



**MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961388886/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Diciembre, 2021

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Miguel Gomez	Emitido para Revisión Interna	30-11-2021	Alicia Torres	Karol Orosco
B	Miguel Gomez	Revisión	09-12-2021	Karol Orosco	Karol Orosco
COMENTARIOS:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel
Rev.A	Alicia Torres	Responsable de la redacción del documento	Interno ASILORZA
Rev.0	Karol Orosco	Control de Calidad – Documento Final	Doc. para envío al cliente
Rev.1	Cliente	Control de Calidad Técnico	Observaciones
Rev.2	Cliente	Aprobación	Para entrega a la autoridad/stakeholders

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	2
2.	INTRODUCCIÓN	4
3.	OBJETIVOS	5
3.1.	OBJETIVO GENERAL	5
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4.	METODOLOGÍA	6
4.1.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO	6
4.2.	MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	7
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	7
4.2.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	8
4.2.3.	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	9
4.2.4.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU	10
4.2.5.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	11
4.2.6.	ANÁLISIS DE DATOS	11
4.3.	CONSIDERACIONES	17
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	19
5.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	21
5.2.1.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	21
5.2.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	21
5.3.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	26
5.3.1.	PLANCTON	26
5.3.2.	FITOPLANCTON	27
5.3.3.	ZOOPLANCTON	36
5.3.4.	BENTOS	46
5.3.5.	PECES	57
5.4.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	70
5.4.1.	ABASTECIMIENTO	70
5.4.2.	OPERACIONES	70
5.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	73
5.6.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	73
5.7.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	73
6.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS	74
6.1.	PLANCTON	75

6.2.	BENTOS.....	75
6.3.	PECES.....	76
7.	CONCLUSIONES	77
7.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	77
7.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS.....	77
7.2.1.	PLANCTON.....	77
7.2.2.	BENTOS.....	79
7.2.3.	PECES.....	80
7.3.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS	80
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las biotas dulceacuícolas se están homogenizando y extinguiendo por la alteración del hábitat, la introducción de especies exóticas, la contaminación del agua y por la pérdida de la diversidad genética, entre otras causas. Los sistemas acuáticos tienen grados de tolerancia a los de las actividades humanas generadas sobre estos. Cuando este equilibrio se rompe y hay una alteración del estado natural del ecosistema hablamos de perturbación ecológica. Raramente la situación de riesgo para una especie o un ecosistema es producto de una sola de estas amenazas, por lo que, a menudo es difícil medir o identificar las variadas perturbaciones que intervienen en una cuenca hidrográfica, menos aún los efectos específicos sobre la biota.

En el Perú se busca llegar a un aprovechamiento sostenible de las fuentes de agua dulce con las que se cuenta, a fin de asegurar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usan herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua. En el Perú existe normativa para determinar los estados de calidad, más aún, existen técnicas de monitoreo hidrobiológico que permiten conocer el estado ecológico del río.

En el monitoreo hidrobiológico se usan los niveles de sensibilidad a contaminación de los diferentes grupos biológicos: plancton, perifiton, bentos, etc. a los organismos sensibles se les denominan bioindicadores. Su ausencia, presencia, número, etc. son datos que se usan para establecer categorías mediante la aplicación de índices biológicos.

A continuación, se describen los resultados comparativos de las campañas de monitoreo 2020 y 2021 del MAP, desarrolladas en la temporada seca (octubre del 2020) y temporada húmeda (abril del 2021). Las comunidades acuáticas evaluadas fueron las de plancton, perifiton, bentos, peces; además de parámetros fisicoquímicos, sobre cuyos datos obtenidos se aplicaron índices ecológicos y de calidad ambiental a fin de conocer el estado hidrobiológico de los cuerpos de agua en las zonas de muestreo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de las principales comunidades de agua dulce (plancton, bentos, perifiton y necton) en cuerpos de agua lóticos como parte del Componente Hidrobiológico del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo – Quellaveco.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y necton dentro del área de estudio.
-  Elaborar un listado de los principales grupos taxonómicos que conforman las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y peces dentro del área de estudio para la actualización de la información hidrobiológica del EIA de la referencia.
-  Establecer la calidad de las aguas en función a los principales índices bióticos que se pueden derivar de la información obtenida de las comunidades hidrobiológicas evaluadas.
-  Comparar los resultados de las temporadas 2020 y 2021 con monitoreos con años anteriores 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019.

4. METODOLOGÍA

4.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

El área del proyecto está ubicada en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto; entre los distritos de Totorá, Charaque, Altarani, Coscore, Alta montaña, Tumilaca, Moquegua, Titire y Huachunta. El área donde se desarrolla el proyecto Quellaveco presenta un relieve con fuertes pendientes y quebradas estrechas que forman pequeños cañones favoreciendo la presencia de microclimas. En el Cuadro 3.1 se describen las coordenadas y altitud de las 25 estaciones evaluadas.

Para fines de la evaluación de monitoreo, el análisis de las comunidades acuáticas en los cuerpos de agua del área del proyecto se realizó considerando sus componentes y, han sido agrupadas en Operaciones (11 estaciones) y Abastecimiento (14 estaciones).

Cuadro 3.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	18L	349750	8161304	3555100	8159215	1332
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349118	8158175	349118	8158175	4314
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	18L	351799	8169720	351799	8169720	4340
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	357229	8152274	357229	8152274	4431
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355452	8154002	355452	8154002	4401
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355626	8150428	355626	8150428	4463
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	354879	8150125	354879	8150125	4469
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349032	8151222	349032	8151222	4366
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	351680	8148024	351680	8148024	4422
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	349144	8151113	349144	8151113	4467

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	18L	355116	8159234	355116	8159234	4379
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	356061	8159325	356061	8159325	4368
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18L	355914	8159292	357820	8159622	4380
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	357041	8156730	357041	8156730	4379
P12	Rio ASANA	Operaciones	18L	323118	8108112	323118	8108112	3357
AS1	Rio ASANA	Operaciones	18L	331033	8107302	331033	8107302	3167
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	18L	322437	8109190	322437	8109190	1365
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	18L	330640	8107302	330640	8107302	3166
P11	Rio ASANA	Operaciones	18L	329834	8107657	329834	8107657	3166
COS1	Rio Coscore	Operaciones	18L	319090	8107910	319090	8107910	249
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	18L	310270	8105874	310270	8105874	2348
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	306970	8106621	306970	8106621	2236
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	304599	8105308	304599	8105308	1901
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	18L	325486	8102337	325486	8102337	3420
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	18L	302070	8102936	302070	8102936	1828

Elaboración: ASILORZA, 2021.

4.2. MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Durante las evaluaciones hidrobiológicas en campo se realizó una descripción del hábitat de cada una de las estaciones evaluadas, considerando su ubicación, tipo de ambiente acuático, tipo de hábitat, amplitud del cauce, profundidad, estado de conservación, entre otros, análisis respaldados

y complementados con fotografías de las distintas zonas de estudio. En el Anexo 1 se muestran los Mapas del Monitoreo y en el Anexo 3 se muestra la Descripción de Puntos Monitoreo.

4.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And), las que, además de generar información valiosa sobre la condición del hábitat fluvial o las riberas asociadas, generan un puntaje estandarizado a través del cual se califica la condición del ambiente. Dicho puntaje permite realizar comparaciones de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

4.2.2.1. STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL, NWCC (SVAP, 1998)

Protocolo de calificación del ambiente fluvial en función a sus características ecológicas y su potencial como ambiente óptimo para el desarrollo de la comunidad hidrobiológica. Como parte del presente monitoreo se emplearon nueve criterios de evaluación agrupados en las siguientes cuatro categorías: i) condición del canal y su área circundante, ii) condición (aparente) del agua, iii) diversidad y abundancia de hábitats para organismos acuáticos y iv) modificadores externos (i.e. residuos y sedimentos). La ficha de evaluación de calidad de hábitat según el protocolo SVAP a utilizar se presenta en el Cuadro 3.2, asimismo, se detallan los valores comparativos del SVAP.

Cuadro 3.2. Valores comparativos del SVAP

Categorías	Valor SVAP	Condición del hábitat
I	≥9,00	Excelente
II	7,50-8,99	Bueno
III	6,01-7,49	Regular
IV	≤ 6,00	Pobre

Fuente: NRCS- USDA 1999

4.2.2.2. ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR-AND)

Protocolo de evaluación de la calidad de la vegetación ribereña basado en el protocolo QBR original (Munne et al. 2003) y modificado para ambientes andinos, que considera el grado de cubierta, estructura y calidad de la comunidad vegetal altoandina, así como la naturalidad del cauce fluvial. Alcanzan un puntaje máximo de 100 aquellas estaciones que presentan una elevada calidad de conservación de ribera. En el Cuadro 3.3 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 3.3. Valores comparativos del QBR-And

Puntuación	Nivel de calidad
>95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
76-95	Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena
51-75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
26-50	Alteración fuerte, mala calidad
<26	Degradación extrema, calidad pésima

Fuente: Munne et al. 2003

4.2.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS

Durante la evaluación de comunidades acuáticas, se procedió a la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces siguiendo la metodología descrita en “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM – UNMSM 2014)”

Para realizar las colectas, el Ministerio de la Producción – PRODUCE, a través de la **Resolución Directoral N° 00535-2021-PRODUCE/DGPCHDI emitida el 16 de julio del 2021** resuelve otorgar la autorización para efectuar la investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, según la normatividad vigente.

4.2.3.1. PLANCTON

Las muestras de Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) fueron colectadas filtrando 40 litros de agua superficial (tomados en diferentes puntos del cauce evaluado) a través de una red de plancton estándar de 30 micras de diámetro de poro.

Estas muestras fueron preservadas con solución de formol al 5% en frascos de 100 ml previamente rotulados para su posterior análisis.

4.2.3.2. PERIFITON

La colecta del perifiton se realizó mediante el raspado con una espátula de una superficie 5 x 5 cm sobre rocas, piedras, maderos o superficies de tamaños adecuados (sustrato que se encuentra en la

estación a evaluar y que son seleccionados al azar). Se realizaron tres réplicas por cada estación de monitoreo, las cuales conformaron una sola muestra por estación, que se trasvasó en un frasco de plástico de 200 ml, previamente rotulado con los datos de campo y fueron fijadas con formol al 5%.

4.2.3.3. BENTOS

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados mediante el uso de una red Surber de marco metálico de 30 x 30 cm y malla de 500 μ que es sostenida en la parte central de la corriente, con la abertura hacia la corriente. En un movimiento vertical, desde la superficie del agua hacia el fondo, la red se colocó sobre el sustrato del fondo del río. Una vez ubicado el muestreador se extiende el marco frontal para delimitar un área de monitoreo, junto con la red para facilitar el flujo de agua y arrastre de las muestras. Las piedras encontradas en el área demarcada por el marco frontal fueron removidas, lavándolas en el flujo de agua y asegurándose de no dejar organismos adheridos.

El proceso prosiguió hasta terminar de examinar todas las piedras y hasta que no se observaron restos de vegetación o detritus en el área de monitoreo. Terminado el proceso se levantó la red cónica, se agregó agua de la corriente para arrastrar cualquier organismo que haya quedado atrapado en la red, se removió y tapó el frasco colector.

4.2.3.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Samus MP125, el cual se utilizó a lo largo de los cuerpos de agua en zonas donde existe mayor probabilidad de encontrar peces. Para esto se realizó descargas eléctricas de ± 150 V según la conductividad del cuerpo de agua, siendo el tiempo de las descargas de 30 minutos en una longitud de 100 m. Dichas descargas tienen como objetivo aturdir los peces para poder capturarlos mediante una red y realizar la toma de datos. Minutos después los peces fueron devueltos al río con normalidad.

4.2.4. PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS IN SITU

Los parámetros evaluados *in situ* fueron temperatura (T°), pH, oxígeno disuelto (OD), y conductividad eléctrica (CE). Se utilizaron instrumentos portátiles de acuerdo con las especificaciones de sus respectivos manuales; estos equipos fueron calibrados antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición.

Los procedimientos de medición de parámetros en campo y toma de muestras de los cuerpos de agua estuvieron basados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

4.2.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

La identificación y determinación taxonómica de las muestras de perifiton, plancton, macrofitas y bentos se realizó en el laboratorio acreditado por INACAL Servicios Analíticos Generales – SAG, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

4.2.6. ANÁLISIS DE DATOS

4.2.6.1. ÍNDICES COMUNITARIOS

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies. Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, Riqueza (S, número de especies) y Abundancia (N, número de individuos), asimismo se calculó la diversidad para cada comunidad acuática por cuerpo de agua evaluado, en base al índice de Shannon Wiener (H' , \log_2), utilizando el programa PRIMER ver 6 (Clarke & Gorley). A continuación, se detallan los análisis realizados.

- 🌿 **Composición:** La composición o frecuencia de los géneros en cada muestra es la contribución (en porcentaje) de los individuos de cada género o grupo taxonómico con respecto al número total de individuos en la muestra.
- 🌿 **Riqueza de especies (S):** La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.
- 🌿 **Abundancia de individuos (N) y/o Densidad:** La densidad está expresada como el número total de individuos colectados en las estaciones de muestreo. Los valores de densidad por cada estación se calcularon en base a la sumatoria del número de individuos identificados en cada una de las muestras.
- 🌿 **Riqueza de Margalef (d):** Éste es el número total de géneros encontrados en la muestra con relación al número total de individuos y se expresa como:

$$d = (S - 1) / \ln N$$

Donde:

d= índice de riqueza;

S = número de géneros en la muestra;

N = número total de individuos en la muestra.

Valores altos de este índice están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. Los rangos de valores de diversidad para la riqueza de Margalef se muestran en la Cuadro 3.4

Cuadro 3.4. Rangos de valores para la diversidad de Margalef.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.8	Bajo
0.9 – 2	Intermedio
> 2	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

Índice de diversidad de Shannon Wiener (H'): El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres y se expresa como:

$$H = - \sum_i^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

H = índice de diversidad de especies;

S = número de especies;

pi = proporción del total de la muestra perteneciente a su especie i.

Un valor alto indica una diversidad alta influenciada por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un sólo grupo taxonómico. Las unidades son expresadas en bits/individuo. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener.

Rango	Diversidad
0 - 1	Bajo
1 – 3	Intermedio
>3	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

Índice de Uniformidad de Pielou (J'): El índice de uniformidad de Pielou (J') se usó para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, correspondiendo el máximo valor a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001). La fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{E_i(k)}$$

Dónde:

J' = índice de uniformidad de Pielou;

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener;

k = número total de especies en la muestra.

🌿 **Índice de diversidad o Dominancia de Simpson (1-λ')**: El índice de diversidad de Simpson (1-D) es la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos. El índice es expresado como 1-D, donde $D = \sum(P_i)^2$ y P_i = proporción de individuos de una especie en la comunidad. Los valores oscilan entre cero a uno. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros. Valores cercanos a uno tiene un gran número de grupos taxonómicos, pocos de los cuales son raros. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Simpson se muestran en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Rangos de valores para la diversidad de Simpson.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.4	Bajo
0.41 – 0.7	Intermedio
0.71 – 1.0	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

4.2.6.2. ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA

🌿 **Captura por unidad de esfuerzo de peces (CPUE)**: Tomando en cuenta a todos los peces capturados y el esfuerzo aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo en términos de número de peces por minuto de pesca eléctrica. Se realizó un promedio por estaciones de muestreo.

🌿 **Factor de condición**: Es un indicador del nivel de desarrollo de las especies ictiológicas basado en el concepto de crecimiento alométrico, que expresa el nivel de bienestar del pez (Lagler 1966) mediante la fórmula:

$$F = P \cdot 1 / L^3$$

Donde:

FC = Factor de condición

P = Peso

L = Longitud

Este factor se estimó para conocer el periodo en el que la especie alcanza su grado máximo de bienestar o robustez (Le Cren, 1951).

4.2.6.3. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

Porcentaje ETP: Se basa en la presencia de tres grupos indicadores (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considerados como sensibles a aguas perturbadas o contaminadas por materia orgánica. Su presencia en los cuerpos de agua es un indicador de aguas limpias y de buena calidad. Está basado en la abundancia relativa (%) de estos grupos en una muestra determinada, la escala de comparación para el presente estudio se tomó del índice %EPT desarrollado por EcoCiencia para Ecuador (Carrera y Fierro 2001). El Cuadro N° 3.7 describe y proporciona rangos establecidos para la evaluación de los resultados obtenidos (%EPT), calificando los resultados en categorías Malo, Regular, Buena, y Muy Buena para calidad de agua

Cuadro 3.7. Rangos de valores para el índice %EPT.

Porcentaje EPT	Calidad de agua
75 - 100%	Muy Buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

Índice BMWP/Col: El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es un método cualitativo (presencia / ausencia), simple y rápido, que requiere nivel taxonómico de familia. A cada una de las familias de individuos se le otorga un puntaje que va de 1 a 10, basado en la tolerancia de los diferentes grupos a la descomposición orgánica (Hauer & Lamberti, 1996). La suma de los puntajes de todas las familias da el puntaje total BMWP. Mientras más alto sea el puntaje, menor es el grado de perturbación ambiental. El Cuadro 3.8, nos muestra la clasificación de las aguas expresadas en la clase (I, II, III, IV, V) el valor del BMWP su significado ecológico de acuerdo con el BMWP / Col y los colores en caso se requieran hacer una representación cartográfica (Roldán 2003).

Cuadro 3.8. Clasificación de las aguas y significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP/Col.

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
I Azul claro	Muy Buena	≥121	Aguas muy limpias, no contaminadas
II Azul oscuro	Buena	>150, <101-120>	Aguas limpias, no contaminadas

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
III Verde	Aceptable	61-100	Se evidencia efectos de la contaminación
IV Amarillo	Dudosa	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas
V Naranja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI Rojo	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas situación

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costos y tiempo. Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gryopterygidae.	10
Gytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae.	9
Helicopsychidae, Hydrobidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae,	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hidrachniidae	4
Ceratopogonidae, Hydrophilidae, Phisidae, Tipulidae, Ascellidae, Ostracoda, Planorbiidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2
Tubificidae, Oligochaeta (todas las clases)	1

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

Índice HBI o IBF (Hilsenhoff Biotic Index o Índice Biótica de Familias): A diferencia del BMWP, el Índice Biótico de Familias considera una medida de ponderación, representada por la sumatoria de los productos de los valores correspondientes al nivel de tolerancia de una familia de macroinvertebrados bentónicos en particular por la abundancia de esta; este valor es posteriormente dividido entre la abundancia total de organismos, tal como se presenta en la fórmula a continuación:

$$I. \quad (ó H) = \frac{(V \times n)}{N}$$

Dónde:

VTi: Valor de tolerancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

ni: Abundancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

N: Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos en la muestra.

Los valores de Tolerancia por familia para el IBF, utilizados en el presente análisis provienen del trabajo de Figueroa et al. (2003), para ríos del sur de Chile y de valores desarrollados para

Norteamérica (Hilsenhoff, 1988; Barbour et al., 1999; Carter et al., 2007). Es importante señalar que, a pesar de que este índice sería -aparentemente- más apropiado para medir la condición de un cuerpo acuático (al no depender de la riqueza del medio exclusivamente), no estaría sesgado por patrones de deriva o por el esfuerzo muestral. Asimismo, aún no se han desarrollado grandes avances para su adaptación al medio Sudamericano, tal como sucede en el caso del índice BMWP (ver Cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Escala de calidad de agua, Índice HBI.

Clase de calidad	Rango del índice biótico de familias	Calidad del agua
I	≤ 3.75	Excelente
II	3.76 – 4.25	Muy buena
III	4.26 – 5.00	Buena
IV	5.01 – 5.75	regular
V	5.76 – 6.50	relativamente mala
VI	6.51 – 7.25	Mala
VII	≥ 7.26	Muy mala

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999.

 **Índice ABI (Andean Biotic Index; Acosta et al, 2009):** Forma parte del protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA). Este índice se desarrolló en la cuenca alta y media del río Cañete (Lima, Perú) el cual cuenta también con ecosistemas de puna. Toma en cuenta la presencia de macroinvertebrados bentónicos a nivel de familia (ver Cuadro 3.11 y Cuadro 3.12.). La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 3.11. Estado ecológico de las aguas de acuerdo con la puntuación del índice ABI.

ABI	Estado ecológico
>74	Muy bueno
45 – 74	Bueno
27 – 44	Moderado
11 – 26	Malo
<11	Pésimo

Fuente: Acosta et al., 2009.

Cuadro 3.12. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo con el índice ABI.

