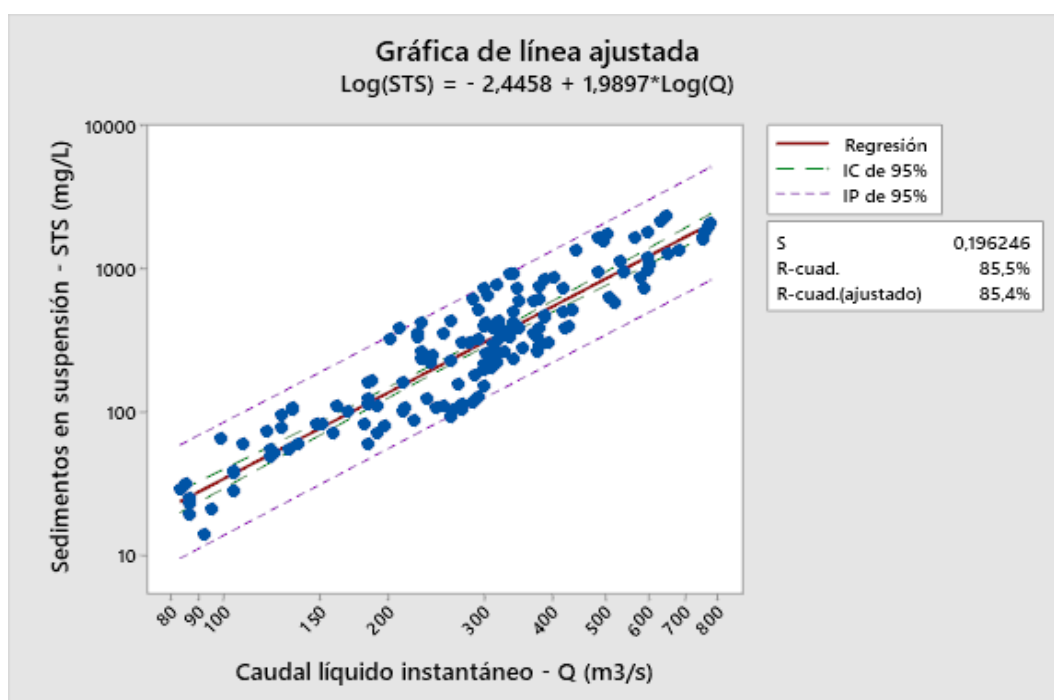


Figura 56. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y el caudal líquido instantáneo (Q) en 2015-2023.

Tabla 37. Estadísticos de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{STS} = 0,0036(Q)^{1,9897}$ en 2015-2023

Grados de Libertad (GL)	146
MSE (Error cuadrático medio)	57362,05
S (RMSE)	239,504
MS (MRMSE)	0,523
RSR	0,469

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/\bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/σ).

Comparación de las ecuaciones potenciales linealizadas

$\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ del período 2021-2022 con 2015-2023

Ecuación potencial linealizada 1: $\text{Log}(\text{STS}) = -2,5849 + 2,0545 \cdot \text{Log}(Q)$ en 2021-2022

Ecuación potencial linealizada 2: $\text{Log}(\text{STS}) = -2,4476 + 1,9905 \cdot \text{Log}(Q)$ en 2015-2023

Tabla 38. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas

Ecuación potencial linealizada	Intercepto	Pendiente
1	-2,58489	2,05452
2	-2,44762	1,99046

Tabla 39. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\text{Log}(\text{STS}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(Q)$ del período 2021-2022 con 2015-2023

Fuente	Suma de cuadrados (SC)	GL	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
STS	49,5283	1	49,5283	1197,23	0,0000
Intercepto	0,0150086	1	0,0150086	0,36	0,5476
Pendiente	0,0109037	1	0,0109037	0,26	0,6082
Modelo	49,5542	3			

> 0,05

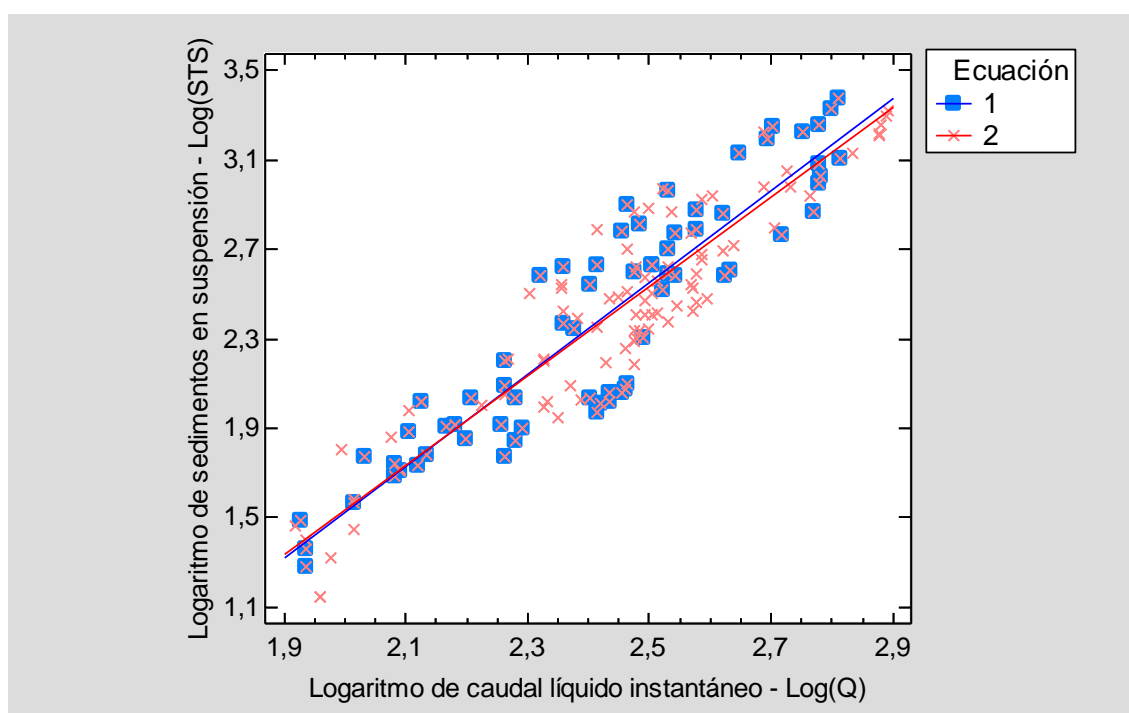


Figura 57. Comparación de $\text{Log}(\text{STS})$ vs $\text{Log}(Q)$ del 2021 - 2023 (ecuación 1) y 2015 - 2023 (ecuación 2).

ANEXO 9:

**COMPARACIÓN DE REGRESIONES
DE LA CONCENTRACIÓN DE
METALES (CMe) Y LOS
SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN
(STS) EN EL 2021-2022; Y 2014-2023**

ALUMINIO (Al)

Análisis de regresión lineal de la Concentración de aluminio (CAI) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 40. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CAI (mg/L)	68	0,540	48,340	12,117	11,681
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986

Tabla 41. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Observaciones	68
Grados de libertad (GL)	66
R ²	0,861
Error cuadrático medio (MSE)	19,283
S (RMSE)	4,39130
MS (MRMSE)	0,362
RSR	0,376

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente ($RMSE/\bar{x}$).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente ($RMSE/\sigma$).

Tabla 42. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal $CAI = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	7869,478	7869,478	408,094	<0,0001
Error	66	1272,709	19,283		
Total	67	9142,187			

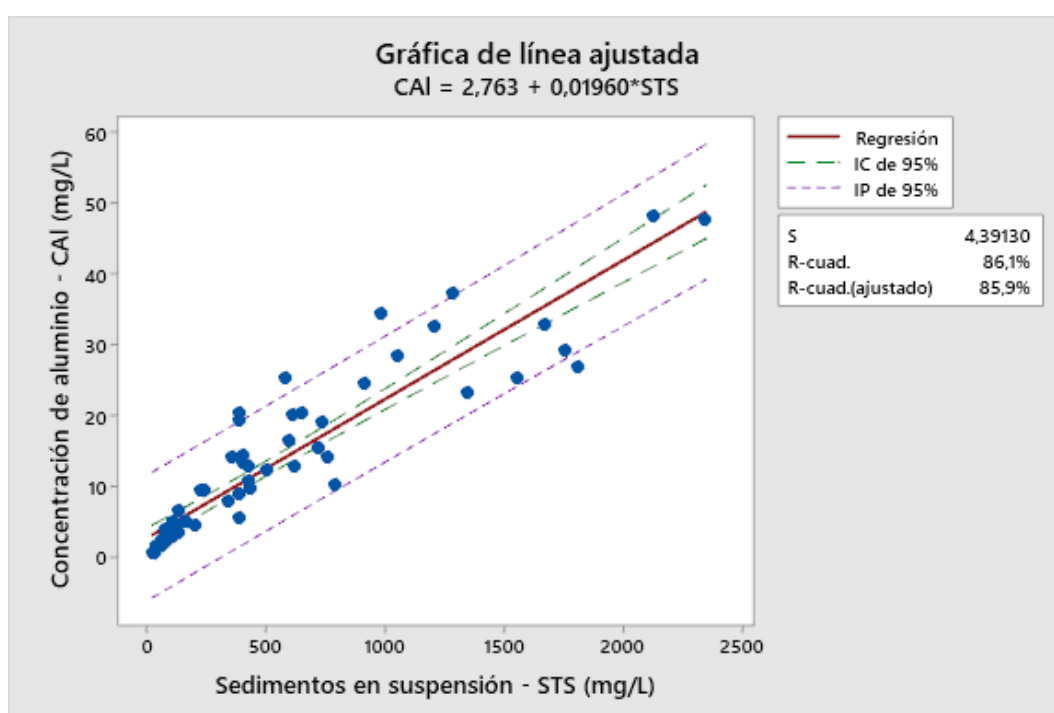


Figura 58. Ecuación lineal entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por mínimos cuadrados no lineales de la Concentración de aluminio (CAI) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 43. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $CAI = a(STS)^b$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CAI (mg/L)	68	0,540	48,340	12,117	11,681
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986

Tabla 44. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CAI = a*(STS)^b$ en 2021-2022

Algoritmo iterativo	Gauss - Newton
Iteraciones	10
Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	16,2840
S (RMSE)	4,03535
MS (MRMSE)	0,333
RSR	0,345

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Tabla 45. Falta de ajuste de la ecuación potencial $CAI = a*(STS)^b$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Error	66	1074,75	16,2840		
Falta de ajuste	62	939,58	15,1546	0,45	0,924
Error puro	4	135,16	33,7905		

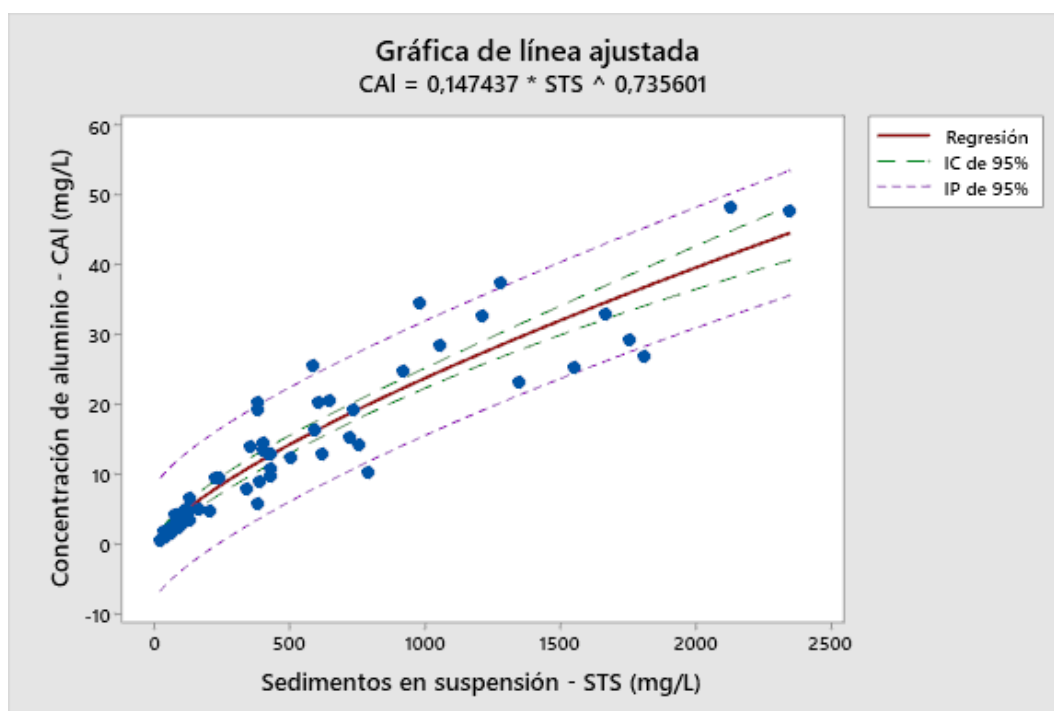


Figura 59. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por linealización de la Concentración de aluminio (CAI) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 46. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CAI}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CAI)	68	-0,268	1,684	0,860	0,476
Log(STS)	68	1,279	3,371	2,382	0,541

Tabla 47. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CAI}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	14,2229	14,2229	992,72	$<0,0001$
Error	66	0,9456	0,0143		
Total	67	15,1685			