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyalellidae	6	Dixidae	4

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Anomalopsychidae	10	Turbellaria	5	Dolichopodidae	4
Leptophlebiidae	10	Ptilodactylidae	5	Stratiomyidae	4
Oligoneuridae	10	Lampyridae	5	Empididae	4
Polythoridae	10	Psephenidae	5	Hirudinea	3
Perlidae	10	Scirtidae	5	Physidae	3
Gripopterygidae	10	Elmidae	5	Hydrobiidae	3
Blepharoceridae	10	Dryopidae	5	Limnaeidae	3
Athericidae	10	Hydraenidae	5	Planorbidae	3
Leptoceridae	8	Simuliidae	5	Sphaeriidae	3
Polycentropodidae	8	Tipulidae	5	Ostracoda	3
Hydroptilidae	6	Veliidae	5	Staphylinidae	3
Xiphocentronidae	8	Gerridae	5	Gyrinidae	3
Hydrobiosidae	8	Corixidae	5	Dytiscidae	3
Gomphidae	8	Notonectidae	5	Hydrophilidae	3
Calopterygidae	8	Hydropsychidae	5	Psychodidae	3
Philopotamidae	8	Naucoridae	5	Chironomidae	2
Glossosomatidae	7	Pyralidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancylidae	6	Ceratopogonidae	4	Oligochaeta	1
Aeshnidae	6	Hydracarina	4	Syrphidae	1

Fuente: Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28:35-64

4.3. CONSIDERACIONES

La malla inicial de puntos estaba conformada por 27 estaciones de monitoreo, en la temporada seca 2020, no se evaluaron dos de ellas, siendo estas la estación CORT-1 ubicada en la quebrada cortadera dentro de la zona de operaciones y la estación QLCHI-03 ubicada en río chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto dificultando el muestreo; y en el segundo caso una pobladora no permitió que se realice el muestreo. En la temporada húmeda 2021 no se evaluó la estación QLHUA-04 debido a que al momento del muestreo se encontraba inundada por las actividades de transvase del embalse. En la temporada seca 2021 no se evaluó la

Durante toda la evaluación se tuvo el acompañamiento de los representantes del subcomité:

-  Municipalidad provincial de Ilo.
-  Gobierno Regional de Moquegua.
-  Área de influencia del proyecto.

-  Municipalidad provincial de Mariscal Nieto.
-  AngloAmerican Quellaveco.

Para el análisis comparativo se utilizó la información disponible de los monitoreos que fueron: diciembre 2014 Época seca, abril 2015 época húmeda, Julio 2017 época húmeda, diciembre 2018 Época seca 2018, marzo 2019 y Época húmeda noviembre 2019.

Se debe tener en consideración que en los monitoreos realizados entre el 2014 el número de estaciones evaluadas de hidrobiología fue distinto, y en algunos casos hubo variación en las coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó solo de forma cualitativa por lo que no permite realizar un análisis de abundancia en la zona.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en las evaluaciones de las épocas seca 2020, húmeda y seca 2021 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLBCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 25 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 13 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Alatarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 4; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Represa, 2; Titire, 1; Tumulaca, 2; y Vizcachas, 2).

Las estaciones estuvieron, en su mayoría, ubicadas en cuerpos de agua lóticos (quebradas, 2; canal principal del río, 14; y bofedal, 7) y solo dos estuvieron ubicadas en cuerpos de agua lénticos (represas).

Los cuerpos acuáticos evaluados presentaron, en su mayoría, aguas de tipo blancas, cuyas características como sólidos en suspensión y conductividad, tienen fuerte influencia por las lluvias locales y crecimiento del caudal asociado. El sustrato predominante fue de tipo duro, donde predominaron la grava, el canto rodado y piedras de porte mediano y grande (bolones).

Como se ha mencionado, el análisis de los cuerpos acuáticos se realizó considerando los componentes del proyecto, como abastecimiento y operaciones.

Cuadro 5.1. Características físicas de los puntos de evaluación

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLBCHI-01	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBCHI-07	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrofitas, fangoso	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCHI-01	Río Chilota	lótico	bofedal	fangoso	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCHI-03	Río Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso / rápidos	blanca	turbia	baja	Abastecimiento

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLCHR-01	Quebrada Chichune	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLHUA-01	Rio Calasaya	lótico	río	Pedregoso, Hojarasca/Troncos sumergidos	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-02	Rio Calasaya	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLTIT-02	Rio Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada alta	Abastecimiento
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	lótico	río	rápidos	blanca	transparente	baja	Abastecimiento
P-12	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
AS-1	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CH-3	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
ALT-4	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
P-11	Rio ASANA	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
COS-01	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
CAP-03	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
TUM-03	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte	Operaciones
TUM-01	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CAP-01	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso	blanca	transparente	baja	Operaciones
MQ-01	Rio Moquegua	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	turbia	moderado	Operaciones

Elaboración: Asilorza, 2021

5.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

5.2.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad ambiental de los hábitats evaluados, las estaciones mantuvieron las mismas calificaciones en las tres temporadas; cinco de ellas registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”. Cuadro 5.2.

Las estaciones que presentaron una calidad de hábitat pobre con alteraciones por presentar impactos antropogénicos, en su mayoría provenientes de las poblaciones locales, son QLTIT-02 y QLACHI-01 ubicadas en la zona de abastecimiento.

5.2.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad de hábitat, los puntos de monitoreo mantuvieron las mismas categorías en las tres temporadas; dos estaciones evaluadas presentan una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Cuadro N° 5.3.

Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones y las QLTIT-02, y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad pésima. Estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería). Cuadro 5.3.

Cuadro 5.2. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020			Temporada Humeda 2021			Temporada Seca 2021		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	5.33	IV	pobre	5.33	IV	pobre	-	-	-
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	8.22	II	bueno
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9	I	excelente	9.00	I	excelente	8.78	II	bueno
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	7.56	II	bueno
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	7.78	II	bueno
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	7.33	III	regular
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular	8.00	II	bueno
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	7.89	II	bueno
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular	7.11	III	regular
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	8.22	II	bueno
QLCHI-03	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	7.56	III	regular	7.56	III	regular	8.67	II	bueno
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	3.33	IV	pobre	3.33	IV	pobre	2.89	IV	pobre
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente	5.33	IV	pobre
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	7.11	III	regular	7.11	III	regular	5.44	IV	pobre
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	9	IV	excelente	9.00	IV	excelente	7.89	II	bueno
AS1	Rio ASANA	Operaciones	7.11	III	regular	7.00	III	regular	6.67	III	regular
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	6.33	III	regular

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020			Temporada Humeda 2021			Temporada Seca 2021		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	6.56	III	regular	6.50	III	regular	9.00	I	excelente
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno
COS1	Rio Coscore	Operaciones	9	I	excelente	9.00	I	excelente	7.56	II	bueno
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	6.67	III	regular	6.50	III	regular	3.22	IV	pobre
P11	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	4.56	IV	pobre
P12	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	5.67	IV	pobre
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno	4.89	IV	pobre
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente	9.00	I	excelente

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.3. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-AND

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLCHI-03	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
AS1	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	35	Alteración fuerte, mala calidad
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	40	Alteración fuerte, mala calidad

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	30	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad
COS1	Rio Coscore	Operaciones	35	Alteración fuerte, mala calidad	35	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	45	Alteración fuerte, mala calidad
P11	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad
P12	Rio ASANA	Operaciones	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.3.1. PLANCTON

La composición acumulada a la fecha en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton, composición que se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones. El total de especies registrada se incrementó de 111, registradas en la temporada seca 2020, a 157 registradas en la temporada húmeda 2021 (46 especies, 41%), hasta 178 registradas en la última evaluación. Estas últimas 21 especies significan un incremento del 13% en el registro de especies con respecto a la última evaluación.

Por otro lado, estas especies están distribuidas de forma global en 110 microalgas del fitoplancton y 68 microinvertebrados del zooplancton.

Como se aprecia en el cuadro 5.4, la riqueza entre las temporadas seca 2020 y húmeda 2021 fue ligeramente mayor en la húmeda con 122 especies acumuladas. En la temporada seca 2021 la riqueza de especies del fitoplancton fue mayor (80 especies) que en la temporada húmeda (68 especies); y en el caso del zooplancton fue a la inversa (32 especies TS y 55 especies TH).

Con respecto a la última evaluación, temporada seca 2021, el número de especies registrado fue de 87, disminuyendo en un 28% en comparación a la temporada previa; y comparando temporadas similares (temporadas secas 2020 y 2021) se aprecia que, aunque en la última evaluación se registró un número menor de especies (87 versus 111), 21 de estas representan nuevos registros para el área evaluada. Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluación, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar la composición de especies del área de estudio. Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

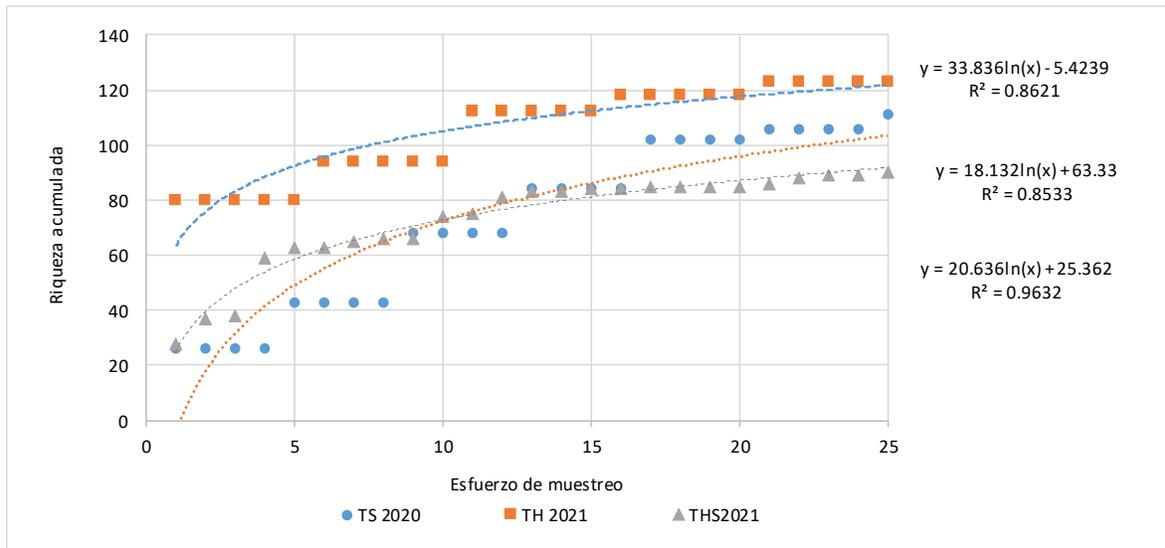
Plancton	TS 2020	TH 2021	TS 2021	Total
Fitoplancton	80	67	63	110
Zooplancton	31	55	24	68
Total registrado	111	122	87	178
Composición acumulada	111	157	178	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.1, la curva de acumulación de especies en la temporada seca 2020 por punto de muestreo registró un $R^2 = 0.86$; en temporada húmeda 2021 se registró un $R^2 = 0.85$; y

en temporada seca 2021 registro $R^2 = 0.96$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (75 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.1. Curva de acumulación de especies de plancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2. FITOPLANCTON

5.3.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del fitoplancton estuvo representada por 110 especies, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 47% (52 especies), Chlorophyta 25% (28 especies), Cyanobacteria 13% (14 especies), Euglenozoa 5% (cinco especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 9% (10 especies). (Figura 5.2).

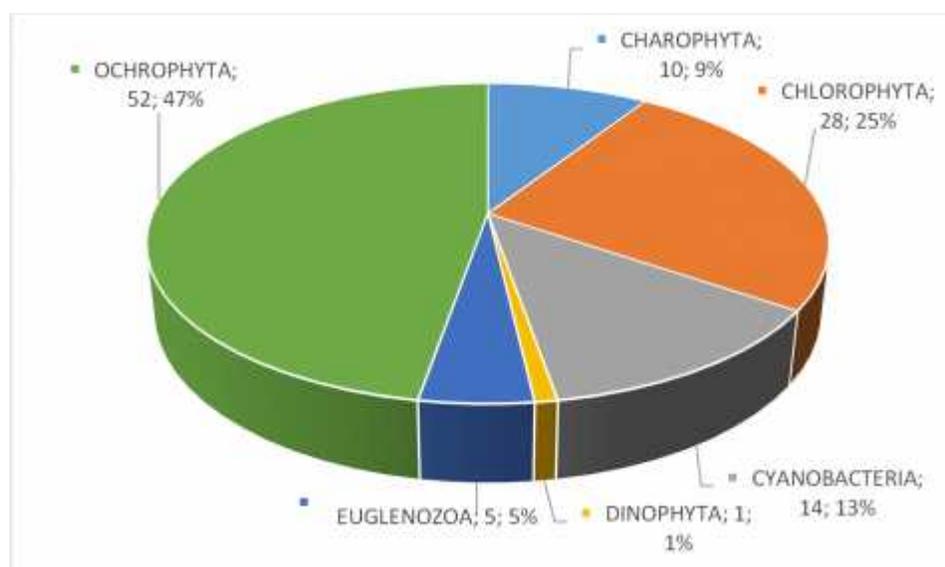
El número de especies fue mayor en la temporada seca con 80 especies con respecto a la húmeda con 68 especies; cabe mencionar que en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación. Asimismo, en la temporada húmeda se registró una especie de la división Dinophyta, que no fue registrada en la temporada seca.

Cuadro 5.5. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
CHAROPHYTA	9	7	4	10
CHLOROPHYTA	20	16	13	28
CYANOBACTERIA	11	5	5	14
DINOPHYTA		1	1	1
EUGLENOZOA	3	3	3	5
OCHROPHYTA	37	35	37	52
Total	80	67	63	110

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.2. Composición porcentual total por división del Fitoplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.2.1. ALMACENAMIENTO

En los cuerpos de agua donde se ubica este componente del proyecto, se registró un total acumulado de 105 especies; incrementándose en un 24% la riqueza (14 especies del fitoplancton). La composición estuvo distribuida en 5 divisiones en temporada seca 2020, y en 6 divisiones en temporada húmeda y seca 2021. Las Ochrophyta fueron las más diversas a nivel global y en ambas temporadas, registrándose 50 especies que corresponde al 48% de la riqueza total. Cabe mencionar que, las nuevas especies registradas para este componente corresponden a las Chlorophyta cuya riqueza de especies se incrementó en un 42% (8 especies). Cuadro 5.6.

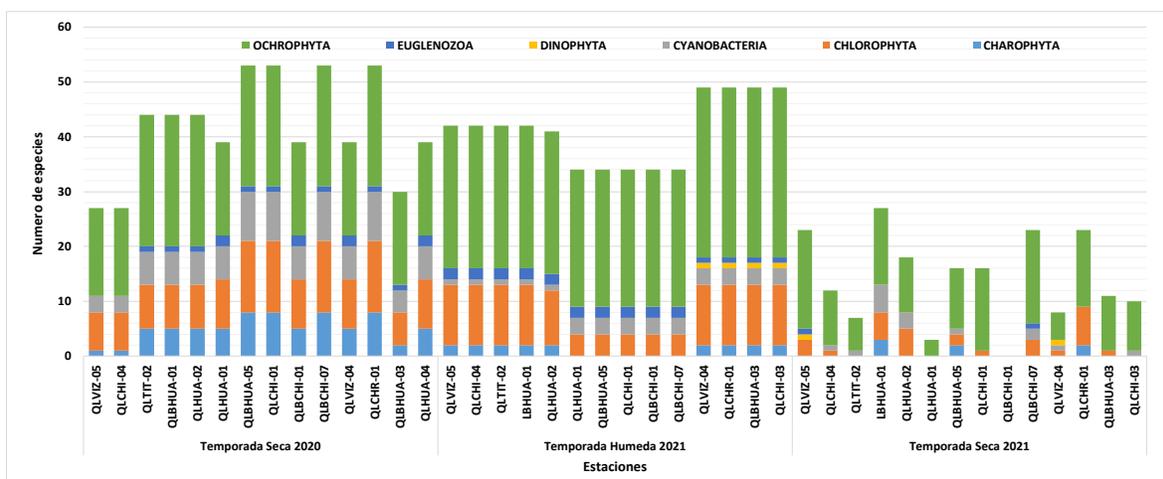
Cuadro 5.6. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	9	4	4	9
CHLOROPHYTA	19	13	13	27
CYANOBACTERIA	11	4	5	14
DINOPHYTA		1	1	1
EUGLENOZOA	3	3	2	4
OCHROPHYTA	34	33	33	50
Total	76	58	58	105
Composición acumulada	76	91	105	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.3, las Ochrophyta y Chlorophyta fueron registradas en todas las estaciones. El número de especies disminuyó en las estaciones QLBHUA-05, QLCHI-01 y QLBCHI-07 en la temporada húmeda 2021 con respecto a la seca 2020, principalmente por el incremento del caudal. En el caso del comportamiento de la riqueza en la temporada seca 2021, esta disminuyó por estaciones, sin embargo en el conteo final se mantuvo en 58 como en la temporada húmeda 2021.

Figura 5.3. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 85 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones; notando se un incremento de 5 nuevos registros de especies en esta área del proyecto. En temporada seca 2020 a diversidad fue mayor, registrándose 63 especies en comparación con la temporada húmeda 2021 donde se registraron 59 especies y la temporada seca 2021 donde se colectaron 28 especies. Las

Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 43 especies que corresponde al 51% de la riqueza total. Cuadro 5.7.

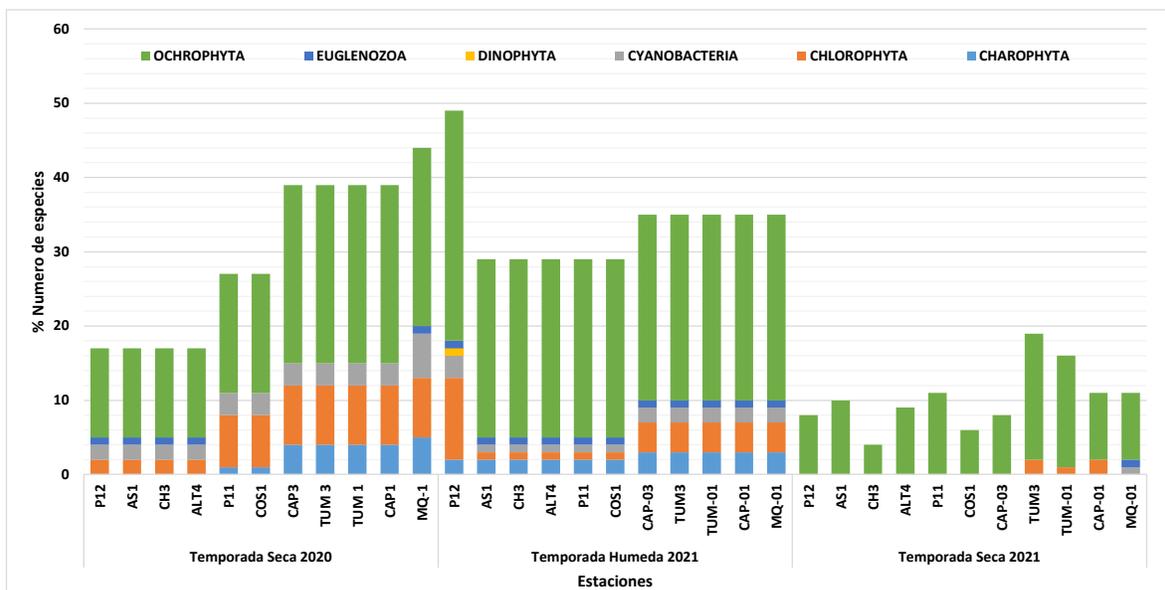
Cuadro 5.7. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	6	5		7
CHLOROPHYTA	16	14	4	22
CYANOBACTERIA	8	4	1	9
DINOPHYTA		1		1
EUGLENOZOA	1	2	1	3
OCHROPHYTA	32	33	22	43
Total	63	59	28	85
Composición acumulada	63	80	85	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.4, las Ochrophyta y Cyanobacteria fueron registradas en todas las estaciones. Por otro lado, el número de especies se incrementó en la temporada húmeda considerablemente de 17 a 29 especies en las estaciones P12, AS2, CH3 y ALT4 en la temporada húmeda 2021. En la temporada seca 2021 el número de especies por estación disminuyó debido al bajo caudal registrado en los cuerpos de agua evaluados.

Figura 5.4. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación

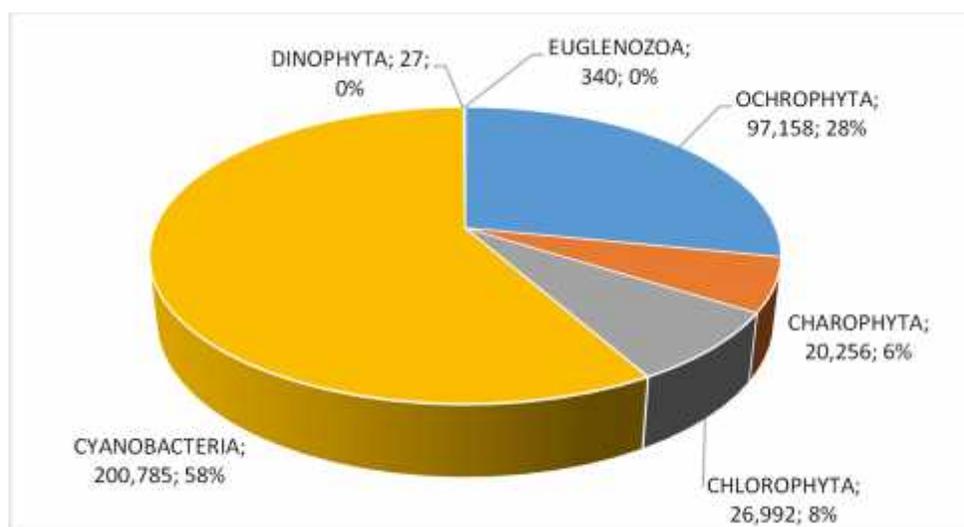


Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (58%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 4.5). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).