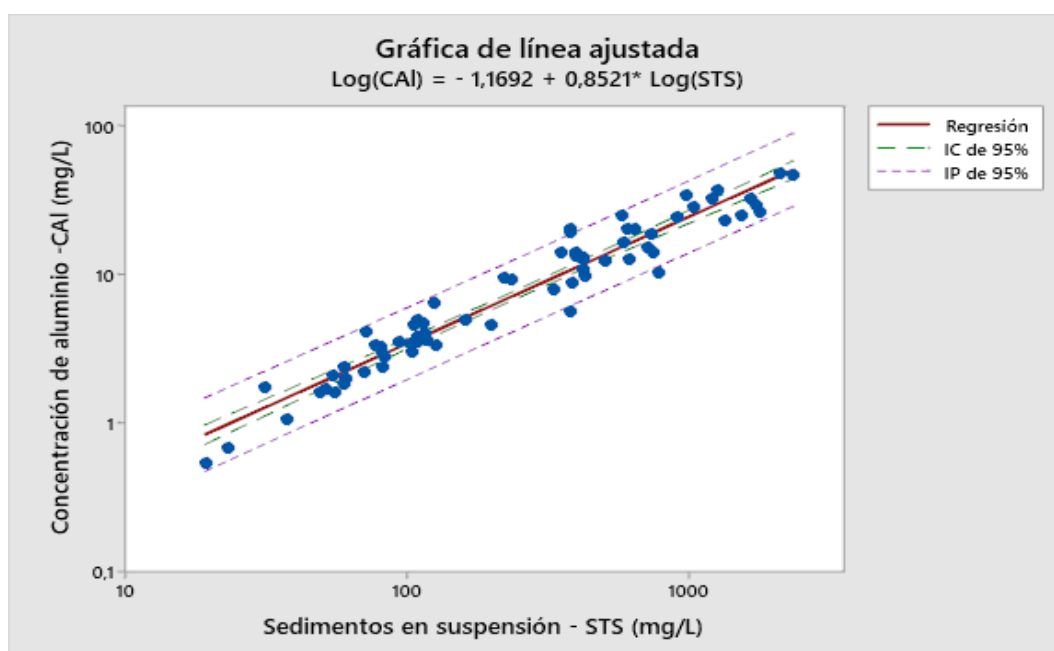


Figura 60. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Tabla 48. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CAI} = 0,0677(\text{STS})^{0,8521}$ en 2021-2022

Grados de Libertad (GL)	66
MSE (Error cuadrático medio)	18,6524
S (RMSE)	4,31884
MS (MRMSE)	0,356
RSR	0,370

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/\bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/σ).

Análisis de regresión potencial por linealización de la Concentración de aluminio (CAI) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023

Tabla 49. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CAI}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2014-2023

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CAI)	142	-0,646	1,791	0,781	0,585
Log(CSS)	142	0,845	3,371	2,313	0,626

Tabla 50. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CAI}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	45,7887	45,7887	2576,88	< 0,0001
Error	140	2,4877	0,0178		
Total	141	48,2763			

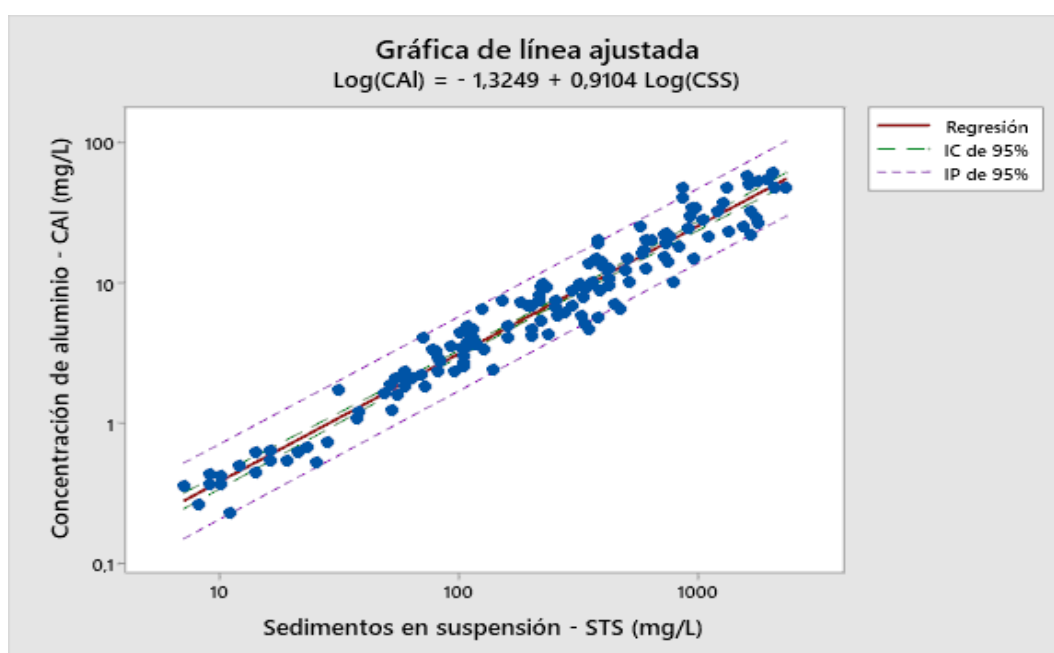


Figura 61. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de aluminio (CAI) y la concentración los de sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023.

Tabla 51. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CAI} = 0,0473(\text{STS})^{0,9104}$ en 2014-2023

Grados de Libertad (GL)	140
MSE (Error cuadrático medio)	32,5251
S (RMSE)	5,70308
MS (MRMSE)	0,464
RSR	0,407

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de comparación de las ecuaciones potenciales linealizadas

$$\text{Log(CAI)} = \text{Log(a)} + b \cdot \text{Log(STS)} \text{ del 2021- 2022 con 2014 - 2023}$$

Ecuación potencial linealizada 1: $\text{Log(CAI)} = -1,1687 + 0,8520 \cdot \text{Log(STS)}$ en 2021-2022

Ecuación potencial linealizada 2: $\text{Log(CAI)} = -1,3262 + 0,9109 \cdot \text{Log(STS)}$ en 2014-2023

Tabla 52. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas

Ecuación potencial linealizada	Intercepto	Pendiente
1	-1,16875	0,851968
2	-1,32623	0,910894

Tabla 53. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones

$$\text{Log(CAI)} = \text{Log(a)} + b \cdot \text{Log(STS)} \text{ del 2021-2022 con 2014-2023}$$

Fuente	Suma de cuadrados (SC)	GL	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
STS	60,2866	1	60,2866	3617,14	0,0000
Intercepto	0,0151706	1	0,0151706	0,91	0,3412
Pendiente	0,050219	1	0,050219	3,01	0,0841
Modelo	60,352	3			
	> 0,05				