Figura 5.5. Distribución porcentual de la abundancia del Fitoplancton por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021.

Como se aprecia en el Cuadro 5.8, se registró una mayor abundancia de especies del fitoplancton en la temporada seca 2020, sin embargo, los índices de riqueza de especies de Margalef (7.12 bits/individuos) y de diversidad de Shannon – Wiener (4.51 bits/individuos) fueron mayores en la temporada húmeda 2021; mostrando una mejor composición y distribución a diferencia de la temporada seca, donde hubo una marcada dominancia de la división Cyanobacteria.

En la temporada seca 2020, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda 2021, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de las estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

En la temporada seca 2021, se observa un ligero incremento de la abundancia del fitoplancton con respecto a la temporada húmeda 2021, el que se debe al aumento de la división Ochrophyta.

Cuadro 5.8. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
OCHROPHYTA	77,009	7,744	12,405	97,158
CHAROPHYTA	19,721	443	92	20,256
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	514	26,992
CYANOBACTERIA	199,700	543	542	200,785
DINOPHYTA		17	10	27
EUGLENOZOA	301	35	4	340
Número de especie (S)	80	67	90	178
Número de individuos (N)	321,432	10,559	14,208	348,088
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	9.31	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.45	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	2.92	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-K')	0.69	0.93	0.73	-

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.9 se registró una alta densidad de especies, y si bien la abundancia disminuyó en las dos últimas evaluaciones, la composición de la comunidad se mantiene siendo las más abundantes las Cyanobacteria y las Chlorophyta. En la temporada seca 2020 las Cyanobacteria (82,153 células/ml, 40% del total) fueron predominantes y, disminuyeron considerablemente en las temporadas húmeda y seca 2021. La segunda división más abundante en ambas temporadas, las Ochrophyta, representaron el 39% del total (79,562 células/ml).

Cuadro 5.9. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	19,534	18	92	19,644
CHLOROPHYTA	21,195	1,371	417	22,983
CYANOBACTERIA	81,321	345	487	82,153
DINOPHYTA		16	10	26
EUGLENOZOA	296	24	3	323
OCHROPHYTA	65,528	3,323	10,711	79,562
Número de individuos (N)	187,874	5,097	11,720	204,691

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.6, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de muestreo, la abundancia de individuos fue mayor en la mayoría de las estaciones evaluadas en temporada seca 2020, sin embargo, los valores de riqueza de especies y de diversidad fueron mucho mayores en la temporada húmeda 2021.

La estación QLHUA-01 registró los mayores valores de riqueza (8.27 bits/individuo) y diversidad (3.82 bit/individuo) en la temporada seca 2020, mientras que en la temporada húmeda 2021 estos valores fueron los más altos en la estación QLBHUA-03 registrando valores de riqueza de 10.4 bits/individuo y de diversidad de 3.84 bit/individuo.

5.3.2.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.10, de forma similar a los resultados obtenidos en el área de almacenamiento, se registró una alta densidad de especies del predominando principalmente las Cyanobacteria (118,632 células/ml, 84% del total) que fueron predominantes en la temporada seca 2020 y disminuyeron considerablemente en las temporadas húmeda y seca 2021. La segunda división más abundante en ambas temporadas fueron las Ochrophyta que representaron el 85% del total (17,596 células/ml).

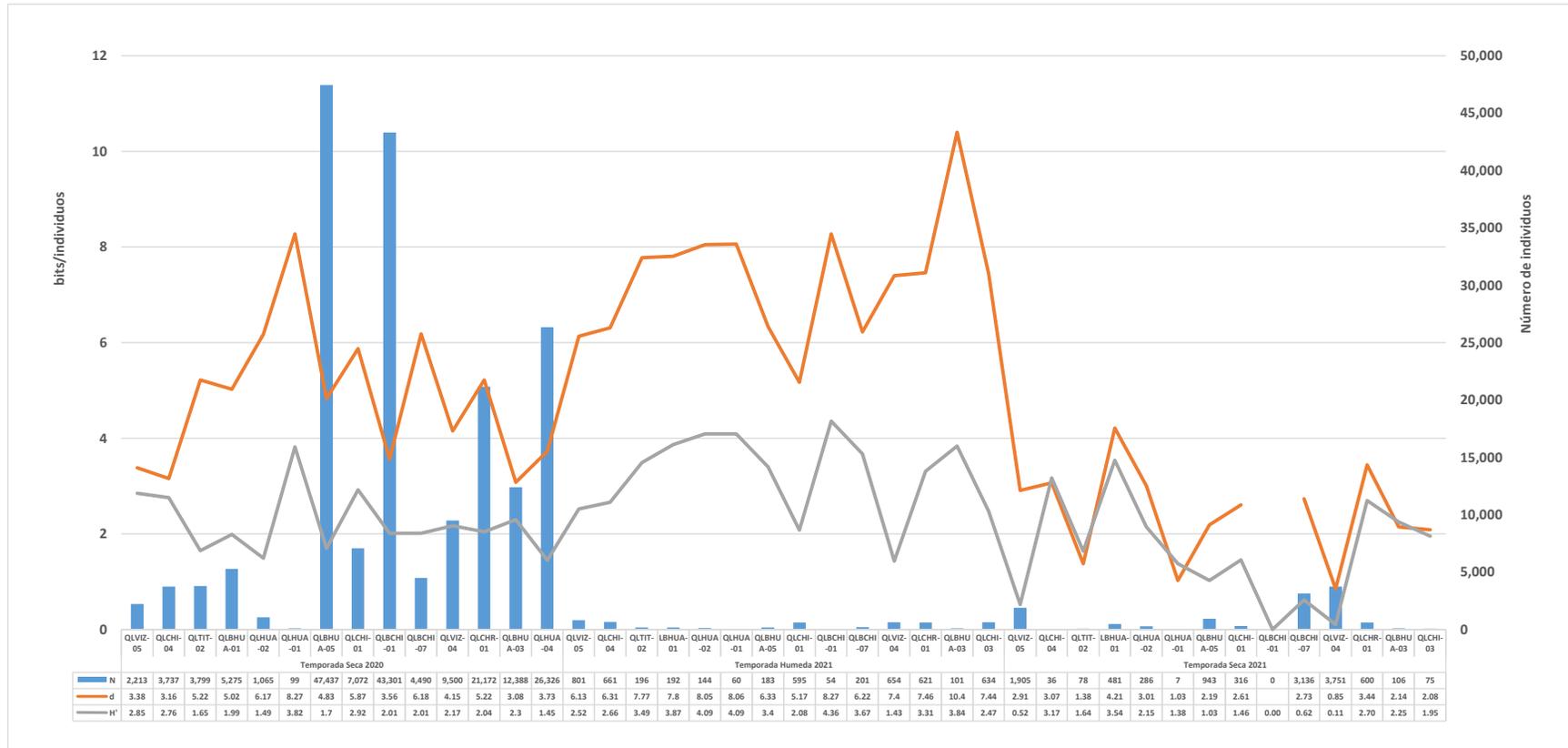
Cuadro 5.10. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	187	425		612
CHLOROPHYTA	3,506	406	97	4,009
CYANOBACTERIA	118,379	198	55	118,632
DINOPHYTA		1		
EUGLENOZOA	5	11	1	17
OCHROPHYTA	11,481	4,421	1,694	17,596
Número de individuos (N)	133,558	5,462	1,847	140,866

Elaboración: Asilorza, 2021

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajo (0.63 bits/individuos) a moderado (3.93 bits/individuos), siendo la estación P-12 en la que se registró el único valor alto de diversidad (4.12 bits/individuos). Como se muestra en la Figura 5.7, como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de muestreo, la abundancia de individuos fue muy alta en la estación TUM-3 en temporada seca 2020 (112,499 células/ml) y disminuyó considerablemente en las temporadas húmeda 2021 (486 células/ml) y seca 2021 (524 células/ml).

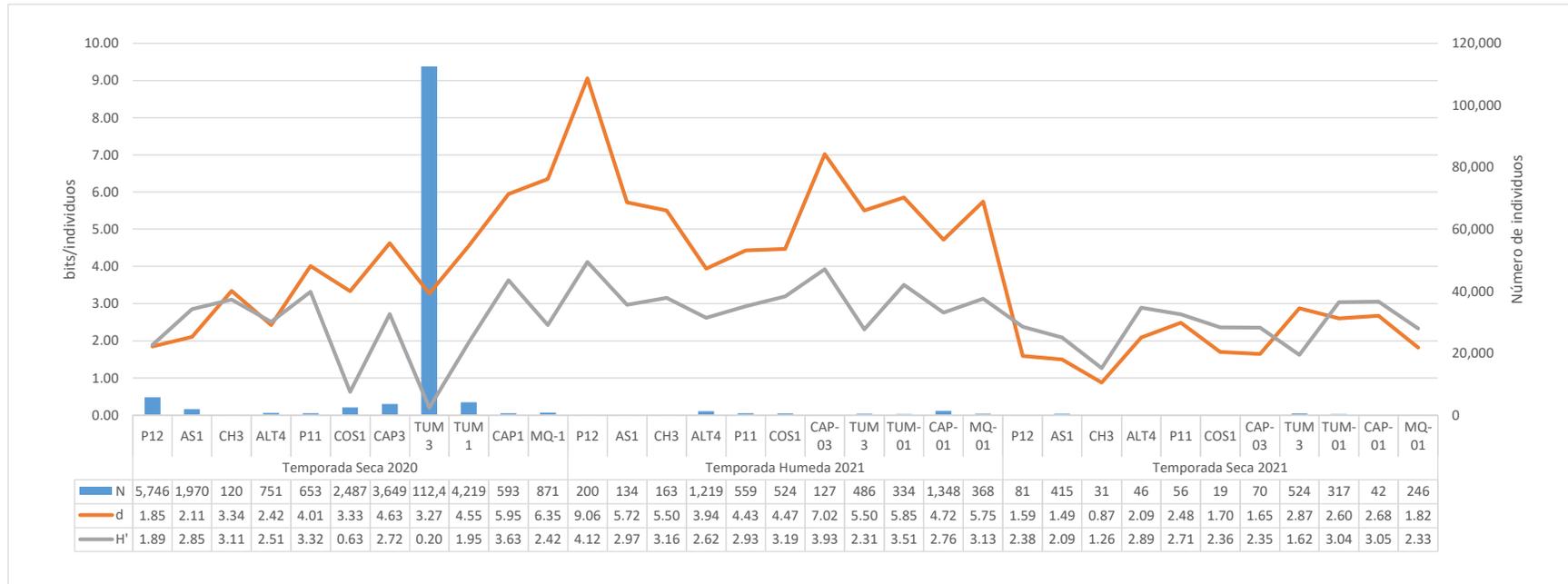
Figura 5.6. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento.



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.7. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo, operaciones.



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

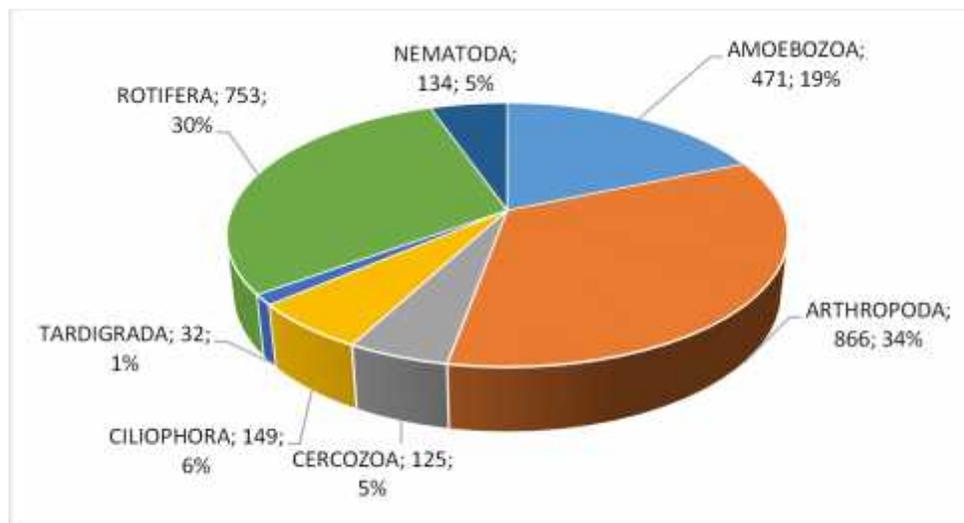
5.3.3. ZOOPLANCTON

5.3.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. En la temporada húmeda 2020, el phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (10%), Amoebozoa (21%), Ciliophora (3%), Nematoda (2%) y Tardigrada (2%). Esta distribución cambió en la última evaluación, temporada seca 2021 en donde el phylum Arthropoda registró la mayor riqueza que representa el 34% (866 especies), seguido de los Rotifera (30%, 753 especies). Figura 5.8.

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24). Como se aprecia en el Cuadro 5.11, los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 37% de la riqueza total.

Figura 5.8. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
AMOEOBOZA	5	12	4	15
ARTHROPODA	7	11	9	18
CERCOZOA	4	6		6
CILIOPHORA	2	2	2	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	11	22	8	25
TARDIGRADA	1	1		1
Total	31	55	24	68
Composición acumulada	31	62	68	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 66 especies distribuidas en 7 phyllum. Se registraron 27 especies en temporada seca 2020, 54 especies en temporada húmeda 2021 y 66 en temporada seca 2021. Los Rotifera fueron los más diverso registrando 24 especies (36%), seguido de los Arthropoda (17 especies, 26%), Amoebozoa (15 especies, 23%), Cercozoa (6 especies, 10%), Ciliophora (2 especies, 1%) y Nematoda (1 especies). Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOBOZA	5	12	4	15
ARTHROPODA	5	11	9	17
CERCOZOA	3	6		6
CILIOPHORA	2	2	2	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	10	21	7	24
TARDIGRADA	1	1		1
Total	27	54	23	66
Composición acumulada	27	60	66	

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.9, el phyllum Tardigrada no fue registrado en todas las estaciones, fue frecuente en las estaciones QLVIZ-05, QLCHI-04 en ambas temporadas, y fue más frecuente en las temporadas húmeda y seca 2021. En la temporada

seca 2021, los valores de riqueza en cada estación fueron bajos, no se registraron organismos en la estación QLTIT-02

5.3.3.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 46 especies distribuidas en 6 divisiones siendo las más diversas los Rotifera que registraron el 37% del total (17 especies), seguidas de los Amoebozoa (10 especies, 22%), Arthropoda (11 especies, 24%), Cercozoa (4 especies, 9%), Ciliophora (2 especies, 4%), Nematoda (una especie, 2%) y Tardigrada (una especie, 2%). En temporada húmeda 2021 la riqueza de especies fue mayor, registrándose 40 especies en comparación con la temporada seca 2021 donde se registraron 21 especies y la temporada seca 2021 donde se registraron solo 9 especies. Cuadro 5.13.

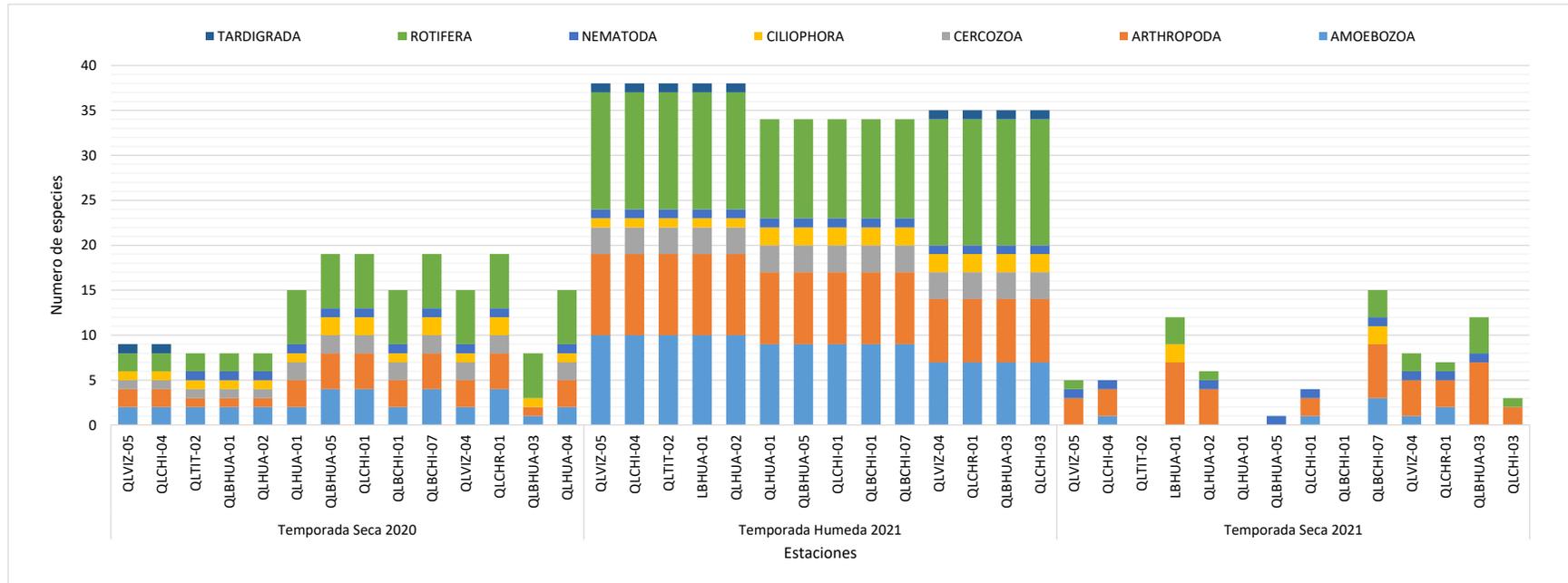
Cuadro 5.13. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOBOZA	4	9	2	10
ARTHROPODA	6	7	3	11
CERCOZOA	3	4		4
CILIOPHORA	1	2	1	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	5	16	2	17
TARDIGRADA	1	1		1
Total	21	40	9	46
Composición acumulada	21	44	46	-

Elaboración: Asilorza, 2021

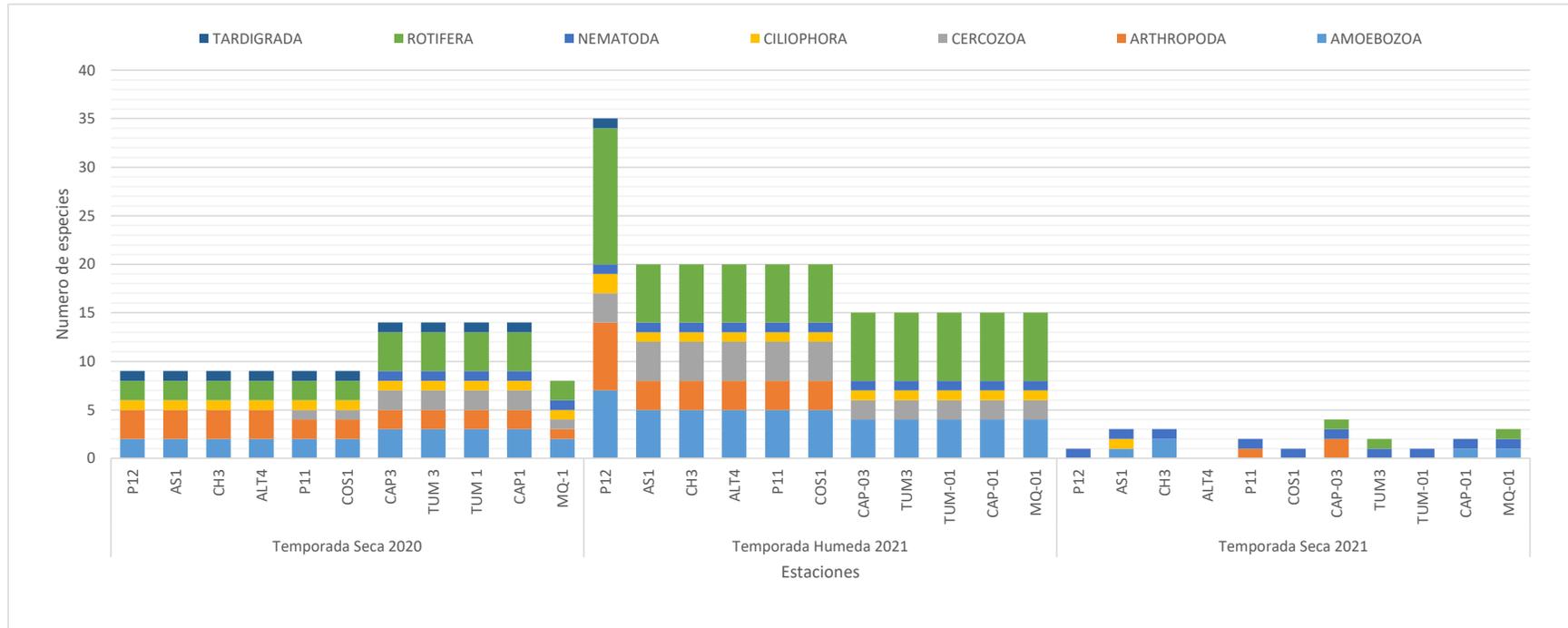
Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.10, en temporada húmeda 2021 los Tardigrada no fueron colectados en la estación MQ-1, mientras que en temporada húmeda solo fueron colectados en la estación P-12. La estación P-12 registro el mayor número de especies en la temporada húmeda 2021. En la temporada seca 2021 la riqueza de especies disminuyó drásticamente, se registró solo 9 especies de las cuales 2 son registros nuevos para el área de evaluación. No se registraron organismos del zooplancton en la estación ALT-04.

Figura 5.9. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación, abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.10. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación, operaciones.

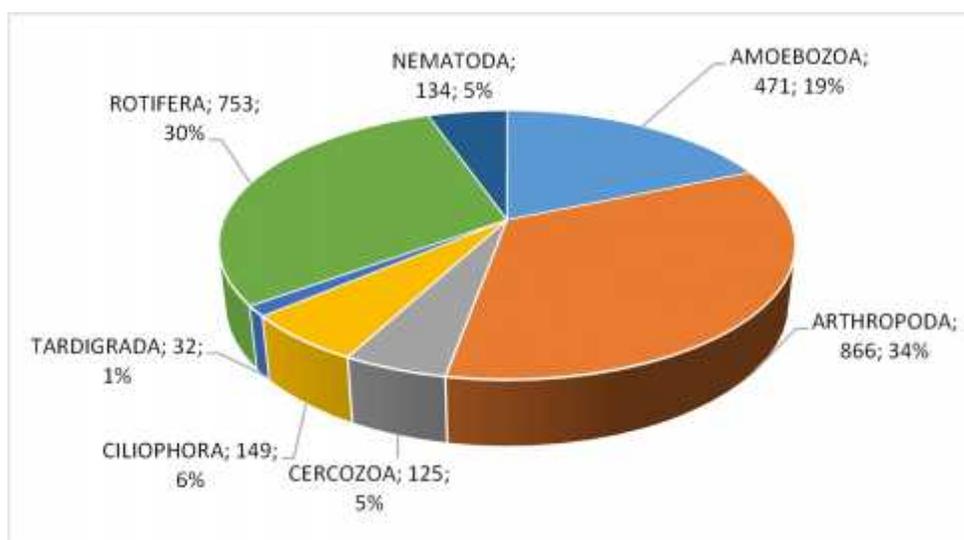


Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, en la última evaluación de temporada seca 2021, el phylum con mayor abundancia fue Arthropoda (34%, 866 células/ml), como se muestra en la Figura 5.11. En la temporada anterior, húmeda 2021 el phylum con mayor abundancia fue Rotifera (37%, 704 células/ml), como se aprecia en el Cuadro 5.14.

Figura 5.11. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por phylum (célula/ml), abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021.

Se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2021, con predominancia de los Arthropoda. Los valores de diversidad total variaron de bajos a altos: 2.96 bits/individuos en temporada seca 2020, 5.03 bits/individuos en temporada húmeda 2021 y 2.92 bits/individuos en temporada seca 2021.

Cuadro 5.14. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
AMOEOBOZOA	212	229	30	471
ARTHROPODA	117	262	487	866
CERCOZOA	47	78		125
CILIOPHORA	73	53	23	149
TARDIGRADA	19	13		32

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ROTIFERA	295	409	49	753
NEMATODA	41	39	54	134
Número de especie (S)	111	122	90	178
Número de individuos (N)	322,236	11,642	14,208	348,088
Riqueza de Margalef (d):	8.67	12.92	9.31	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.44	0.73	0.45	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.96	5.03	2.92	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-K')	0.69	0.94	0.73	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.15 se registró una alta densidad de especies predominando los Rotíferos (605 células/ml, 37% del total), principalmente en temporada húmeda 2021. La abundancia de individuos registrada en la temporada seca 2021 disminuyó en un 74% con respecto a la temporada húmeda 2021.

Cuadro 5.15. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEBOZOA	108	173	25	306
ARTHROPODA	85	240	123	448
CERCOZOA	34	45		79
CILIOPHORA	50	41	21	112
NEMATODA	29	27	20	76
ROTIFERA	248	324	33	605
TARDIGRADA	4	12		16
Total	558	862	222	1,642

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.12, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLCHI-04, QLHUA-02, QLHUA-01 y QLBHUA-05 donde los valores variaron entre 5.07, 5.23, 5.03, y 5.06 bits/individuo respectivamente, alcanzando los mayores valores en temporada húmeda 2021. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 10.10 bits/individuos en la estación QLHUA-02 en temporada húmeda 2021.

5.3.3.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.16, la abundancia de especies fue similar entre las temporadas seca 2020 y húmeda 2021, 246 células/ml en temporada seca y 221 células/ml en temporada húmedas. Sin embargo, en la temporada seca 2021 los valores se incrementaron en un 50% por ciento (421 células/ml) debido al aporte de los Arthropoda.

La abundancia acumulada estuvo distribuida en 47% Arthropoda (418 células/ml), 19% Amoebozoa (165 células/ml), 17% Rotifera (148 células/ml), 5% Cercozoa (46 células/ml), 4% Ciliophora (37 células/ml), 7% Nematoda (58 células/ml) y 2% Tardigrada (16 células/ml).

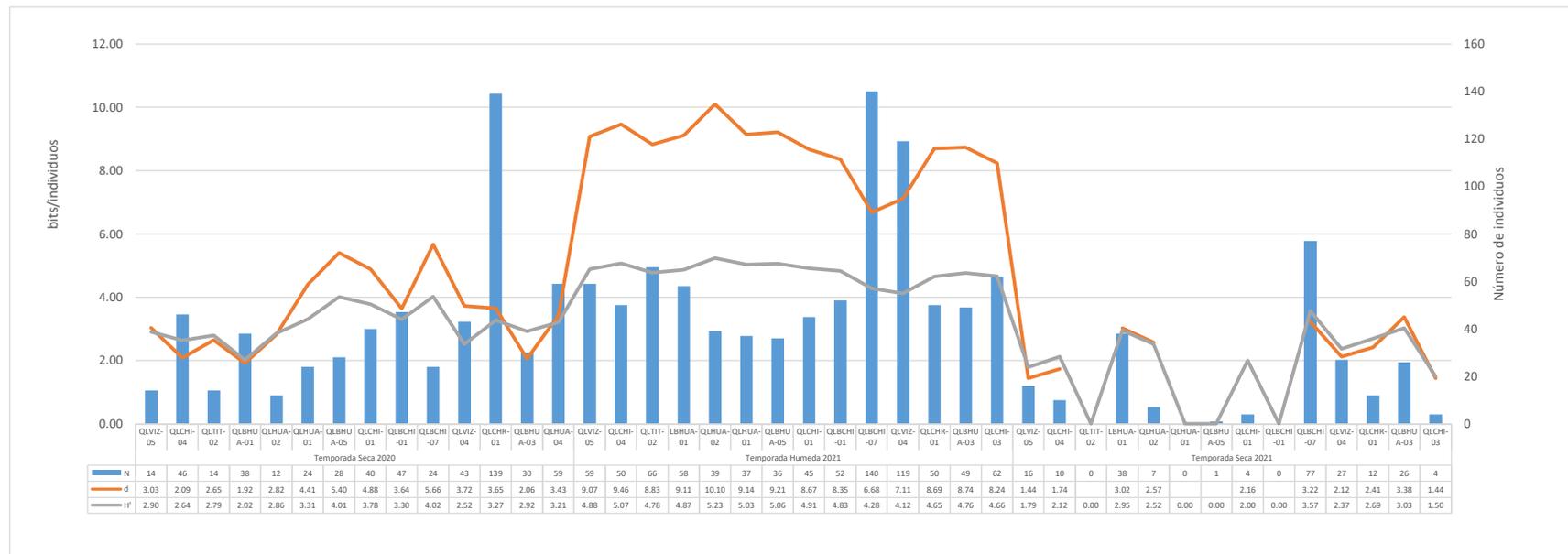
Cuadro 5.16. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOZOA	104	56	5	165
ARTHROPODA	32	22	364	418
CERCOZOA	13	33		46
CILIOPHORA	23	12	2	37
NEMATODA	12	12	34	58
ROTIFERA	47	85	16	148
TARDIGRADA	15	1		16
Total general	246	221	421	888

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.13, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

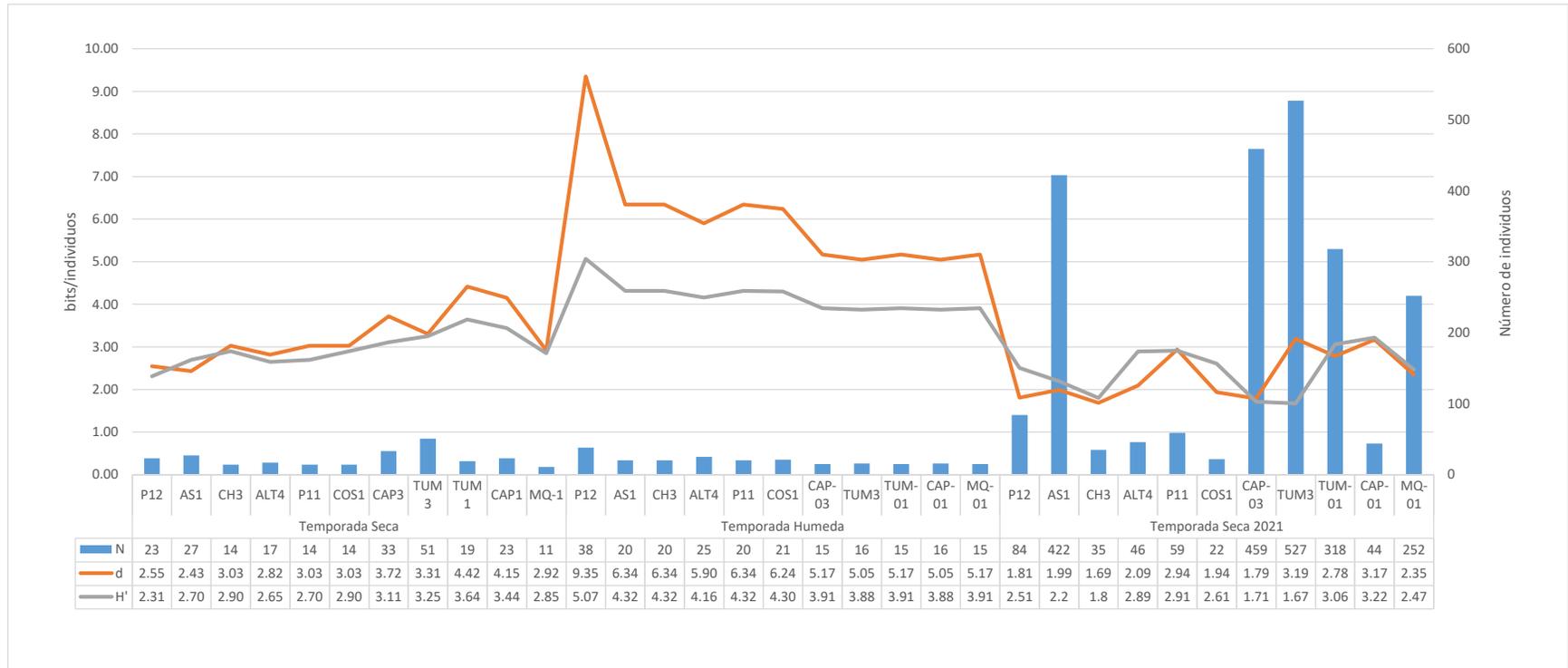
Figura 5.12. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021.

Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Figura 5.13. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, operativo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.4. BENTOS

5.3.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados a la fecha incluye 112 especies. Como se aprecia en el Cuadro 5.17, la riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada húmeda 2020 se registraron 36 especies, es decir la riqueza de especies disminuyó con respecto a la evaluación anterior; sin embargo, el total acumulado fue de 74 especies, es decir se colectaron 14 especies (23%) más como nuevos registros para el área. En el caso de la temporada seca 2021, la riqueza se incrementó en 65 especies, de las cuales 38 (51%) fueron nuevos registros para el área de evaluación.

Cuadro 5.17. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	4	3	6	6
ARTHROPODA	55	31	88	99
MOLLUSCA		1	4	4
NEMATODA	1		1	1
PLATYHELMINTHES		1	2	2
Total	60	36	101	112
Composición acumulada	60	74	112	

Elaboración: Asilorza, 2021

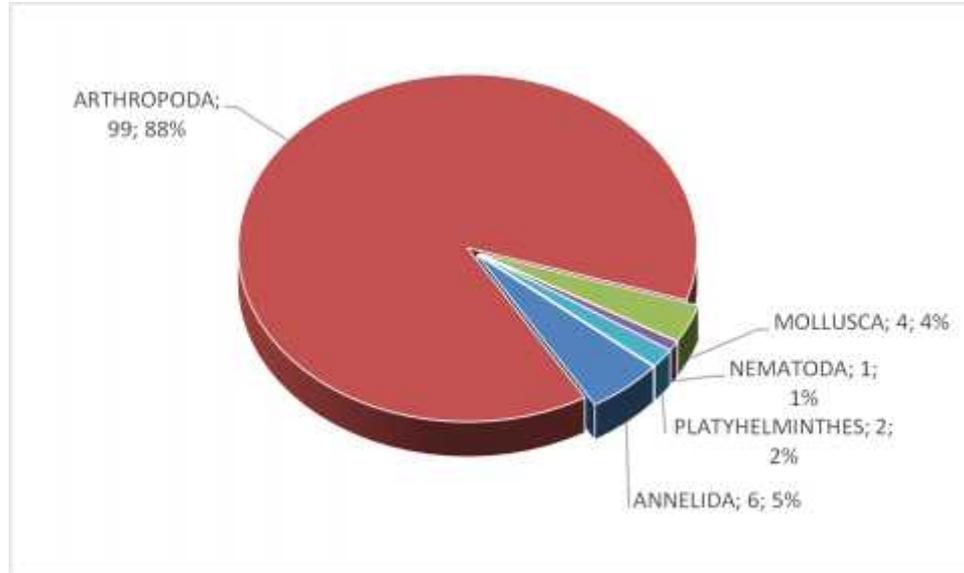
Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 99 especies (88%), seguido de los phylum Annelida (6 especies, 5%), Mollusca (4 especies, 4%), Platyhelminthes (2 especies, 2%) y Nematoda (una especie, 1%).

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tienen larvas acuáticas inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindarán alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originarán a los insectos adultos que se desplazarán hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteros entre otros).

Como se muestra en la figura 5.15, las curvas de acumulación de especies por punto de muestreo registraron un $R^2 = 0.85$ para la temporada seca 2020; en la temporada húmeda 2021 se registró un $R^2 = 0.80$ y, en la temporada seca 2021 fue de un $R^2 = 0.96$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas

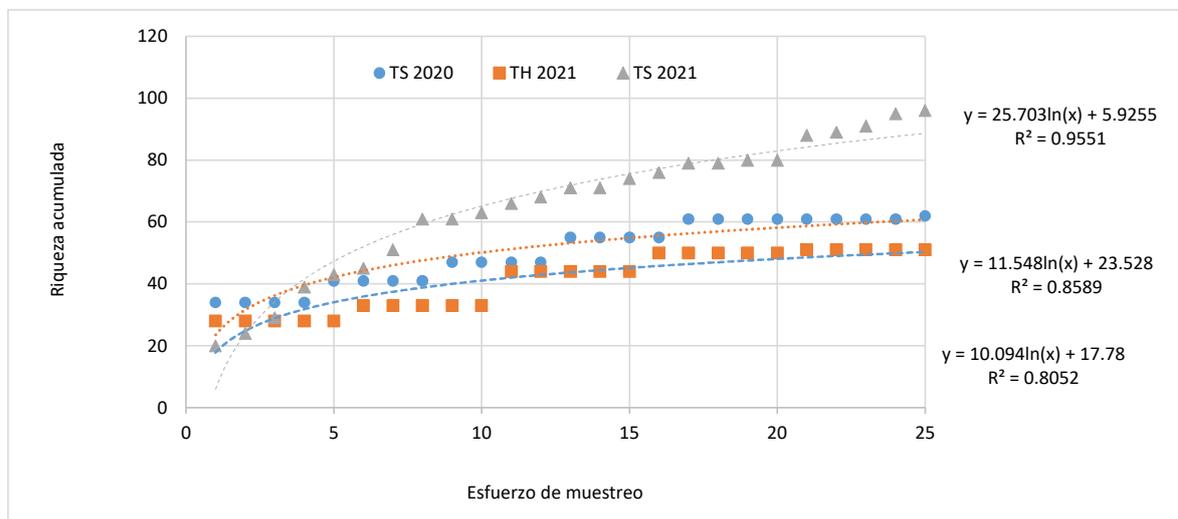
para el mismo número de evaluaciones realizadas (75 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.14. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.15. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados del área de estudio



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 98 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 5 phylla. Se registraron 57 especies distribuidas en 3 phylla en temporada seca 2020, 31 especies en 4 phylla en temporada

húmeda 2021 y, 71 especies en 5 phylla en temporada seca 2021. Los Arthropoda fueron los más diversos a nivel global, registrándose 86 especies que corresponde al 88% de la riqueza total. Cuadro 5.18.

Cuadro 5.18. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	4	2	6	6
ARTHROPODA	52	27	59	86
MOLLUSCA		1	3	3
NEMATODA	1		1	1
PLATYHELMINTHES		1	2	2
Total	57	31	71	98
Composición acumulada	57	69	98	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.16, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio.

5.3.4.2.2. OPERACIONES

Se registró un total de 91 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 3 phylla. Como se aprecia en el Cuadro 5.19, se evidencia un incremento del 42% con respecto a la riqueza acumulada registradas hasta la temporada húmeda 2021. De estas 36 especies, 27 son registros nuevos para el área evaluada.