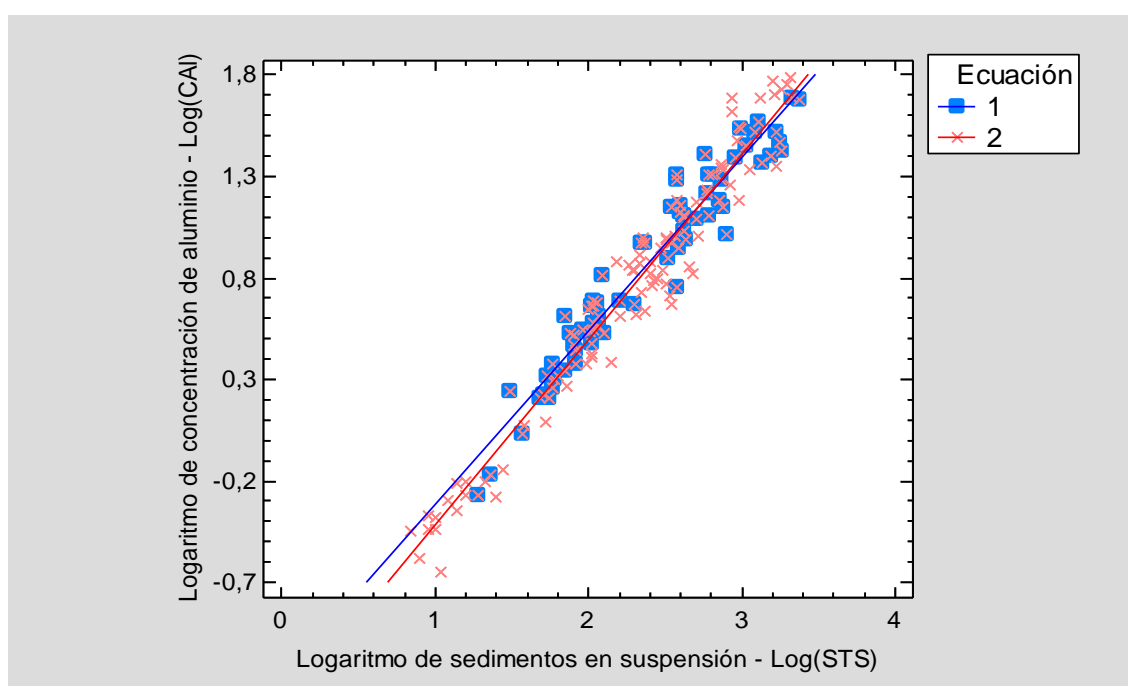


Figura 62. Comparación de Log(AI) vs Log(STS) del 2022 - 2023 (ecuación 1) y 2014 - 2023 (ecuación 2).

HIERRO (Fe)

Análisis de regresión lineal de la Concentración de hierro (CFe) vs Sedimentos en suspensión (STS) 2021-2022

Tabla 54. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $CFe = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CFe (mg/L)	68	0,740	72,250	16,730	17,340
STS (mg/L)	68	19,000	2347,000	477,294	552,986

Tabla 55. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CFe = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Observaciones	68
Grados de libertad (GL)	66
R ²	0,881
Error cuadrático medio (MSE)	36,335
S (RMSE)	6,02786
MS (MRMSE)	0,360
RSR	0,348

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente ($RMSE/\bar{x}$).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente ($RMSE/\sigma$).

Tabla 56. Análisis de varianza (ANOVA) en el 2021-2022 de la ecuación lineal $CFe = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	17746,0	17746,0	488,399	<0,0001
Error	66	2398,1	36,3		
Total	67	20144,1			

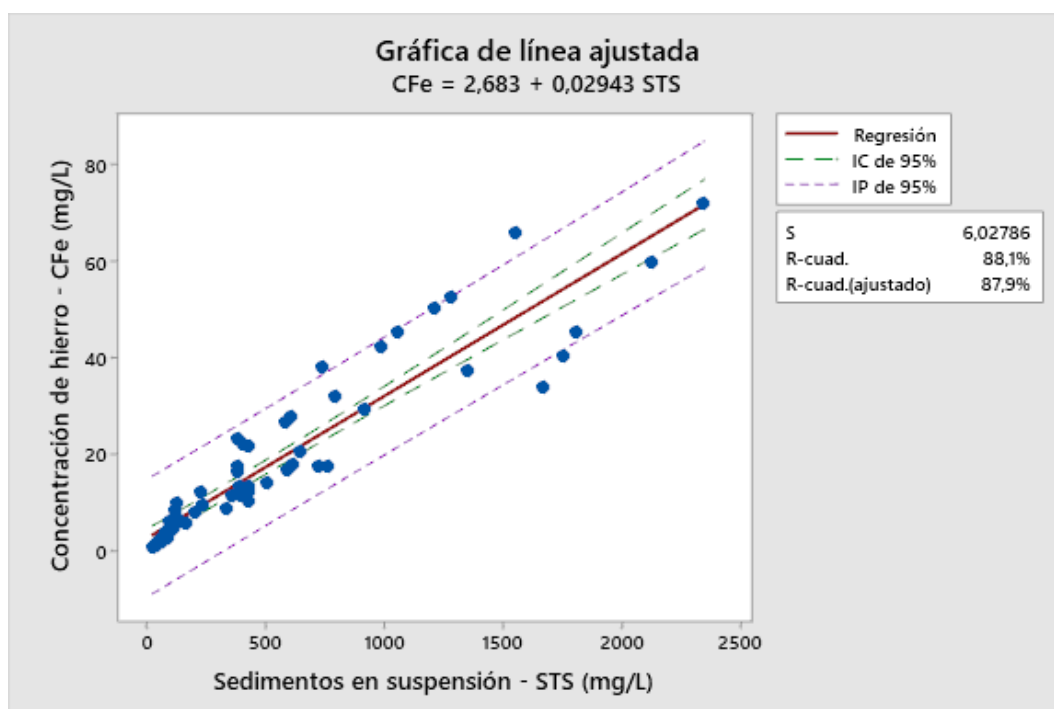


Figura 63. Ecuación lineal entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por mínimos cuadrados no lineales de la Concentración de hierro (CFe) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 57. Estadística descriptiva de la ecuación potencial $CFe = a(STS)^b$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CFe (mg/L)	68	0,740	72,250	16,730	17,340
STS (mg/L)	68	19,000	2347,000	477,294	552,986

Tabla 58. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación $CFe = a*(STS)^b$ en 2021-2022

Algoritmo iterativo	Gauss - Newton
Iteraciones	12
Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	32,6271
S (RMSE)	5,71201
MS (MRMSE)	0,341
RSR	0,329

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente ($RMSE/\bar{x}$).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente ($RMSE/\sigma$).

Tabla 59. Falta de ajuste de la ecuación potencial $CFe = a*(STS)^b$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Error	66	2153,39	32,6271		
Falta de ajuste	62	2124,65	34,2685	4,77	0,068
Error puro	4	28,74	7,1852		