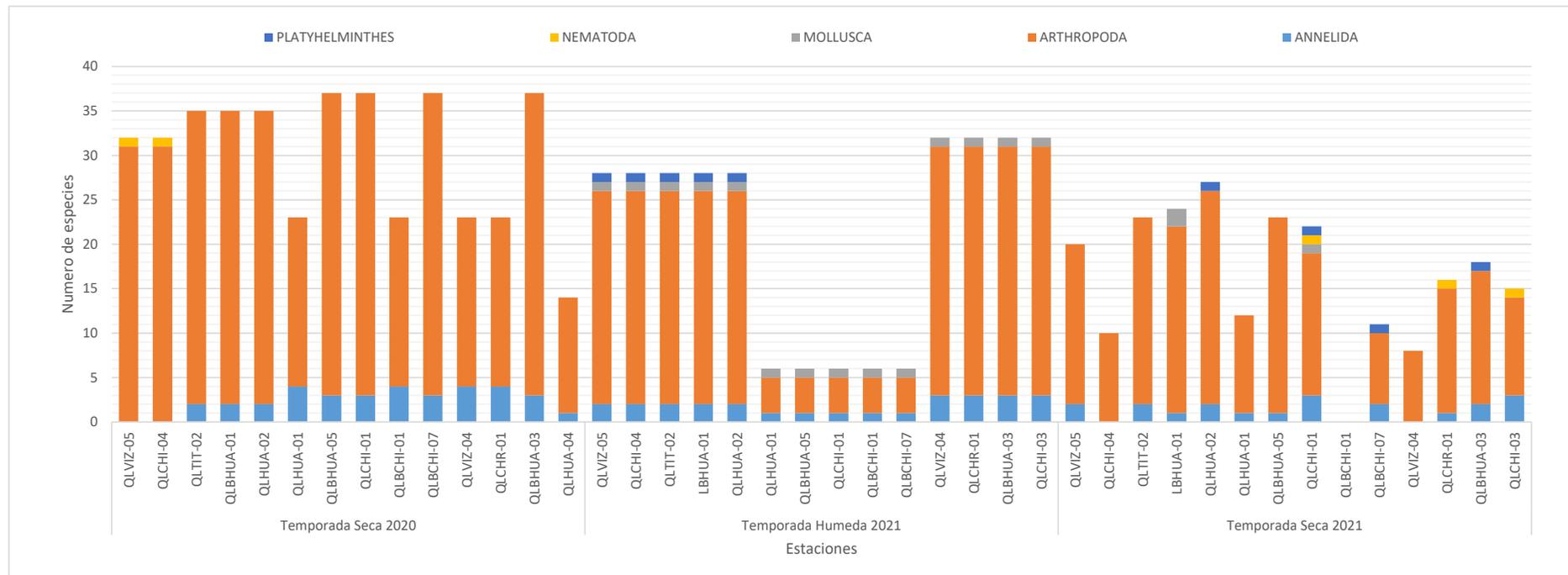
Cuadro 5.19. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	3	3	3	5
ARTHROPODA	50	28	62	82
MOLLUSCA		1	1	2
PLATYHELMINTHES			2	2
Total	53	32	68	91
Composición acumulada	53	64	91	-

Elaboración: Asilorza, 2021

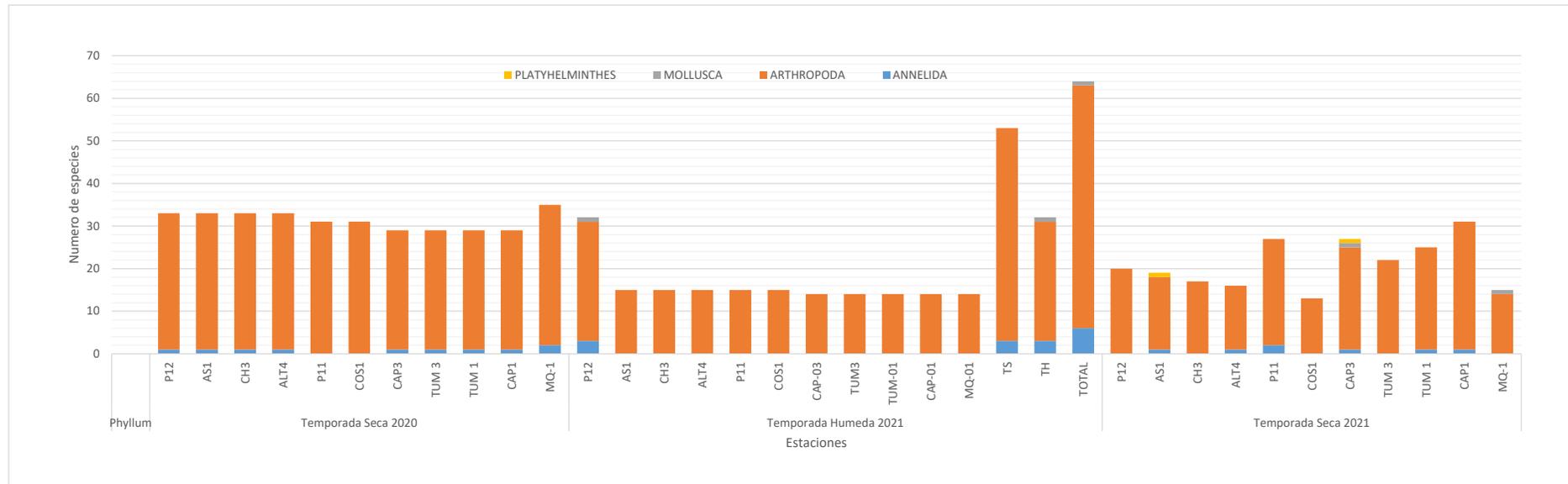
Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.17, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Durante la temporada húmeda 2021, solo se registraron los 3 phylla en la estación P12, en las demás estaciones solo se registraron especies del phyllum Arthropoda en estado de larvas; mientras que, en la temporada húmedas, se registró un número más alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 5.16. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.17. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



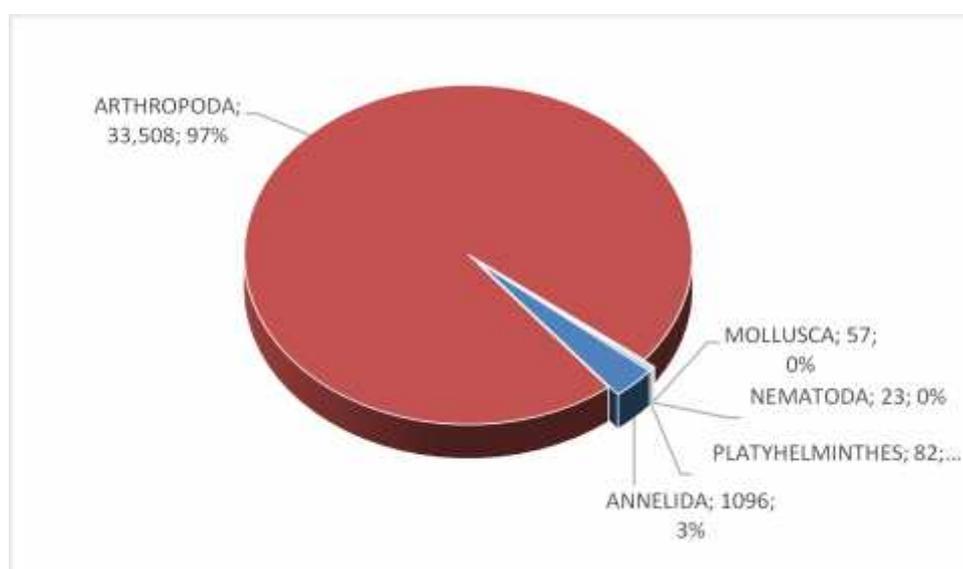
Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 34,766 organismos/muestra.

El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 5.18, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (9,431 organismo/muestra; 78%).

Figura 5.18. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021

Los valores de diversidad registrados fueron altos al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando valores entre 3.03 y 4.51 bits/individuo en un caso y de 4.84 a 9.47 bits/individuo en el otro. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda, por lo que los valores registrados fueron moderados. Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	115	41	940	1096
ARTHROPODA	8,359	3,493	21,656	33,508
MOLLUSCA		30	27	57
NEMATODA	2		21	23
PLATYHELMINTHES		9	73	82

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
Número de especie (S)	60	36	96	112
Número de individuos (N)	8,476	3,588	22,717	34,766
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	9.47	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.69	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	4.51	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0.76	0.89	0.92	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.4.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.21 se registró una densidad alta de especies predominando los Arthropoda (20,008 células/ml, 95% del total), principalmente en temporada seca 2021. Como se aprecia en la Figura 5.19, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLACHI-01 y QLVIZ-04 donde los valores variaron entre 4.28 y 4.18 bits/individuo respectivamente, alcanzando lo mayores valores en temporada seca 2020. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 8.16 bits/individuos en la estación QLBHUA-03 en temporada seca 2020.

Cuadro 5.21. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	105	53	704	848
ARTHROPODA	3,426	2,599	13,983	20,008
MOLLUSCA		29	6	35
NEMATODA	2		21	23
PLATYHELMINTHES		9	67	76
Total general	3,533	2,690	14,781	20,990

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.22, la abundancia de especies fue mayor en temporada seca 2021, registrándose 7,936 células/ml. Los Arthropoda registraron el 98% de la abundancia total. Como se muestra en la Figura 5.20, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

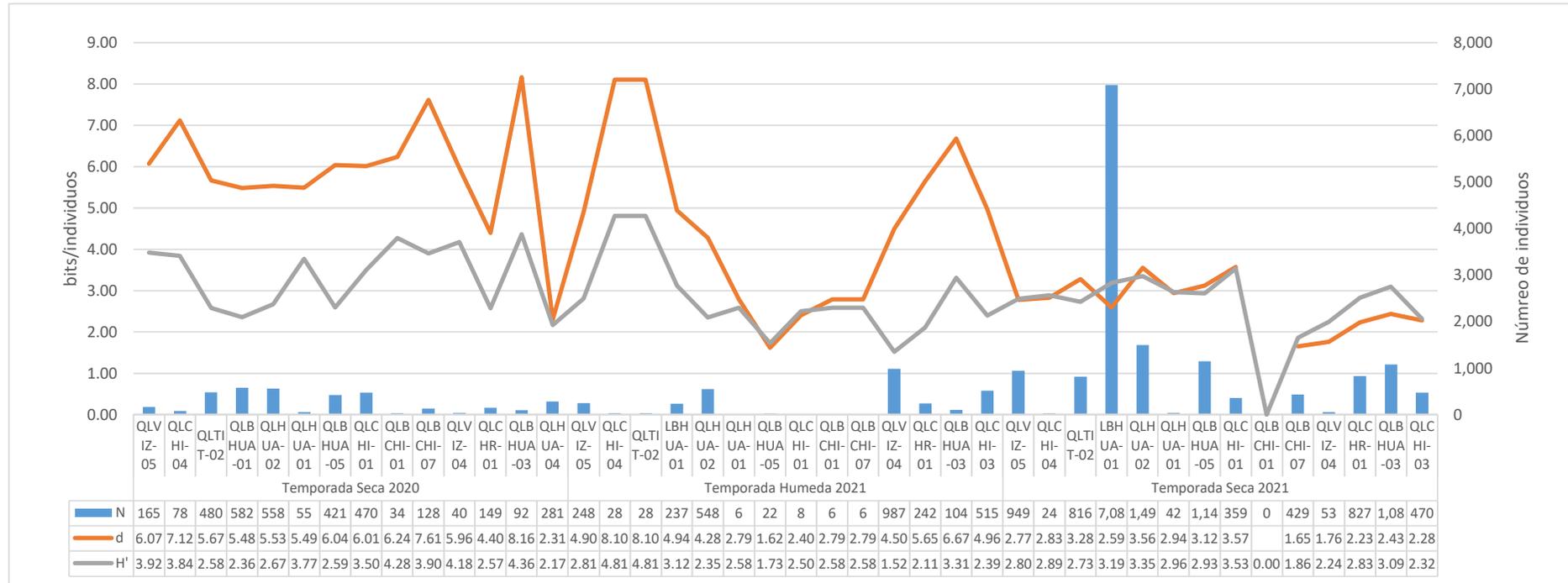
Cuadro 5.22. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	10	3	236	248

ARTHROPODA	4,933	894	7,673	13,500
MOLLUSCA		1	21	22
PLATYHELMINTHES			6	6
Total general	4,943	898	7,936	13,776

Elaboración: Asilorza, 2021

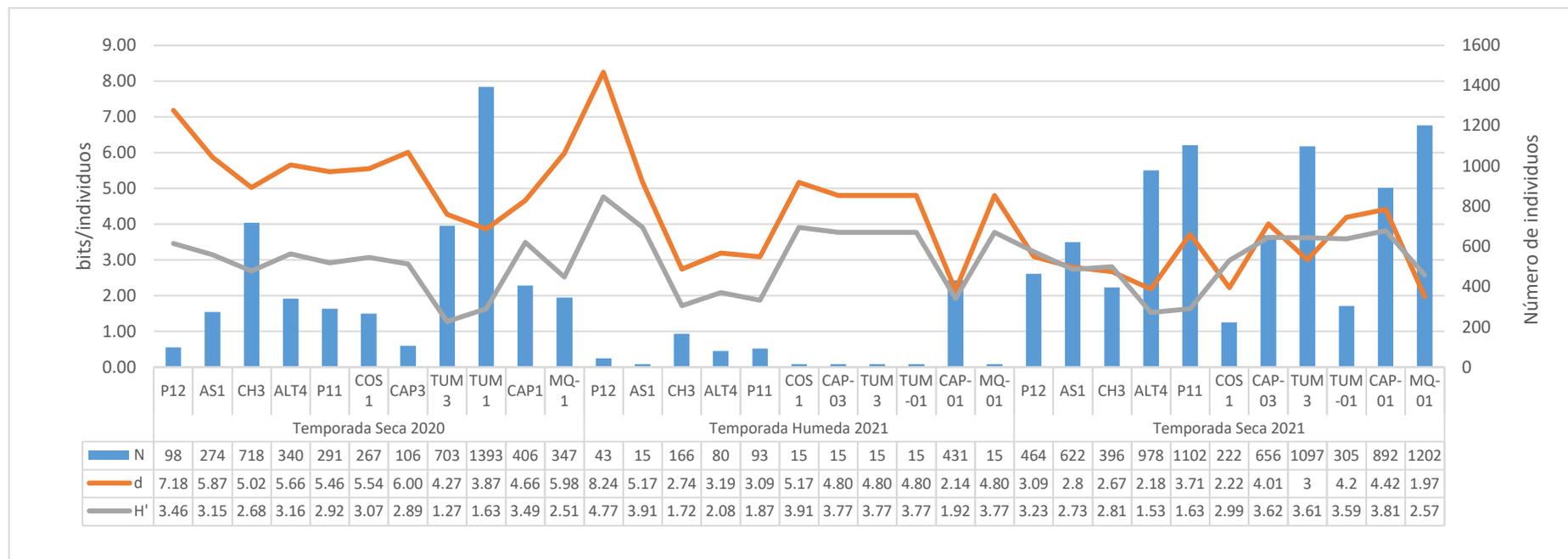
Figura 5.19. Comparación de la abundancia y diversidad de Macroinvertebrados por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento



Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.20. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, operativo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5. PECES

Se colectaron 3 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus* sp. "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris"). En los Cuadros 5.23 y 5.24 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada en temporada seca y húmeda respectivamente y, el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Con respecto a las muestras de peces del género *Trichomycterus*, ambas corresponden preliminarmente a formas en desarrollo de una misma especie, que presentan un patrón de coloración que va de punteado a moteado conforme desarrollan hasta la forma adulta. Representa un patrón de coloración único, recién registrado para Moquegua.

Una investigación reciente (Moran, 2019) realizada en las cuencas hidrográficas del departamento de Tacna. Para describir la ictiofauna presente. En relación con *Trichomycterus*, concluyó la ausencia de *Trichomycterus punctulatum*; sin embargo, confirmó la presencia de *T. dispar* y *T. rivulatus* en los tributarios relacionados con el lago Titicaca.

Lo destacable fue que registró *Trichomycterus* sp., con ilustraciones de la forma punteada y moteada para la cuenca del río Locumba, sección media, en la laguna Aricota (río Callazas).

Se recomendaría, la inclusión de más ejemplares, si los tuvieran, para compartir la información con los especialistas: Luis Fernández (Argentina) y Mario de Pinna (Brasil) para su publicación.

***Trichomycterus* sp. GLBHUA-05a**



Trichomycterus sp. GLBHUA-05b



Cuadro 5.23. Composición de especies de Peces en temporada seca 2020

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS1	Rio Coscore	Operaciones	4	Adultos			
QVILZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	4	Adultos			
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.s</i>

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.24. Composición de especies de Peces en temporada húmeda 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			
QLCHI-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	14	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	4	Adultos			
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9	Adultos			
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Huevos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.</i>

Elaboración: Asilorza, 2021.

Cuadro 5.25. Composición de especies de Peces en temporada seca 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	9	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-01	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru rivulatus</i>
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	15	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru rivulatus</i>
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Rio Vizcacha	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	17	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
----------	-------------------	----------------	----	---------------------	---------------	------------	----------------------------

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.5.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

Temporada seca 2020

Un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. De estos 23 especímenes, 2 fueron hembras grávidas. Cuadro 5.21.

La talla mínima fue de 7.1 cm y la máxima de 28.0 cm, situándose la talla promedio de 18.26 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 9.1 g. y el máximo de 207.0 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 63.91 g.

Cuadro 5.26. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
P12	25.0	78.24	0.005
	23.0	78.80	0.005
	21.0	72.00	0.006
	20.0	51.59	0.015
	23.0	72.00	0.006
	28.0	47.90	0.025
	24.0	49.30	0.020
AS1	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	16.0	46.10	1.125
	14.0	44.10	1.607
ALT4	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	14.0	43.20	1.574
	15.0	44.20	1.310
COS1	17.1	46.20	0.924
	16.0	45.30	1.106
	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
QVIL-05(*)	19.0	207.00	3.018
QLCHI-04	15.5	35.90	0.964
QLHUA-02(*)	27.0	180.00	0.914
QLCHI07	7.1	9.10	2.543
Mínimo	7.10	9.10	0.005
Máximo	28.00	207.00	3.018

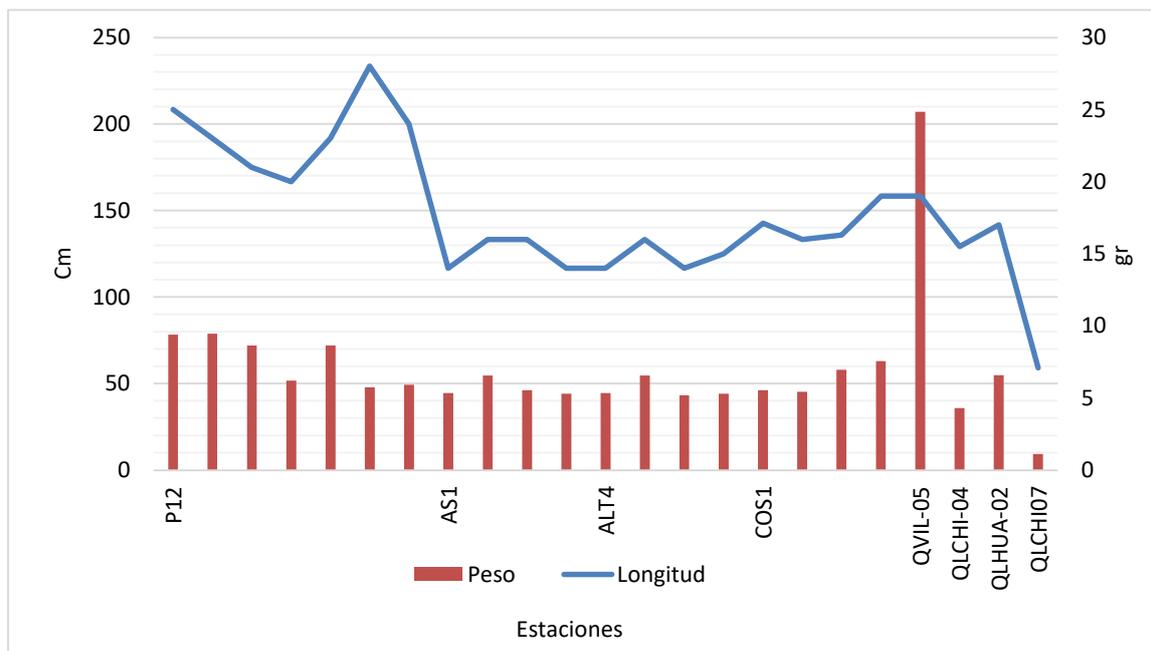
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.21 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g)

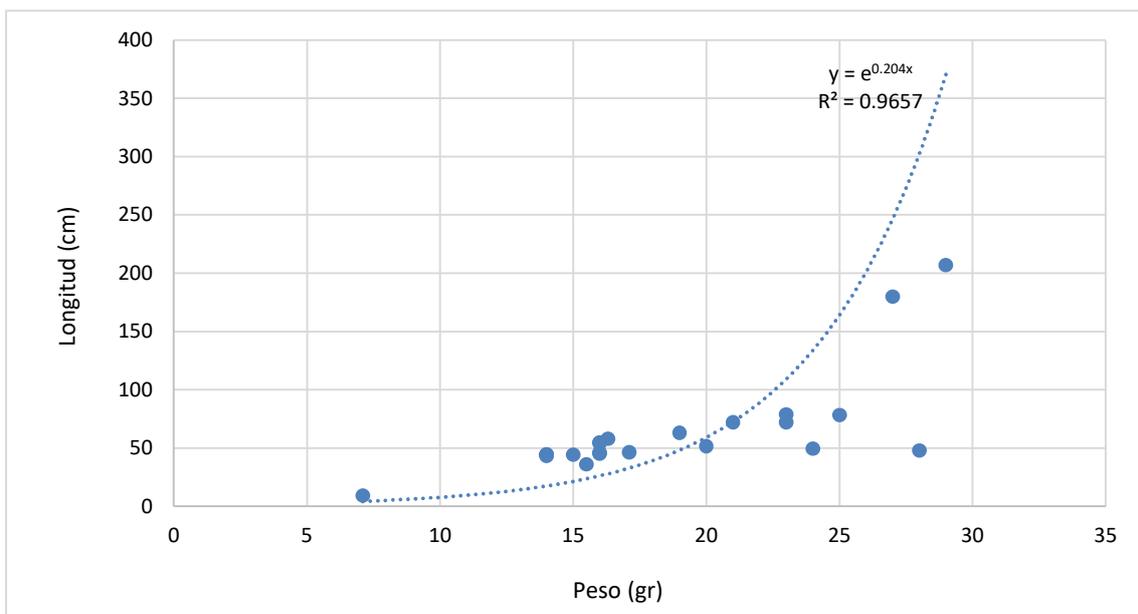
Figura 5.21. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.22, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 .

Figura 5.22. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021.

Temporada húmeda 2021

Un total de 47 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha" fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.27.

La talla mínima fue de 9.0 cm y la máxima de 42.0 cm, situándose la talla promedio de 15.52 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 70 g. y el máximo de 600 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 128.87 g.

Cuadro 5.27. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS1	195.0	22.00	1.831
	180.0	21.00	1.944
	100.0	10.50	8.638
	99.0	12.00	5.729
	98.0	10.00	9.800
	140.0	24.00	1.013
COS1	195.0	17.00	3.969
P11	95.0	10.00	9.500
P12	170.0	20.00	2.125
QLBHUA-05	169.0	22.00	1.587

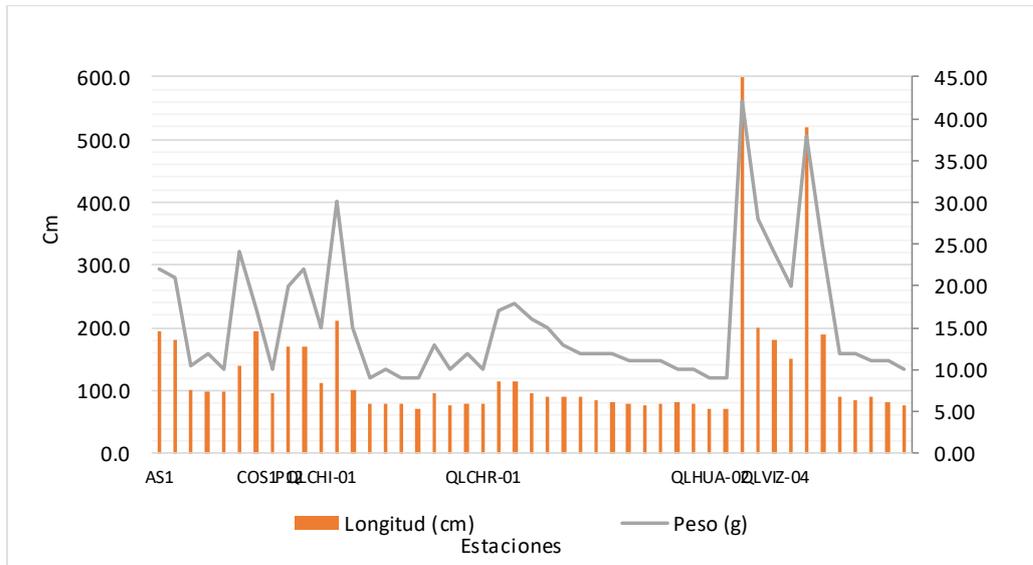
Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
QLCHI-01	112.0	15.00	3.319
	210.0	30.00	0.778
	100.0	15.00	2.963
	80.0	9.00	10.974
	79.0	10.00	7.900
	78.0	9.00	10.700
	70.0	9.00	9.602
	95.0	13.00	4.324
	75.0	10.00	7.500
QLCHI-03	79.0	12.00	4.572
QLCHR-01	78.0	10.00	7.800
	115.0	17.00	2.341
	115.0	18.00	1.972
	95.0	16.00	2.319
	90.0	15.00	2.667
	89.0	13.00	4.051
	90.0	12.00	5.208
	85.0	12.00	4.919
	83.0	12.00	4.803
	78.0	11.00	5.860
	75.0	11.00	5.635
	80.0	11.00	6.011
	81.0	10.00	8.100
	79.0	10.00	7.900
QLHUA-02	70.0	9.00	9.602
	72.0	9.00	9.877
	600.0	42.00	0.810
	200.0	28.00	0.911
QLVIZ-04	180.0	24.00	1.302
	151.0	20.00	1.888
	520.0	38.00	0.948
	190.0	25.00	1.216
	91.0	12.00	5.266
	85.0	12.00	4.919
	89.0	11.00	6.687
	82.0	11.00	6.161
75.0	10.00	7.500	
Mínimo	70.00	9.00	0.78
Máximo	600.00	42.00	10.97
Promedio	128.87	15.52	5.01

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.23 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

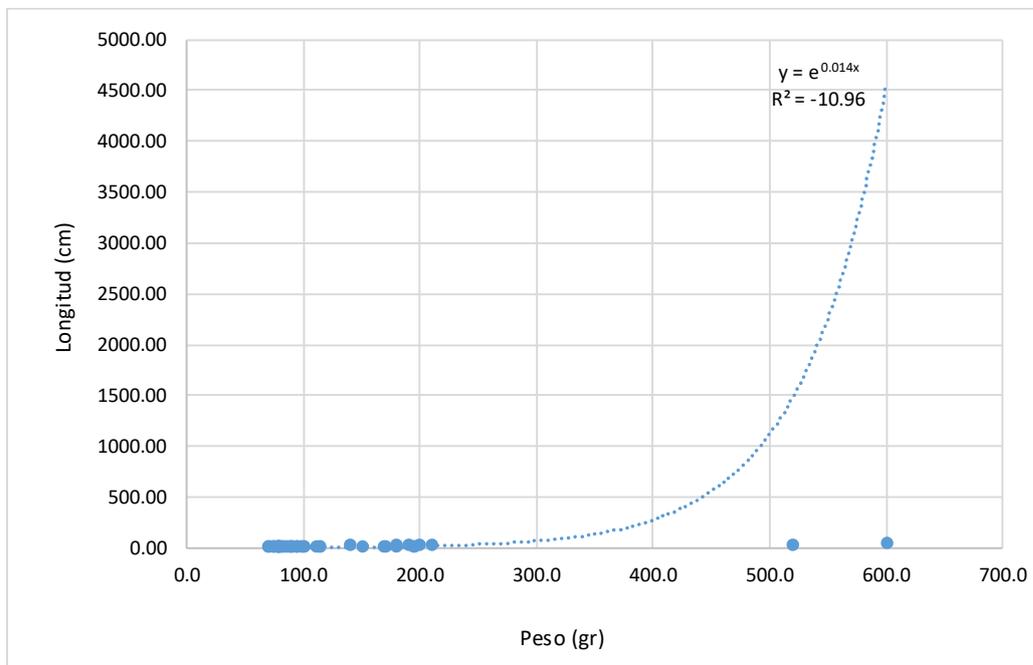
Figura 5.23. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.24, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 .

Figura 5.24. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada seca 2021

Un total de 76 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.28.

La talla mínima fue de 6.0 cm y la máxima de 30.0 cm, situándose la talla promedio de 14.44 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 4.86 g. y el máximo de 600 g, siendo el valor promedio de 107.56 g.

Cuadro 5.28. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS-01	11.9	20.90	0.130
	12.0	23.80	0.089
	12.2	24.10	0.087
	11.8	24.00	0.085
	8.0	7.90	1.623
	6.0	4.86	5.227
	6.7	6.00	3.102
	12.8	27.80	0.060
	15.0	46.30	0.015
	19.0	69.16	0.006
P-12	18	600	0.000
COS-01	15	350	0.000
QLHUA 02	23.5	190.00	0.000
	30.0	330.00	0.000
	14.5	80.00	0.003
	26.0	210.00	0.000
	24.0	200.00	0.000
	15.0	70.00	0.004
QLBHUA 05	14.5	176	0.000
	20.4	240	0.000
	17	120	0.001
	14.5	90	0.002
	14.3	90	0.002
	13.5	100	0.001
	16.5	140	0.001
	12	80	0.002
	11	70	0.003
	15	120	0.001
	13	100	0.001
	10	50	0.008
	11.9	85	0.002
	12.5	84	0.002
	11.5	70	0.003
10.5	65	0.004	
10.9	65	0.004	

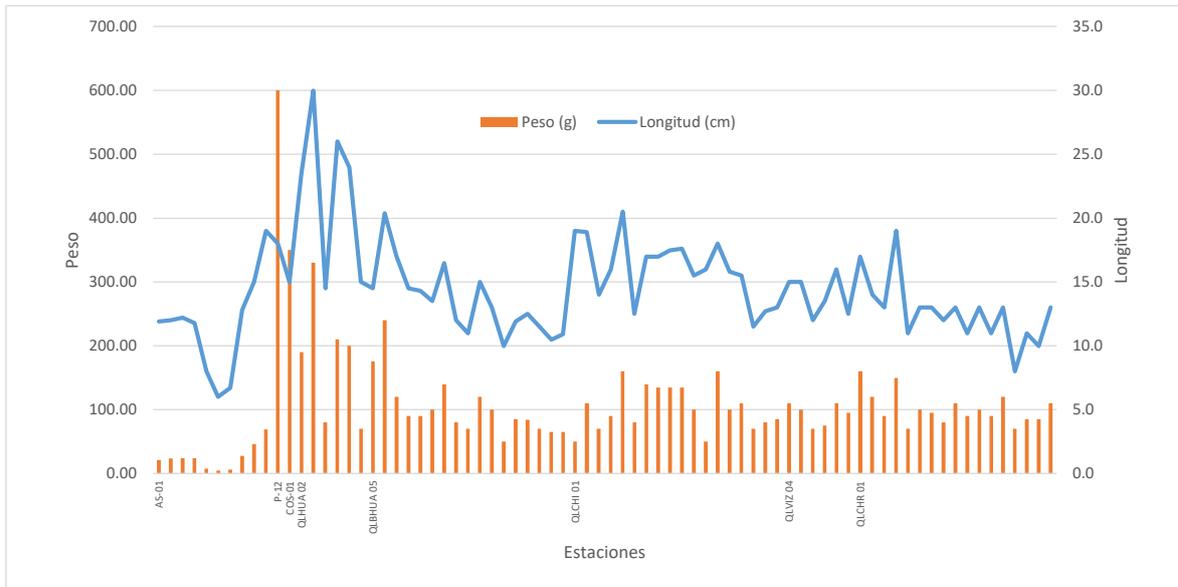
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
QLCHI 01	19	50	0.015
	18.9	110	0.001
	14	70	0.004
	16	90	0.002
	20.5	160	0.001
	12.5	80	0.002
	17	140	0.001
	17	135	0.001
	17.5	135	0.001
	17.6	135	0.001
	15.5	100	0.002
	16	50	0.013
	18.0	160.00	0.000
	15.8	100.00	0.002
	15.5	110.00	0.001
	11.5	70.00	0.003
	12.7	80.00	0.002
13.0	85.00	0.002	
QLVIZ 04	15.0	110.00	0.001
	15.0	100.00	0.002
	12.0	70.00	0.003
	13.5	75.00	0.003
	16.0	110.00	0.001
	12.5	95.00	0.001
QLCHR 01	17.0	160.00	0.000
	14.0	120.00	0.001
	13.0	90.00	0.002
	19.0	150.00	0.001
	11.0	70.00	0.003
	13.0	100.00	0.001
	13.0	95.00	0.002
	12.0	80.00	0.002
	13.0	110.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	100.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	120.00	0.001
	8.0	70.00	0.002
	11.0	85.00	0.002
10.0	85.00	0.002	
13.0	110.00	0.001	
Minimo	6.00	4.86	0.00
Máximo	30.00	600.00	5.23
Promedio	14.44	107.56	0.14

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.23 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

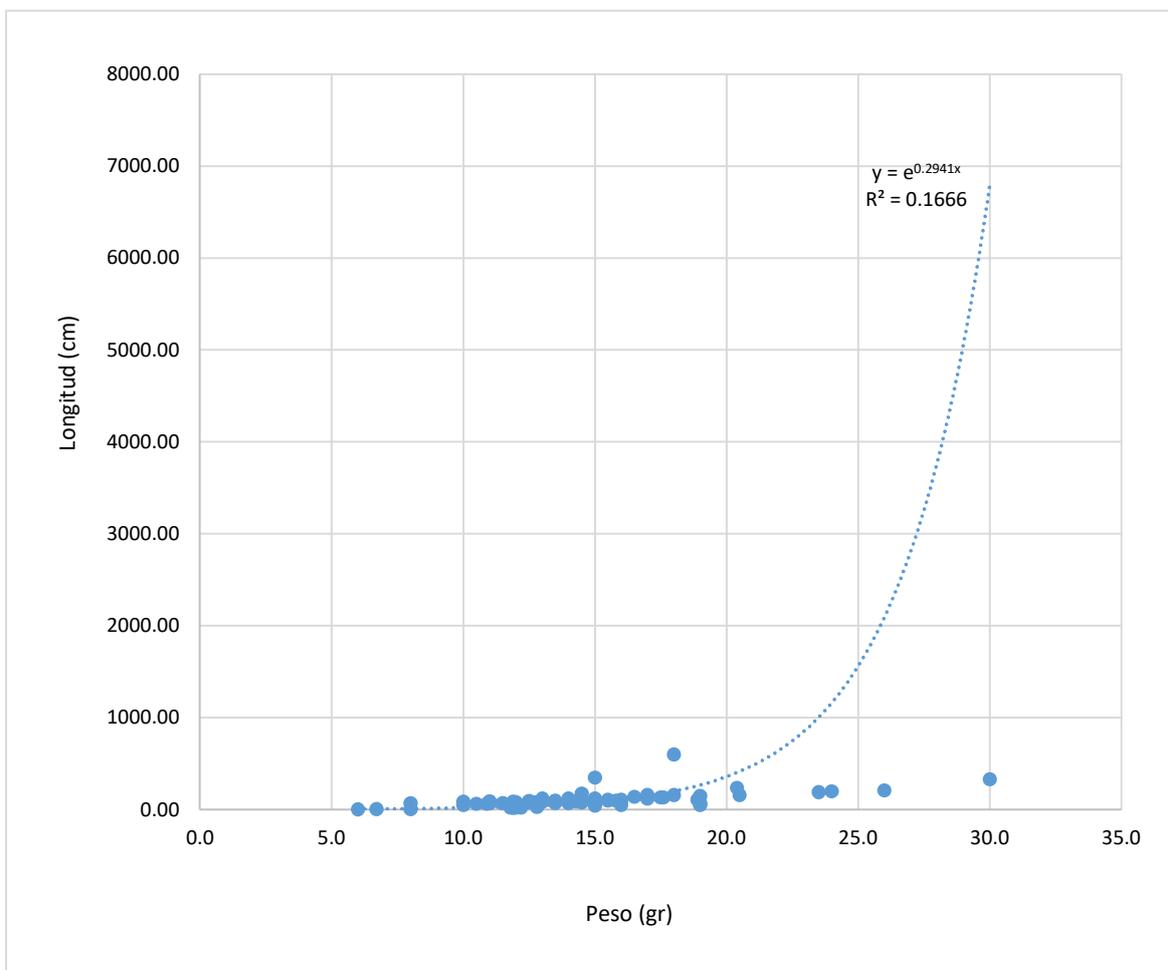
Figura 5.25. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.24, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron desde cero hasta a 5.23 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 0.14 gr/cm^3 .

Figura 5.26. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

Temporada seca 2020

En el Cuadro 5.27 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue AS1.

Cuadro 5.29. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
P12	7	1,800	0.0039
AS1	10	1,800	0.0056
ALT4	4	1,800	0.0022
COS1	4	1,800	0.0022
QVIL-05	4	1,800	0.0022
QLCHI-04	1	1,800	0.0006
QLHUA-02	1	1,800	0.0006

QLCHI07	1	1,800	0.0006
---------	---	-------	--------

Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada húmeda 2021

En el Cuadro 4.28 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHR-01.

Cuadro 5.30. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
AS1	6	1,800	0.0033
COS1	1	1,800	0.0006
P11	1	1,800	0.0006
P12	1	1,800	0.0006
QLBHUA-05	1	1,800	0.0006
QLCHI-01	9	1,800	0.0050
QLCHI-03	1	1,800	0.0006
QLCHR-01	14	1,800	0.0078
QLHUA-02	4	1,801	0.0022
QLVIZ-04	9	1,802	0.0050

Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada seca 2021

En el Cuadro 4.28 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.31. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
AS-01	10	1,800	0.0056
P-12	1	1,800	0.0006
COS-01	1	1,800	0.0006
QLHUA 02	6	1,800	0.0033
QLBHUA 05	17	1,800	0.0094
QLCHI 01	18	1,800	0.0100
QLVIZ 04	6	1,800	0.0033
QLCHR 01	17	1,800	0.0094

Elaboración: Asilorza, 2021

5.4. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado. Actualmente el monitoreo biológico y/o biomonitoreo es muy promovido, y está orientado a la utilización de la entidad biológica como indicador de contaminantes orgánicos y su respuesta como una herramienta que nos permite detectar condiciones ambientales específicas (Karr & Chu, 1997); asimismo nos proporciona información acerca de la composición biológica y estado trófico del sistema acuático, revelándonos aquellos cambios ocurridos en un periodo determinado. Para analizar la calidad del agua en el estudio realizado, se calcularon los índices EPT, BMWP/COL, IBF y ABI en las estaciones por componente del proyecto.

5.4.1. ABASTECIMIENTO

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes durante las tres evaluaciones. Se resalta el estado de conservación de las estaciones QLHUA-04 (EPT= 94) y QLACHI-07 (EPT= 73). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.29.

5.4.2. OPERACIONES

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes en las evaluaciones realizadas. Se resalta el estado de conservación de las estaciones CAP-1 (EPT= 84) y CH3 (EPT= 72). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.30

Cuadro 5.32. Valores de índices de calidad de agua, abastecimiento

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	19%	50	4.3	40
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	19%	50	4.5	40
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	70	5.2	37
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	9%	65	5.3	32
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	16%	70	5.01	37
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	45%	80	4.26	45
QLBCHI-07	Humedal Chilota	22%	68	5.4	40	73%	68	5.7	40	22%	68	5.4	40
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	50%	72	4.3	40
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	9%	65	5.06	31
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	8%	65	5.2	35
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	2%	65	5.5	34	94%	65	5.5	34	2%	65	5.5	34
QLBCHI-01	Humedal Chilota	9%	65	5.04	32	70%	65	5.04	30	9%	65	5.04	32
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	20%	70	4.4	30
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	13%	68	4.4	35

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.33. Valores de índices de calidad de agua, operaciones

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
P12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	5%	65	5.04	30
AS1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35
CH3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	16%	70	4.5	37
ALT4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	8%	65	5.05	28
P11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	13%	68	4.2	35
COS1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	10%	66	5.1	32
CAP3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	63%	75	4.5	50
TUM 3	Rio Tumilaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70	91%	110	4	80
TUM 1	Rio Tumilaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	69%	80	3.9	60
CAP1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	15%	68	5.1	40
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	86%	102	4.3	75

Elaboración: Asilorza, 2021

5.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL

Las comunidades de plancton y bentos no son consideradas para protección por la legislación nacional. Por otro lado, en el área evaluada, no se han registrado especies endémicas ni especies en veda.

5.6. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

En la presente evaluación no se registraron especies incluidas en categorías de conservación internacional (IUCN 2019 y CITES 2019). En la actualidad solo la especie *Arapaima gigas* “paiche”, especie amazónica, se encuentra registrada como especie vulnerable (CITES Apéndice II).

5.7. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las 3 especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* “trucha”. No se evidenció actividad pesquera durante la evaluación.

6. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos hasta la fecha con los resultados previos desarrolladas por Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza.

- Diciembre 2014. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época seca agua superficial – zona de abastecimiento de agua suelo, aire e hidrobiología.
- Abril 2015. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época húmeda agua superficial – zona de abastecimiento de agua, aire, ruido, vibraciones e hidrobiología.
- Julio 2017. Presentación de resultados de quinta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-5) época húmeda agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo aire – zona de operaciones hidrobiológico. Temporada húmeda 2017.
- Diciembre 2018. Informe de interpretación de monitoreo de hidrobiología de la sexta campaña. Época seca 2018.
- Marzo 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época húmeda 2019.
- Noviembre 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época seca 2019.
- Octubre 2020, Informe de Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada seca
- Abril 2021, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada húmeda

Se debe tener en consideración que en no en todas las evaluaciones coinciden la misma cantidad de puntos de monitoreo, ni las mismas coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizado de forma cualitativa.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en la evaluación de la época seca 2020 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLACHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

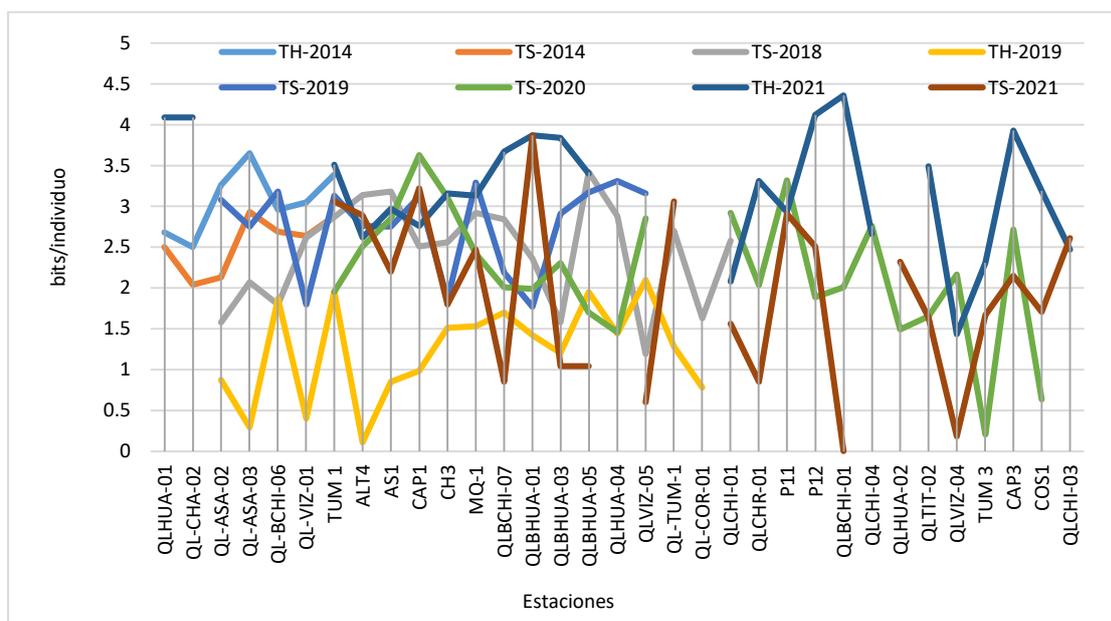
6.1. PLANCTON

En todas las evaluaciones realizadas se registraron organismos del fitoplancton. Como se observa en la figura 6.1, la diversidad de esta comunidad varió entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las 3 temporadas secas 2018, 2019, 2020 y 2021 en comparación a la temporada húmeda.