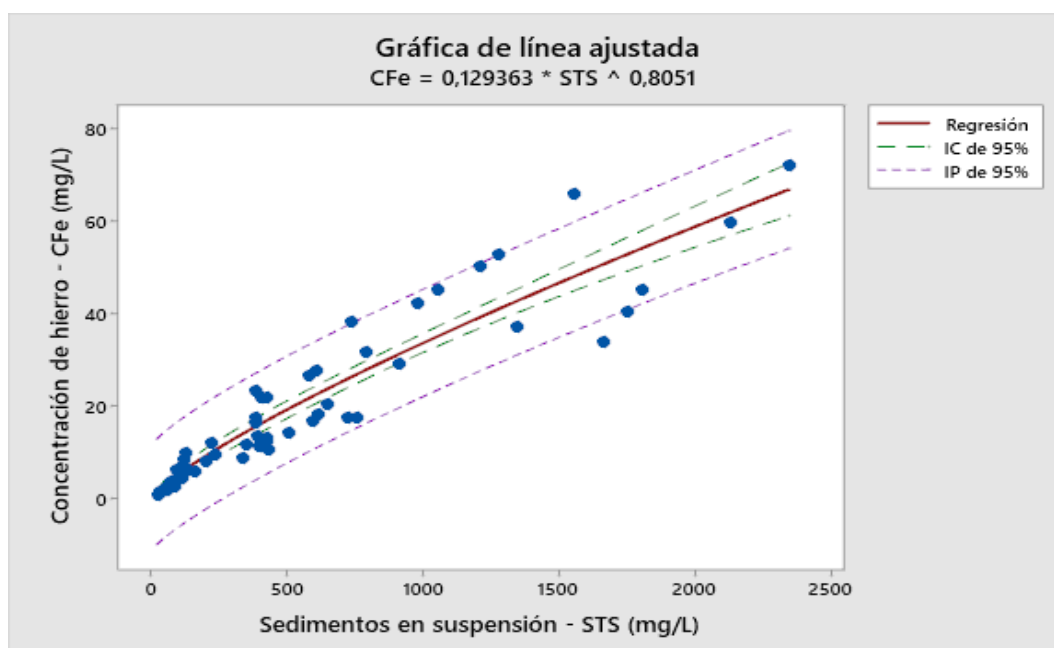


Figura 64. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por linealización de la Concentración de hierro (CFe) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 60. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\log(\text{CFe}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CFe)	68	-0,131	1,859	0,974	0,503
Log(STS)	68	1,279	3,371	2,382	0,541

Tabla 61. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\log(\text{CFe}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	16,0770	16,0770	1181,27	< 0,0001
Error	66	0,8983	0,0136		
Total	67	16,9753			

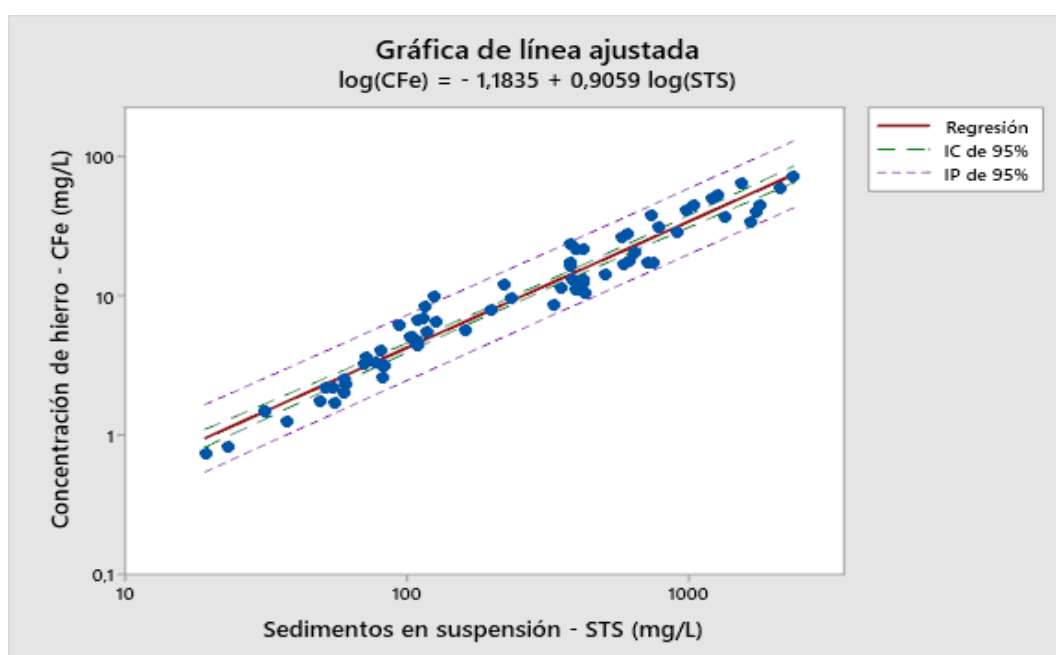


Figura 65. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Tabla 62. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CFe} = 0,0655(\text{STS})^{0,9059}$ en 2021-2022

Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	35,8895
S (RMSE)	5,9079
MS (MRMSE)	0,358
RSR	0,345

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de regresión potencial por linealización de la Concentración de hierro (CFe) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023

Tabla 63. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CFe}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2014-2023

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CFe)	141	-0,364	2,003	0,918	0,570
Log(CSS)	141	0,845	3,371	2,296	0,633

Tabla 64. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CFe}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	43,4190	43,4190	2910,55	< 0,0001
Error	139	2,0736	0,0149		
Total	140	45,4926			

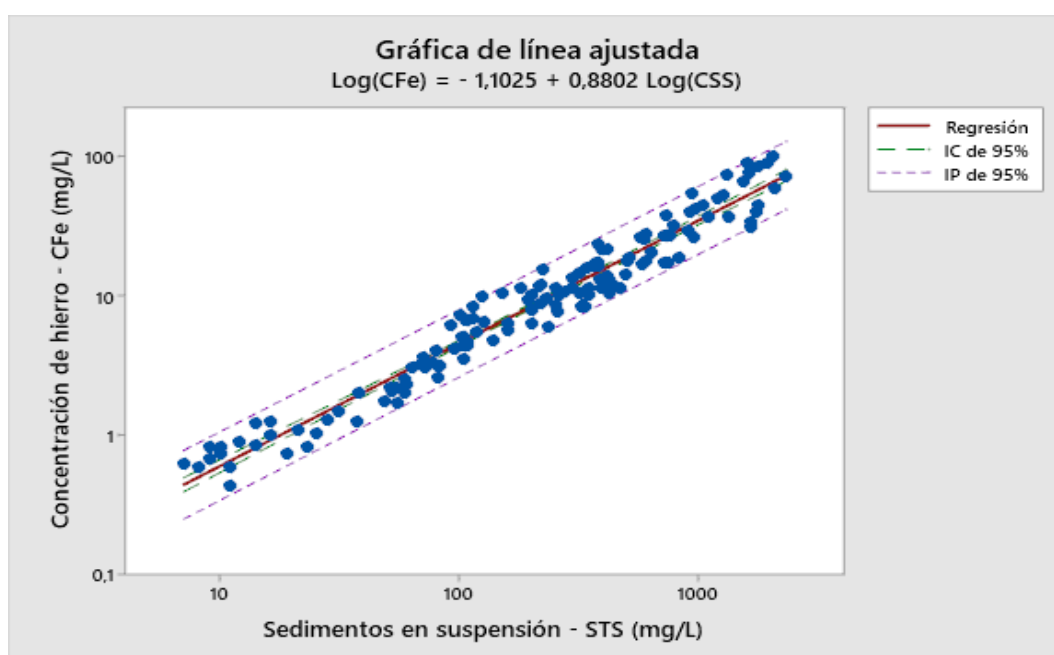


Figura 66. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de hierro (CFe) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2014-2023.

Tabla 65. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CFe} = 0,0790(\text{STS})^{0,8802}$ en 2014-2023

Grados de Libertad (GL)	139
MSE (Error cuadrático medio)	67,6113
S (RMSE)	8,22261
MS (MRMSE)	0,486
RSR	0,398

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de regresión de la comparación de las ecuaciones potenciales linealizadas $\log(\text{CFe}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$ del 2021-2022 con 2014-2023

Ecuación potencial linealizada 1: $\log(\text{CFe}) = -1,1829 + 0,9057 \cdot \log(\text{STS})$ del 2021-2022

Ecuación potencial linealizada 2: $\log(\text{CFe}) = -1,1023 + 0,8803 \cdot \log(\text{STS})$ del 2014-2023

Tabla 66. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas

Ecuación potencial linealizada	Intercepto	Pendiente
1	-1,18294	0,905713
2	-1,10227	0,880305

Tabla 67. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones $\log(\text{CFe}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$ del 2021-2022 con 2014-2023

Fuente	Suma de cuadrados (SC)	GL	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
STS	59,6087	1	59,6087	4099,73	0
Intercepto	0,0196167	1	0,0196167	1,35	0,2468
Pendiente	0,00937074	1	0,00937074	0,64	0,4230
Modelo	59,6377	3			
	> 0,05				

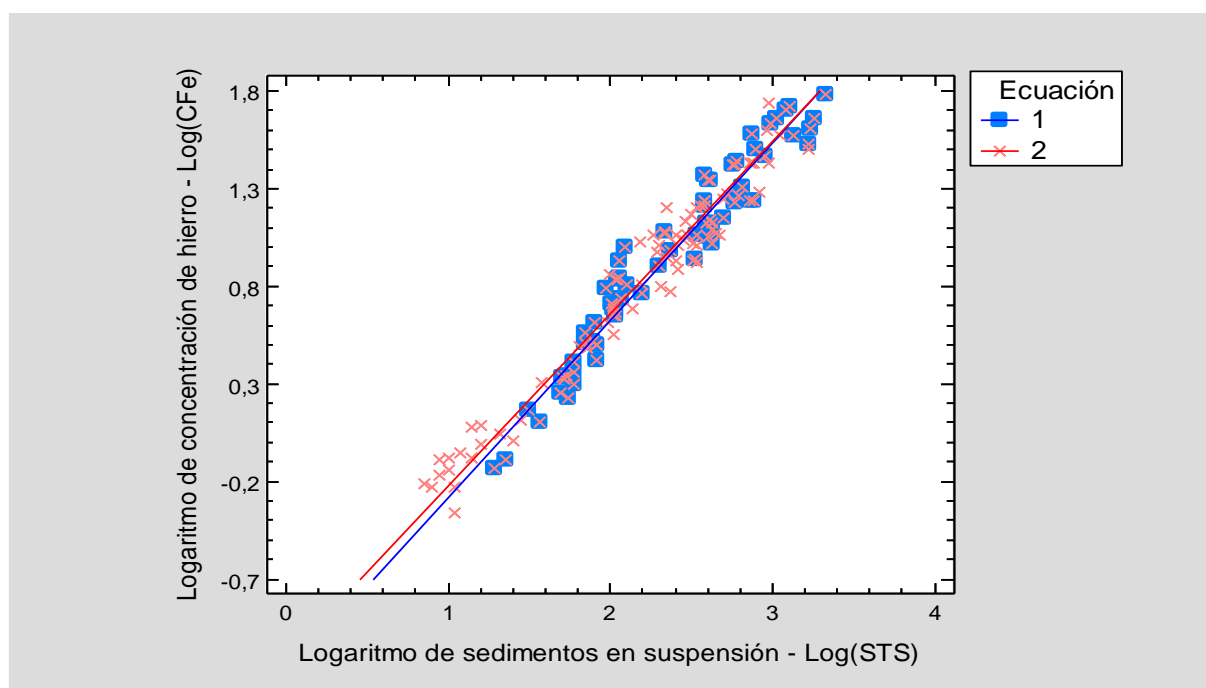


Figura 67. Comparación de $\log(\text{Fe})$ vs $\log(\text{STS})$ del 2021 - 2022 (ecuación 1) y 2014 - 2023 (ecuación 2).

MANGANESO (Mn)

Análisis de regresión lineal de la Concentración de manganeso (CMn) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 68. Estadística descriptiva de la ecuación lineal $CMn = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CMn (mg/L)	68	0,068	2,475	0,513	0,581
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986

Tabla 69. Estadísticos de bondad de ajuste de $CMn = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Observaciones	68
Grados de libertad (GL)	66
R ²	0,866
Error cuadrático medio (MSE)	0,0459
S (RMSE)	0,21427
MS (MRMSE)	0,417
RSR	0,369

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Tabla 70. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación lineal $CMn = a + b \cdot STS$ en 2021-2022

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	19,6007	19,6007	426,906	<0,0001
Error	66	3,0303	0,0459		
Total	67	22,6310			

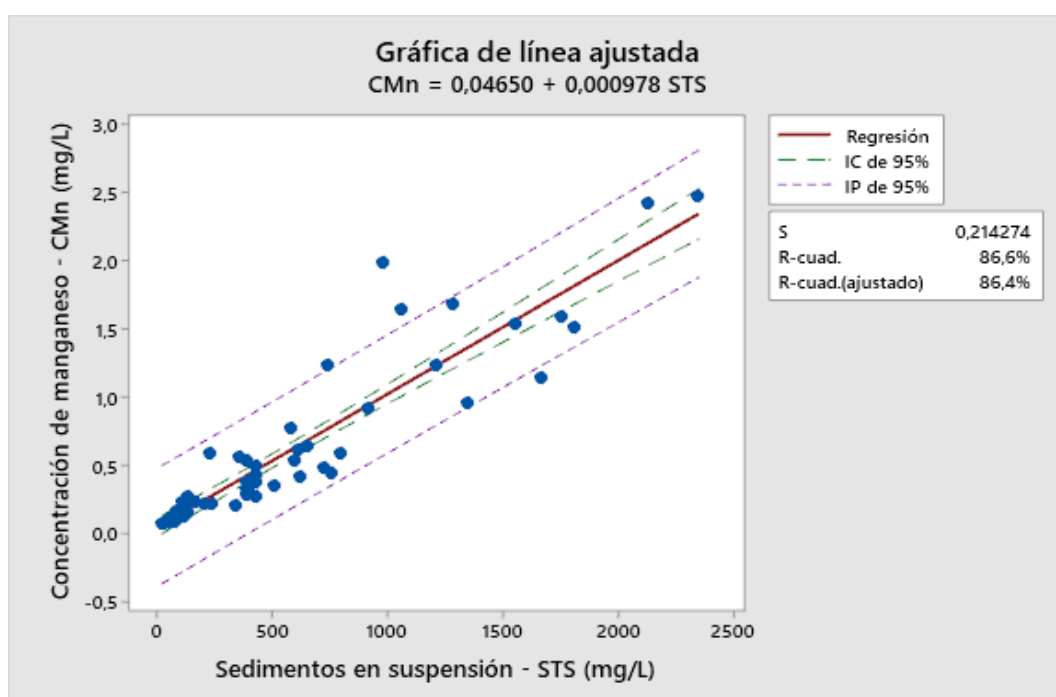


Figura 68. Ecuación lineal entre la concentración de manganeso (CMn) y los sedimentos en suspensión (STS) en 2021 y 2022.