Si bien en la temporada húmeda 2019 se registraron valores bajos menores a 2.96 bits/individuo (MQ-1); en la mayoría de las estaciones los valores fueron moderados 3.14 bits/individuos (ALT4), 3.18 bits/individuos (AS1) y 3.42 bits/individuos (QLBHUA-05).

Como se muestra en la Figura 6.1, la diversidad sigue un patrón, manteniéndose en un rango aceptable de diversidad, con valores de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 6.1. Comparación de los valores de diversidad del fitoplancton



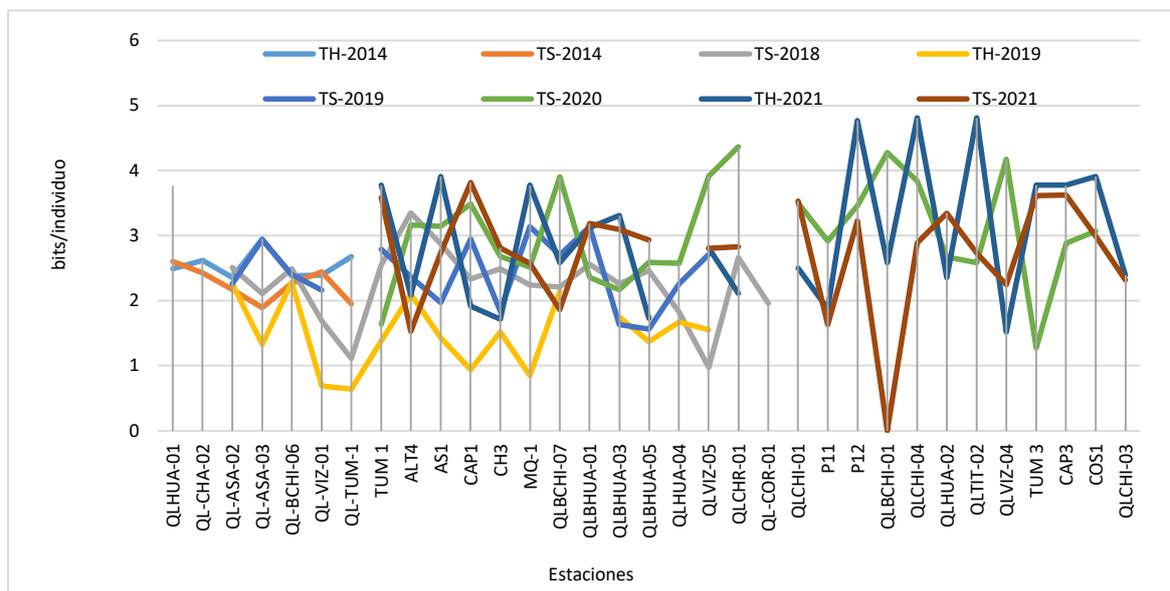
Elaboración: Asilorza, 2021

6.2. BENTOS

Los valores de diversidad del bentos, siguieron la misma tendencia que los valores registrados para el fitoplancton y el plancton, manteniendo valores de intermedios a altos en las temporadas secas. En la Figura 6.2, se observa que los valores de diversidad están influenciados por la temporalidad. Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (2.95 bits/individuo, estación QLHUA-01), temporada seca 2018 (3.35 bits/individuos, estación ALT4) y temporada seca 2019 (3.14 bits/individuo, QLBHUA-01) y temporada seca 2020 (4.36

bits/individuos, QLCHR-01) son considerados valores altos de diversidad.

Figura 6.2. Comparación de los valores de diversidad de macroinvertebrados



Elaboración: Asilorza, 2021

6.3. PECES

En el área de evaluación se han registrado y colectado 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris").

En la temporada seca del 2018 solo se colectaron *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris", mientras que en siguientes temporadas (temporada seca 2019, húmeda 2019, seca 2020 y húmeda 2021) se colectaron las tres especies mencionadas. En esta última evaluación en temporada seca 2020 se colectaron dos especies, *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris" y el bagre *Trichomycterus sp.*

7. CONCLUSIONES

7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

-  De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats, comparando las temporadas seca 2020, húmeda 2021 y seca 2021, los valores obtenidos se han mantenido, de tal forma que cinco estaciones registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, Ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, Diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”.
-  De acuerdo al índice SVAT, cinco estaciones mantuvieron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad” de las cuales COA-1, ALT-4 Y TUM-3 de la zona de operaciones y QLBHUA-01 Y QLVIZ-04 de la zona de abastecimiento, 8 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, 10 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular”, las cuales corresponden a las estaciones de monitoreo denominadas, P-12, AS-1, P-11, CAP-3, CAP-1 Y MQ- 1 de la zona de operaciones y las estaciones denominadas QLVIZ-03, QLCHI-04, QLHUA-04 y QLHUA-01 de la zona de abastecimiento, y finalmente, tres estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre” debido a alteraciones por presentar impactos antropogénicos, cabe mencionar que, en su mayoría son provenientes de las poblaciones locales como son QLTIT-02 rio Titire y QLACHI-01 humedal chilota perteneciente a la zona de abastecimiento.
-  Con respecto a los resultados del índice QR-A, dos estaciones evaluadas mantuvieron una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones, la estación QLTIT-02 y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad catalogada como pésima, cabe indicar que, estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería).

7.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

7.2.1. PLANCTON

- ⑥ La composición acumulada del plancton en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton. El total de especies registrada fue de 157, distribuidas de forma global en 95 especies del fitoplancton y 62 especies del zooplancton.
- ⑥ La composición acumulada a la fecha en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton, composición que se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones. El total de especies registrada se incrementó de 111, registradas en la temporada seca 2020, a 157 registradas en la temporada húmeda 2021 (46 especies, 41%), hasta 178 registradas en la última evaluación. Estas últimas 21 especies significan un incremento del 13% en el registro de especies con respecto a la última evaluación.
- ⑥ Con respecto a la última evaluación, temporada seca 2021, el número de especies registrado fue de 87, disminuyendo en un 28% en comparación a la temporada previa; y comparando temporadas similares (temporadas secas 2020 y 2021) se aprecia que, aunque en la última evaluación se registró un número menor de especies (87 versus 111), 21 de estas representan nuevos registros para el área evaluada. Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluación, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar la composición de especies del área de estudio. Cuadro 5.4.
- ⑥ La composición acumulada de especies del fitoplancton estuvo representada por 110 especies, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 47% (52 especies), Chlorophyta 25% (28 especies), Cyanobacteria 13% (14 especies), Euglenozoa 5% (cinco especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 9% (10 especies).
- ⑥ El número de especies fue mayor en la temporada seca con 80 especies con respecto a la húmeda con 68 especies; cabe mencionar que en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación.
- ⑥ En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (58%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).
- ⑥ En la temporada seca 2020, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda 2021, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de las

estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. En la temporada húmeda 2020, el phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (10%), Amoebozoa (21%), Ciliophora (3%), Nematoda (2%) y Tartigrada (2%). Esta distribución cambió en la última evaluación, temporada seca 2021 en donde el phylum Arthropoda registró la mayor riqueza que representa el 34% (866 especies), seguido de los Rotifera (30%, 753 especies). Figura 5.8.

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24). Los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 37% de la riqueza total.

En el análisis comparativo, en la última evaluación de temporada seca 2021, el phylum con mayor abundancia fue Arthropoda (34%, 866 células/ml), En la temporada anterior, húmeda 2021 el phylum con mayor abundancia fue Rotifera (37%, 704 células/ml).

7.2.2. BENTOS

La composición acumulada de macroinvertebrados a la fecha incluye 112 especies. La riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada húmeda 2020 se registraron 36 especies, es decir la riqueza de especies disminuyó con respecto a la evaluación anterior; sin embargo, el total acumulado fue de 74 especies, es decir se colectaron 14 especies (23%) más como nuevos registros para el área. En el caso de la temporada seca 2021, la riqueza se incrementó en 65 especies, de las cuales 38 (51%) fueron nuevos registros para el área de evaluación.

Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 99 especies (88%), seguido de los phylum Annelida (6 especies, 5%), Mollusca (4 especies, 4%), Platyhelminthes (2 especies, 2%) y Nematoda (una especie, 1%).

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tiene larvas acuáticas inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos

de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazaran hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).

- Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 34,766 organismos/muestra.
- El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 5.18, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (9,431 organismo/muestra; 78%).

7.2.3. PECES

- Se colectaron 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris").
- Los resultados del factor de condición siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de las variables de crecimiento de los peces. En temporada seca 2020 el calculado se basó en 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha", mientras que en temporada húmeda 2021 se basó en 47 especímenes y en la temporada seca 2021 se calculó en base a 76 especímenes; de tal forma que al incrementarse el tamaño de la muestra el análisis fue más robusto.
- Los valores obtenidos para el factor de condición vario entre entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 en temporada seca 2020, entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 en temporada húmeda 2021 y desde cero hasta a 5.23 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 0.14 gr/cm^3 . En la temporada seca 2021.

7.3. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

- Como se aprecia en los resultados, los valores de riqueza y diversidad de las comunidades del fitoplancton y bentos se mantuvieron como moderados en la línea de tiempo de las evaluaciones, siendo mayores en las temporadas secas; por lo que se infiere que estas variables están influenciadas por la temporalidad.
- Con respecto a los peces, en base a los resultados obtenidos se puede corroborar que los cuerpos evaluados en la línea de tiempo con la información disponible se siguen reportando las 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus*

sp. “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”), siendo esta última la más abundante y con mayor frecuencia de ocurrencia.

-  Los resultados del análisis comparativo son relativos, ya que no se cuenta con una línea de tiempo estandarizada de evaluaciones (trimestral, semestral o anual); ya que no se han evaluado las mismas estaciones ni en número ni en ubicación, Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó de forma cualitativa. En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019, Época seca 2020, Época húmeda 2021 y Época seca 2021 se monitorearon 19 estaciones de muestreo comunes; y a partir de la época seca 2020 a la fecha se vienen evaluando 25 estaciones, anteriormente descritas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C., Ríos B., Rieradevall, M. & N. Prat (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.
- ARMITAGE, P. D., D. MOSS Y M.T. FURSE. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*, 17: 33-347.
- Domínguez, E. & H. Fernández. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Forster, K. (1982). *Das phytoplankton des süßwassers*, 8 teil 1 hälfte Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u obermiller, Stuttgart - Germany.
- Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. *Revista del Museo de la Plata*. Tomo V, Botánica N°20.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Komárek J. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales. Band/Volume 19/2.
- Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.
- Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.
- Krammer, K. (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Printed in Germany.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.
- MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de rital del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primária do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. *Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahia, Brasil*. 250 p.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para

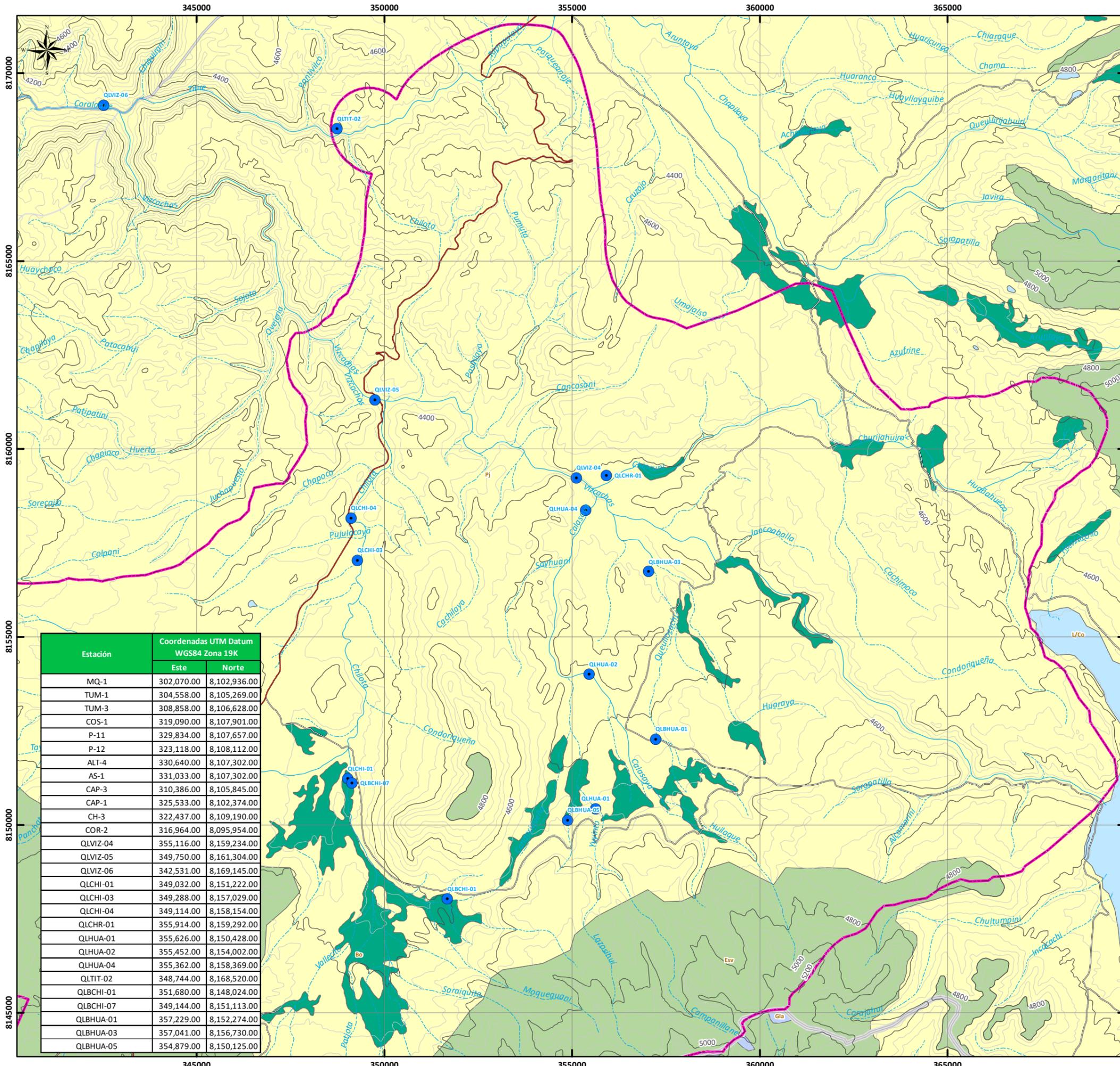
- América Latina y el Caribe de la UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- National Water and Climate Center. Stream Visual Assessment Protocol. (1998). Technical Note 99-1.
 - ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de la Antioquia, Medellín. 170p.
 - Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.
 - WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

ANEXOS

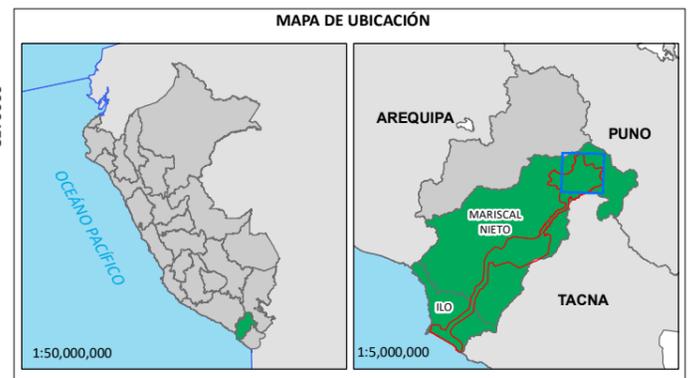
ANEXO 01

MAPA

HIDROBIOLOGICO



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
MQ-1	302,070.00	8,102,936.00
TUM-1	304,558.00	8,105,269.00
TUM-3	308,858.00	8,106,628.00
COS-1	319,090.00	8,107,901.00
P-11	329,834.00	8,107,657.00
P-12	323,118.00	8,108,112.00
ALT-4	330,640.00	8,107,302.00
AS-1	331,033.00	8,107,302.00
CAP-3	310,386.00	8,105,845.00
CAP-1	325,533.00	8,102,374.00
CH-3	322,437.00	8,109,190.00
COR-2	316,964.00	8,095,954.00
QLVIZ-04	355,116.00	8,159,234.00
QLVIZ-05	349,750.00	8,161,304.00
QLVIZ-06	342,531.00	8,169,145.00
QLCHI-01	349,032.00	8,151,222.00
QLCHI-03	349,288.00	8,157,029.00
QLCHI-04	349,114.00	8,158,154.00
QLCHR-01	355,914.00	8,159,292.00
QLHUA-01	355,626.00	8,150,428.00
QLHUA-02	355,452.00	8,154,002.00
QLHUA-04	355,362.00	8,158,369.00
QLTIT-02	348,744.00	8,168,520.00
QLBCHI-01	351,680.00	8,148,024.00
QLBCHI-07	349,144.00	8,151,113.00
QLBHUA-01	357,229.00	8,152,274.00
QLBHUA-03	357,041.00	8,156,730.00
QLBHUA-05	354,879.00	8,150,125.00



SIGNOS CONVENCIONALES

- Áreas urbanas
- Districtos
- Provincia
- Departamento
- Red vial nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Quebradas
- Ríos
- Curvas maestras
- Curvas secundarias

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Area altoandina con escasa y sin vegetación
- Bofedal
- Glaciar
- Lagunas, lagos y cochas
- Pajonal andino

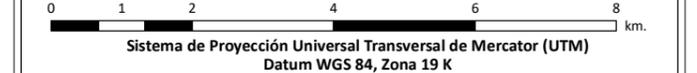
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

 JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
GÉOGRFO
C.G.P. 372

 Carol Zoraida Landuro Sanabria
BIÓLOGO
C.B.P. 8374



PROYECTO: MIN-01
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

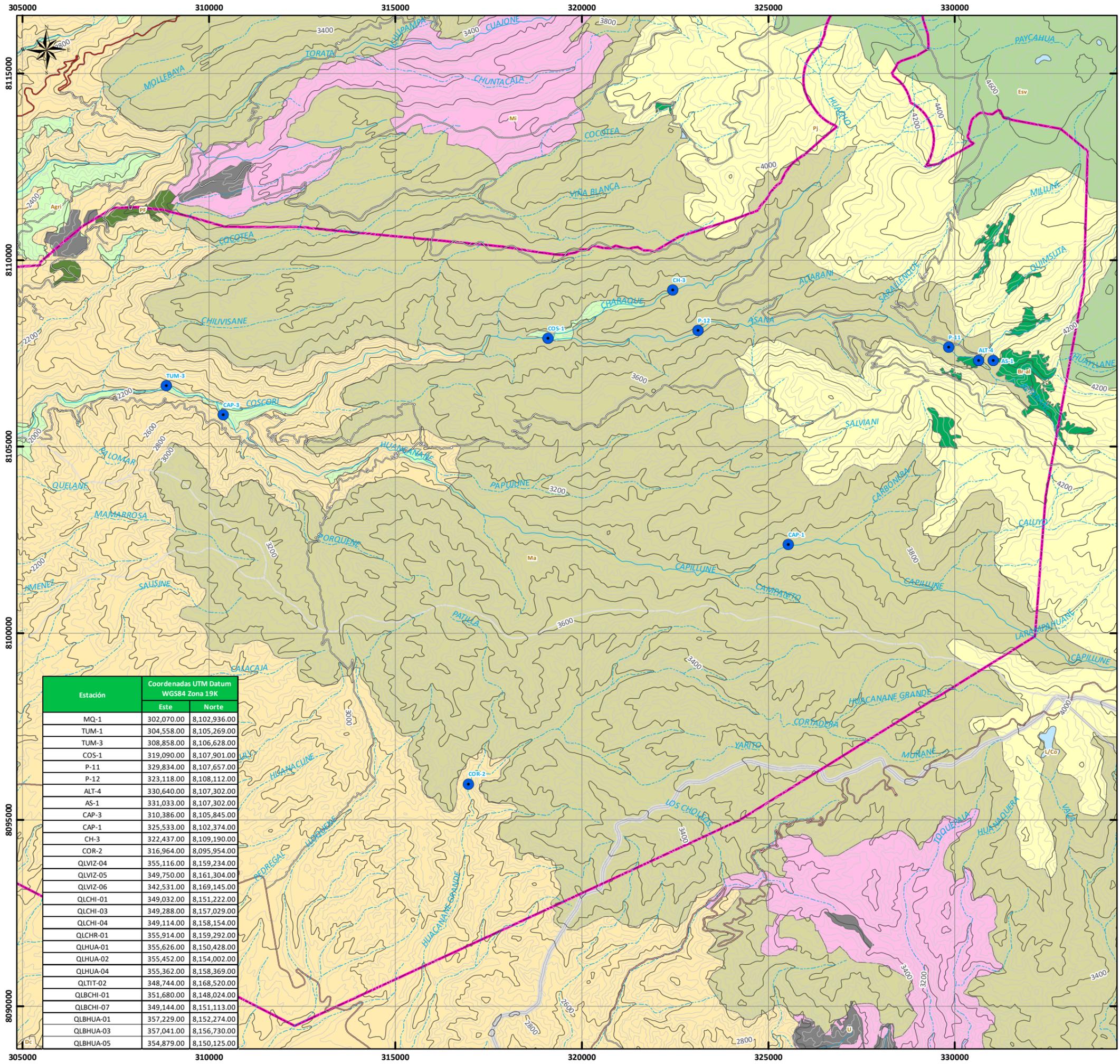
MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