Análisis de regresión potencial por mínimos cuadrados no lineales de la Concentración de manganeso (CMn) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 71. Estadísticos descriptivos de la ecuación potencial $CMn = a*(STS)^b$

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
CMn (mg/L)	68	0,068	2,475	0,513	0,581
STS (mg/L)	68	19	2347	477,294	552,986

Tabla 72. Resumen de la regresión potencial $CMn = a*(STS)^b$

Algoritmo iterativo	Gauss - Newton
Iteraciones	7
Grados de Libertad (GL)	66
Error cuadrático medio (MSE)	0,0464
S (RMSE)	0,21546
MS (MRMSE)	0,420
RSR	0,371

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente ($RMSE/\bar{x}$).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente ($RMSE/\sigma$).

Tabla 73. Falta de ajuste de la ecuación potencial $CMn = a*(STS)^b$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Error	66	3,06399	0,0464242		
Falta de ajuste	62	3,03627	0,0489721	7,07	0,034
Error puro	4	0,02772	0,0069310		

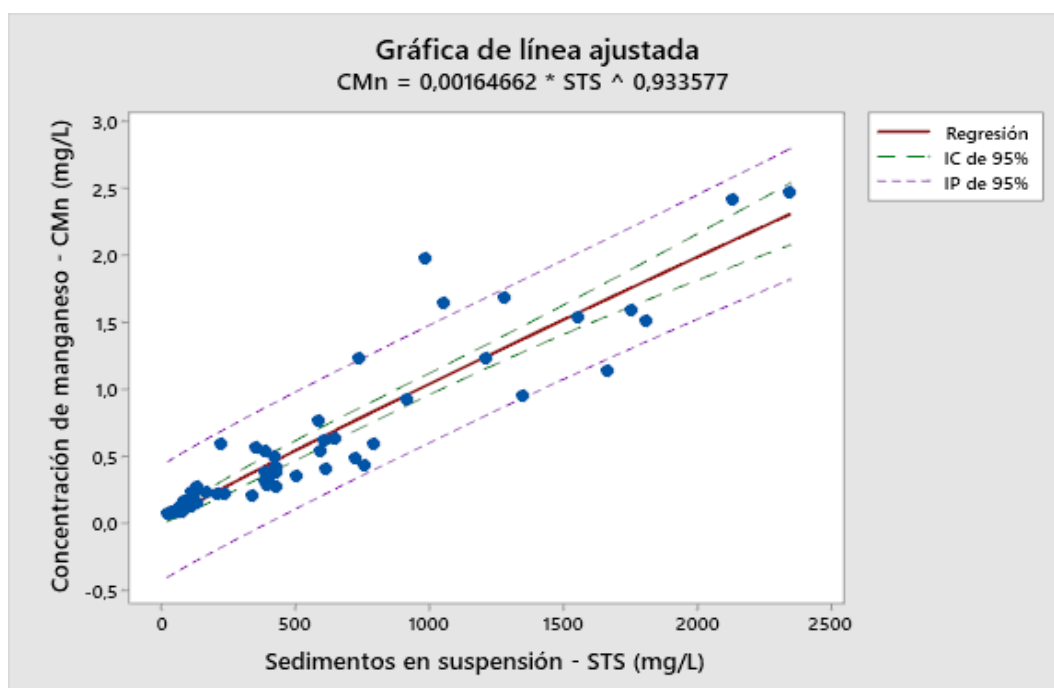


Figura 69. Ecuación potencial por mínimos cuadrados no lineales entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Análisis de regresión potencial por linealización de la Concentración de manganeso (CMn) vs Sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022

Tabla 74. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\log(\text{CMn}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CAI)	68	-1,167	0,394	-0,518	0,440
Log(STS)	68	1,279	3,371	2,382	0,541

Tabla 75. Análisis de varianza (ANOVA) en 2021-2022 de la ecuación linealizada $\log(\text{CMn}) = \log(a) + b \cdot \log(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	11,8072	11,8072	669,37	<0,0001
Error	66	1,1642	0,0176		
Total	67	12,9714			

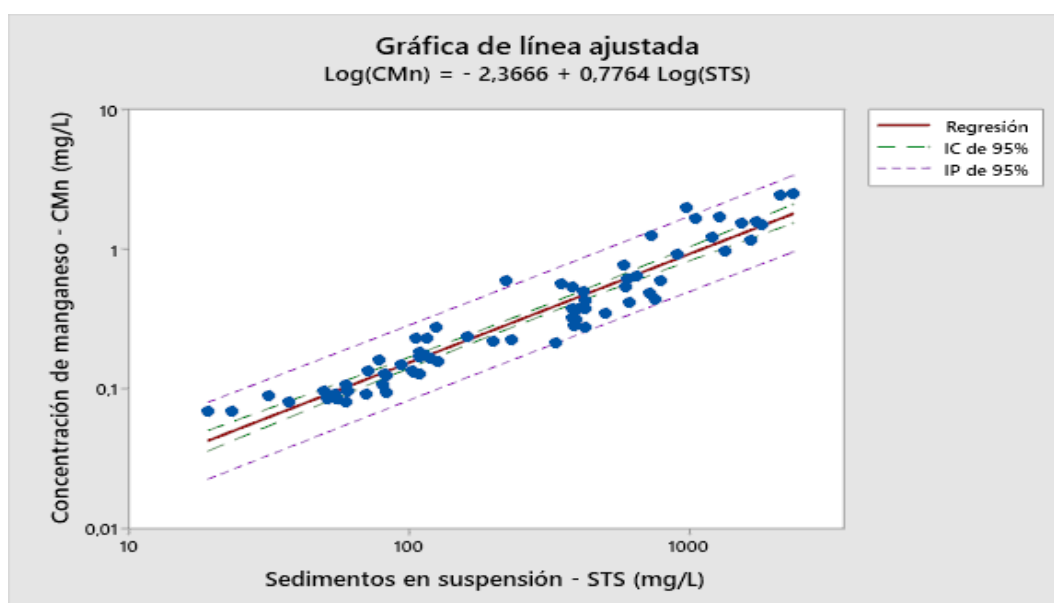


Figura 70. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) en 2021-2022.

Tabla 76. Medidas de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CMn} = 0,0043(\text{STS})^{0,7764}$ en 2021-2022

Grados de Libertad (GL)	66
MSE (Error cuadrático medio)	0,0632
S (RMSE)	0,25143
MS (MRMSE)	0,490
RSR	0,433

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de regresión potencial por linealización de Sedimentos en suspensión (STS) vs Concentración de manganeso (CMn) en 2014-2023

Tabla 77. Estadística descriptiva de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CMn}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$ en 2014-2023

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media (\bar{x})	Desviación estándar (σ)
Log(CAI)	148	-1,387	0,411	-0,576	0,477
Log(CSS)	148	0,845	3,371	2,307	0,628

Tabla 78. Análisis de varianza (ANOVA) en 2014-2023 de la ecuación linealizada $\text{Log}(\text{CMn}) = \text{Log}(a) + b \cdot \text{Log}(\text{STS})$

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
Regresión	1	29,1506	29,1506	994,87	< 0,0001
Error	146	4,2779	0,0293		
Total	147	33,4285			

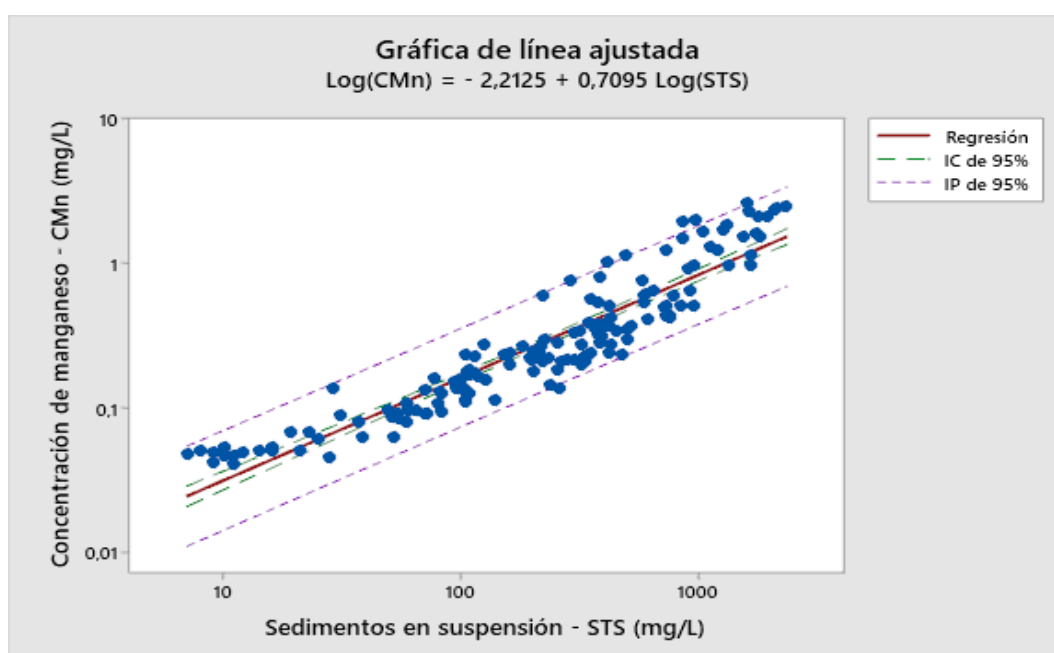


Figura 71. Ecuación potencial linealizada entre la concentración de manganeso (CMn) y la concentración de los sedimentos en suspensión (STS) y en 2014-2023.

Tabla 79. Valores de bondad de ajuste de la ecuación potencial $\text{CMn} = 0,0473(\text{STS})^{0,7096}$ en 2014-2023

Grados de Libertad (GL)	146
MSE (Error cuadrático medio)	0,1097
S (RMSE)	0,33123
MS (MRMSE)	0,680
RSR	0,555

RMSE : Raíz del error cuadrático medio.

MRMSE : RMSE normalizado por la media de la variable dependiente (RMSE/ \bar{x}).

RSR : RMSE normalizado por la desviación estándar de la variable dependiente (RMSE/ σ).

Análisis de comparación de las ecuaciones potenciales linealizadas

$$\text{Log(CMn)} = \text{Log(a)} + b \cdot \text{Log(STS)} \text{ del 2021-2022 con 2014-2023}$$

Ecuación potencial linealizada 1: $\text{Log(CMn)} = -2,3678 + 0,7768 \cdot \text{log(STS)}$ del 2021-2022

Ecuación potencial linealizada 2: $\text{Log(CMn)} = -2,2123 + 0,7094 \cdot \text{log(STS)}$ del 2014-2023

Tabla 80. Coeficientes de las ecuaciones potenciales linealizadas

Ecuación potencial linealizada	Intercepto	Pendiente
1	-2,36782	0,776795
2	-2,21232	0,709401

Tabla 81. Análisis de varianza (ANOVA) de las comparaciones de las ecuaciones

$$\text{Log(CMn)} = \text{Log(a)} + b \cdot \text{Log(STS)} \text{ del 2021-2022 con 2014-2023}$$

Fuente	Suma de cuadrados (SC)	GL	Cuadrados medios (MC)	Valor de Fisher F	P-valor
STS	41,062	1	41,062	1594,95	0
Intercepto	0,000645226	1	0,000645226	0,03	0,8744
Pendiente	0,0664895	1	0,0664895	2,58	0,1095
Modelo	41,1292	3			
> 0,05					

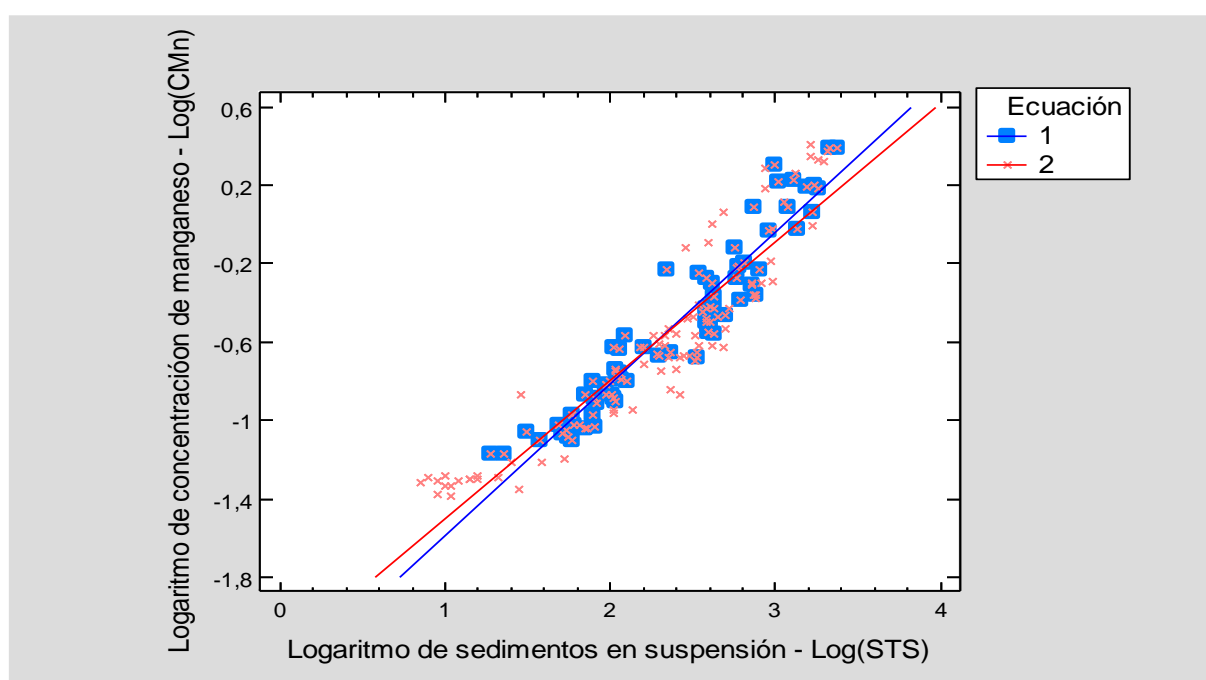


Figura 72. Comparación de Log(Mn) vs Log(STS) del 2022 - 2023 (ecuación 1) y 2014 - 2023 (ecuación 2).