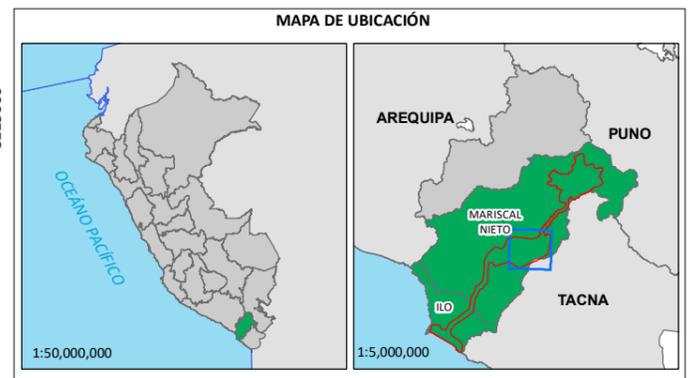
ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C. Cliente: FOM

ESCALA: 1:100,000 FECHA: NOVIEMBRE, 2021 N° MAPA: HIDRO-01

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
MQ-1	302,070.00	8,102,936.00
TUM-1	304,558.00	8,105,269.00
TUM-3	308,858.00	8,106,628.00
COS-1	319,090.00	8,107,901.00
P-11	329,834.00	8,107,657.00
P-12	323,118.00	8,108,112.00
ALT-4	330,640.00	8,107,302.00
AS-1	331,033.00	8,107,302.00
CAP-3	310,386.00	8,105,845.00
CAP-1	325,533.00	8,102,374.00
CH-3	322,437.00	8,109,190.00
COR-2	316,964.00	8,095,954.00
QLVIZ-04	355,116.00	8,159,234.00
QLVIZ-05	349,750.00	8,161,304.00
QLVIZ-06	342,531.00	8,169,145.00
QLCHI-01	349,032.00	8,151,222.00
QLCHI-03	349,288.00	8,157,029.00
QLCHI-04	349,114.00	8,158,154.00
QLCHR-01	355,914.00	8,159,292.00
QLHUA-01	355,626.00	8,150,428.00
QLHUA-02	355,452.00	8,154,002.00
QLHUA-04	355,362.00	8,158,369.00
QLTIT-02	348,744.00	8,168,520.00
QLBCHI-01	351,680.00	8,148,024.00
QLBCHI-07	349,144.00	8,151,113.00
QLBHUA-01	357,229.00	8,152,274.00
QLBHUA-03	357,041.00	8,156,730.00
QLBHUA-05	354,879.00	8,150,125.00



SIGNOS CONVENCIONALES

- Áreas urbanas
- Districtos
- Provincia
- Departamento
- Red vial nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Quebradas
- Ríos
- Curvas maestras
- Curvas secundarias

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Agricultura costera y andina
- Area altoandina con escasa y sin vegetación
- Area urbana
- Bosque relicto altoandino
- Cardonal
- Centro minero
- Desierto costero
- Lagunas, lagos y cochas
- Matorral arbustivo
- Pajonal andino
- Plantación Forestal

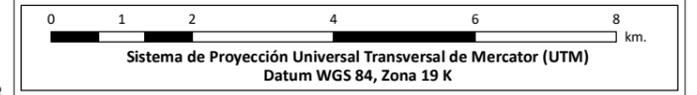
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
GEOGRAFO
C.G.P. 372

Caroli Zoraida Landrau Sanabria
BIÓLOGO
C.B.P. 8374



PROYECTO: MIN-01
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO
DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA:
**MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO
HIDROBIOLÓGICO**

UBICACIÓN:
Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: CLIENTE: FOM
Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:100,000
FECHA: NOVIEMBRE, 2021
N° MAPA: HIDRO-02

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM

ANEXO 02

LISTA DE ESPECIES

DE COMUNIDADES

HIDROBIOLOGICOS

División	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total	
OCHROPHYTA	<i>Luticola sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	26
OCHROPHYTA	<i>Melosira sp.</i>	5	1	1	1	1	1	9	1	1	1	12	1	1	4	40	1						5	6	4	320	4	340	380	
OCHROPHYTA	<i>Meridion circulare</i>											1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1						6	10	
CYANOBACTERIA	MICROCOLEACEAE																	1	1	1	1	113	1	45	1	1	1	166	166	
CHLOROPHYTA	<i>Monoraphidium sp.</i>	4	2	1	8	4	1	1	3	1	6	1	14	1	5	52	1											1	53	
OCHROPHYTA	<i>Navicula sp.</i>	6	29	1	5	8	1	5	6	1	1	1	2	1	16	83	5	4	6	3	14	20	21	7	25	8	53	166	249	
OCHROPHYTA	<i>Neidium sp.</i>	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	16	1											1	17	
OCHROPHYTA	<i>Nitzschia acicularis</i>	5	2	1	8	2	1	1	2	1	4	1	1	1	1	31	1	1	2	1	1	4						10	41	
OCHROPHYTA	<i>Nitzschia linearis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	15	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	14	29	
OCHROPHYTA	<i>Nitzschia sp.</i>	26	11	63	1	26	1	1	21	1	12	3	16	1	23	206	11	5	5	136	40	23	5	6	11	24	64	330	536	
CYANOBACTERIA	NOSTOCOCEAE	10	26	1	1	1	1	1	2	16	33	1	1	1	18	113	20						2	1	1	5	1	30	143	
CHLOROPHYTA	<i>Oedogonium sp.</i>	1	1	35	1	1						1	1	1	1	43	21											21	64	
CHLOROPHYTA	<i>Oocystis sp.</i>											1	1	1	1	4	1											1	5	
CYANOBACTERIA	<i>Oscillatoria sp.</i>											35	1	1	1	38	1											1	39	
CYANOBACTERIA	OSCILLATORIACEAE						1	12	1	1	1					16													16	
DINOPHYTA	<i>Peridinium sp.</i>											13	1	1	1	16	1											1	17	
OCHROPHYTA	<i>Pinnularia sp.</i>	2	1	1	3	4	9	1	3	1	4	1	1	1	1	33	5	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	19	52	
OCHROPHYTA	<i>Planothidium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	2	1	1	27	1	1	4	22	4	1	1	1	1	2	1	39	66	
CHLOROPHYTA	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	1	22	1	59	1	1	1	1	1	26					114													114	
CHLOROPHYTA	RADIOCOCCACEAE	244	7	1	7	1						538	1	1	1	801	1											1	802	
OCHROPHYTA	<i>Reimeria sp.</i>	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	9	30	1	1	5	39	16	10	2	13	69	7	32	195	225	
OCHROPHYTA	<i>Rhoicosphenia sp.</i>	1	2	1	3	1	1	1	1	1	4	1	6	1	1	25	4	3	20	22	2	3	3	1	1	3	1	63	88	
OCHROPHYTA	<i>Rhopalodia sp.</i>											1	3	1	2	7	1						1	1	1	1	1	6	13	
CHLOROPHYTA	SELENASTRACEAE	2	1	1	1	1						1	2	1	1	11	1											1	12	
OCHROPHYTA	<i>Sellaphora sp.</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1						1	1	1	2	41	47	62	
CHAROPHYTA	<i>Spirogyra sp.</i>																						1	1	1	2	1	6	6	
CHAROPHYTA	<i>Staurastrum sp.</i>	1	1	1	1	1										5												5	5	
OCHROPHYTA	<i>Stauroneis sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1						1	1	1	1	1	6	20	
CHLOROPHYTA	<i>Stigeoclonium sp.</i>																						1	311	1	1	1	315	315	
OCHROPHYTA	<i>Surirella angusta</i>											1	1	1	1	4	1											1	5	
OCHROPHYTA	<i>Surirella sp.</i>																	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	14	14	
CHLOROPHYTA	<i>Tetrademus sp.</i>																						1	1	1	30	1	34	34	

División	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total	
CHLOROPHYTA	<i>Tetraëdron minimum</i>											1	1	1	1	4	1												1	5
EUGLENOZOA	<i>Trachelomonas sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1												1	15
OCHROPHYTA	<i>Ulnaria sp.</i>	6	7	27	3	1	1	9	10	1	9	6	3	3	9	95	5	10	1	19	11	19	4	5	2	16	1	93	188	
CHAROPHYTA	<i>Zygnema sp.</i>																					1	1	1	392	1	396	396		

Elaboración: ASILORZA, 2021.

División	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total	
NEMATODA	ND	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	3	4	6	27	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	12	39	
ROTIFERA	<i>Adineta</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1											1	15	
ROTIFERA	<i>BDELLOIDEA</i>	5	4	4	1	1	3	2	2	3	6	11	11	4	10	67	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	15	82	
ROTIFERA	<i>Brachionus</i> sp.											1	1	8	1	11	1											1	12	
ROTIFERA	<i>Cephalodella</i> sp.						1	1	1	1	1	3	1	1	1	11	1						1	1	1	1	1	1	6	17
ROTIFERA	<i>Colurella</i> sp.	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	18	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	12	30
ROTIFERA	<i>Epiphanes</i> sp.											1	2	1	1	5	1												1	6
ROTIFERA	<i>Filinia pejeri</i>	1	1	1	1	1										5													5	5
ROTIFERA	<i>Filinia</i> sp.	2	1	1	1	1										6													6	6
ROTIFERA	<i>Hexarthra</i> sp.						1	1	1	1	1					5													5	5
ROTIFERA	<i>Keratella cochlearis</i>																	1	1	1	1	1						5	5	
ROTIFERA	<i>Keratella quadrata</i>	5	1	1	1	1						29	1	1	2	42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	53	
ROTIFERA	<i>Keratella</i> sp.						1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1						1	1	1	1	1	1	6	15
ROTIFERA	<i>Lecane luna</i>	1	2	1	1	1										6													6	6
ROTIFERA	<i>Lecane</i> sp.	1	4	2	1	1	1	1	1	5	8	5	1	1	4	36	1						1	1	1	1	1	1	6	42
ROTIFERA	LECANIDAE											1	1	1	1	4	1												1	5
ROTIFERA	<i>Lepadella ovalis</i>	1	1	1	1	1										5													5	5
ROTIFERA	<i>Lepadella</i> sp.	4	1	1	1	1	1	1	1	2	10	2	1	1	1	28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	39	
ROTIFERA	<i>Mytilina</i> sp.	1	2	1	1	1										6		1	1	2	1	1						6	12	
ROTIFERA	<i>Platyias quadricornis</i>						1	1	1	1	1					5													5	5
ROTIFERA	<i>Testudinella</i> sp.											1	1	1	1	4	1												1	5
ROTIFERA	<i>Trichocerca</i> sp.	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	3	1	1	22	1												1	23
ROTIFERA	<i>Trichotria</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	15	1												1	16
TARDIGRADA	ND	1	1	3	1	1						1	1	1	2	12	1												1	13

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Phylum	Clase	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total
ARTHROPODA	HEXANAUPLIA	CANTHOCAMPTIDAE			5	1150	1									1156														1156
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	<i>Hyaella</i> sp.	10		2	1374	10		81	20		280		51	53	55	1936		-											1936
ARTHROPODA	DIPTERA	EPHYDRIDAE																				1							1	1
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Maruina</i> sp.																							1			1	1	
ARTHROPODA	DIPTERA	TABANIDAE																1										1	1	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Rhaphium</i> sp.								2			1	9	78	3	93								1			1	94	
ARTHROPODA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE																								2		2	2	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Hemerodromia</i> sp.																								2		2	2	
PLATYHELMINTHES	PLATYHELMINTHES	<i>Dugesia</i> sp.					2										2		2									2	4	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Neoplasta</i> sp.											2			10	12								2			2	14	
ARTHROPODA	DIPTERA	DOLICHOPODIDAE																		1						2		3	3	
ARTHROPODA	DIPTERA	HEMERODROMIINAE							2								2					1					2	3	5	
ARTHROPODA	DIPTERA	PALPOMYIINAE																									4	4	4	
ANNELIDA		LUMBRICULIDAE								5						2	7							4				4	11	
PLATYHELMINTHES		<i>Girardia</i> sp.								2		8			55		65							4				4	69	
ARTHROPODA	ODONATA	<i>Aeshna</i> sp.																								5		5	5	
OLIGOCHAETA		OLIGOCHAETA			1												1					5						5	6	
ARTHROPODA	ODONATA	<i>Rhionaeschna</i> sp.																										6	6	
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Thraulodes</i> sp.																							7			7	7	
ARTHROPODA	TRICHOPTERA	<i>Neotrichia</i> sp.							3							3							5			2		7	10	
ARTHROPODA	DIPTERA	MUSCIDAE	2	1	2		4									9			1	3	2					2		8	17	
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Camelobaetidius</i> sp.																							11			11	11	
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Tricorythodes</i> sp.																					3	8				11	11	
ARTHROPODA	DIPTERA	LIMONIIDAE							1							1										10	1	11	12	

Phyllum	Clase	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total
ARTHROPODA	COLEOPTERA	<i>Lancetes sp.</i>																					6	5	2			13	13	
ARTHROPODA	DIPTERA	SIMULIIDAE																12				1							13	13
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Dasybasis sp.</i>											1	6		3	10							9	5				14	24
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Clinocera sp.</i>								11		3					14							3	16				19	33
MOLLUSCA	GASTROPODA	<i>Physa sp.</i>																						11			10	21	21	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Tanytarsus sp.</i>													47		47								22				22	69
ARTHROPODA	TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	50		9	824			39								922									26		26	948	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Hexatoma sp.</i>						1	97	2							100	1								22		27	127	
ARTHROPODA	DIPTERA	EMPIDIDAE	1					2									3	6			5	7					10	28	31	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Tabanus sp.</i>	3		4												7									28		28	35	
ARTHROPODA	DIPTERA	DASYHELEINAE																								30		30	30	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Limnophora sp.</i>											1		9	3	13								31			31	44	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Larsia sp.</i>																						13	21	2		36	36	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Rheotanytarsus sp.</i>																						36				36	36	
ARTHROPODA	DIPTERA	TANYPODINAE	6		4	4	6										20	14			3	3	2	6			15	43	63	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Chelifera sp.</i>							7								7	11				4	6	6		2	10	8	47	54
ARTHROPODA	DIPTERA	PODONOMINAE						11									11	38				14							52	63
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Gigantodax sp.</i>															14		34	1	4								53	53
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Paraheptagyia sp.</i>								4							4							26	29				55	59
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Podonomus sp.</i>		1	3	413	20		2	20				8	61		528		18	9	6		14			10		57	585	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Limonicola sp.</i>																	23				34			2		59	59	
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Meridialaris sp.</i>																			30	4	1			4	26		65	65
ARTHROPODA	PLECOPTERA	<i>Claudioperla sp.</i>		4	32		13 2	9	43 0	9		3		7			626	24	9	12		1				1	20		67	693
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Alotanypus sp.</i>																		15				5	6	2	42		70	70
ARTHROPODA	ARACHNIDA	<i>Hydrachna sp.</i>	12		23	4	52										91	32	12		6	14	6				5		75	166
ARTHROPODA	COLEOPTERA	ELMIDAE	11 2	1	23	56	19 4		19								405	3	4			3						65	75	480
ARTHROPODA	ARACHNIDA	TROMBIDIFORMES												33	9		42							39	30	8			77	119

Phylum	Clase	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	Total
ARTHROPODA	COLEOPTERA	<i>Austrelmis sp.</i>	9	1	12	4	20 4	1	46	93		10	23	12 5	29 2		820	2	6	2			10	5	14	7	2	39	87	907
ARTHROPODA	DIPTERA	TANYTARSINI		1	8		32										41		10	2		3					82		97	138
ARTHROPODA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE				4	3	8		2					11		28	9	2			13	4		5	66		99	127	
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Cricotopus sp.</i>								25		7	5	29	39	64	169							11	89	2			102	271
ARTHROPODA	TRICHOPTERA	<i>Cailloma sp.</i>			1				1	15						1	18	7	1	2	2	11		25	36	17	2		103	121
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					4	1									5			31	4	1					76		112	117
ARTHROPODA	PLECOPTERA	GRIPOPTERYGIDAE	20	8	64		25 4		14 1								487	24	8	24	20	37							113	600
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Pentaneura sp.</i>					4										4					3		23	28		52	18	124	128
ARTHROPODA	DIPTERA	DIAMESINAE																6	14	16	10	12	62			5			125	125
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Baetodes sp.</i>																						63	17	59			139	139
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Simulium sp.</i>			4				6	4				8			22	5	4			2	2	13	29	54	26	6	141	163
ARTHROPODA	DIPTERA	<i>Chironomus sp.</i>													31		31								14 7				147	178
ANNELIDA	CLITELLATA	NAIDIDAE	10 0		58		34			9				34 0	14	41	596		72		81	62				2	10		227	823
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Andesiops sp.</i>	1		4	10	2			49					15		81	6	2	3	2		6	16 7	98	45	4		333	414
ARTHROPODA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	12		26		5		2								45	13	20		5	5	6	3	92		5	20 3	352	397
ARTHROPODA	TRICHOPTERA	<i>Metrichia sp.</i>	26 3		10 5	732	10	1	48	32		59	12	42			130 4			1		1		12 8	75	21	10	12 8	364	166 8
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	<i>Leptohyphes sp.</i>																						7		1		37 6	384	384
ARTHROPODA	DIPTERA	ORTHOCLADIINAE	63	2	19	202	50	3	18 4	44		18	8	11 8	32 0	24 6	127 7	14 0	24 9	33	12 3	48	46	51	29 5	20	30	32 8	136 3	264 0
ARTHROPODA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	27 9	3	40 6	141 7	38 0	1	26								251 2	10 8	15 4	18 0	70 3	84 3	24				26 8	4	228	479 6

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 4. Lista total de especies de peces registradas en la temporada seca 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	9	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-01	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	15	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Rio Vizcacha	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	17	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Elaboración: ASILORZA, 2021.

ANEXO 03

ESTACIONES DE

MONITOREO

PUNTOS DE MUESTREO DE HIDROBIOLOGÍA



Punto de muestreo: T6

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 323118	Norte: 8108112
	Altitud (msnm): 3357	
Fecha de evaluación	05/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Asana	



Punto de muestreo: AS-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0331033	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3167	
Fecha de evaluación	04/10/21	
Descripción	Ubicado en el Río Asana	



Punto de muestreo: CH3

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 322437	Norte: 8109190
	Altitud (msnm): 1365	
Fecha de evaluación	07/10/2021	
Descripción	Ubicado en la Quebrada Charaque	



Punto de muestreo: ALT-4

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0330640	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	04/10/2021	
Descripción	Ubicado en la Quebrada Altarani	



Punto de muestreo: P11

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0329834	Norte: 8107657
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	04/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Asana	



Punto de muestreo: COS 1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0319090	Norte: 8107910
	Altitud (msnm): 249	
Fecha de evaluación	05/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Coscore	



Punto de muestreo: QLVIZ-5

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 3555100	Norte: 81591215
	Altitud (msnm): 1332	
Fecha de evaluación	11/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Vizcacha	



Punto de muestreo: QLCHI-04

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0349118	Norte: 8158175
	Altitud (msnm): 4314	
Fecha de evaluación	11/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Chilota	



Punto de muestreo: QLCHI-03

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0349288	Norte: 8157029
	Altitud (msnm): 1378	
Fecha de evaluación	11/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Chilota	



Punto de muestreo: CAP3

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0310270	Norte: 8105874
	Altitud (msnm): 2348	
Fecha de evaluación	02/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Huancane	



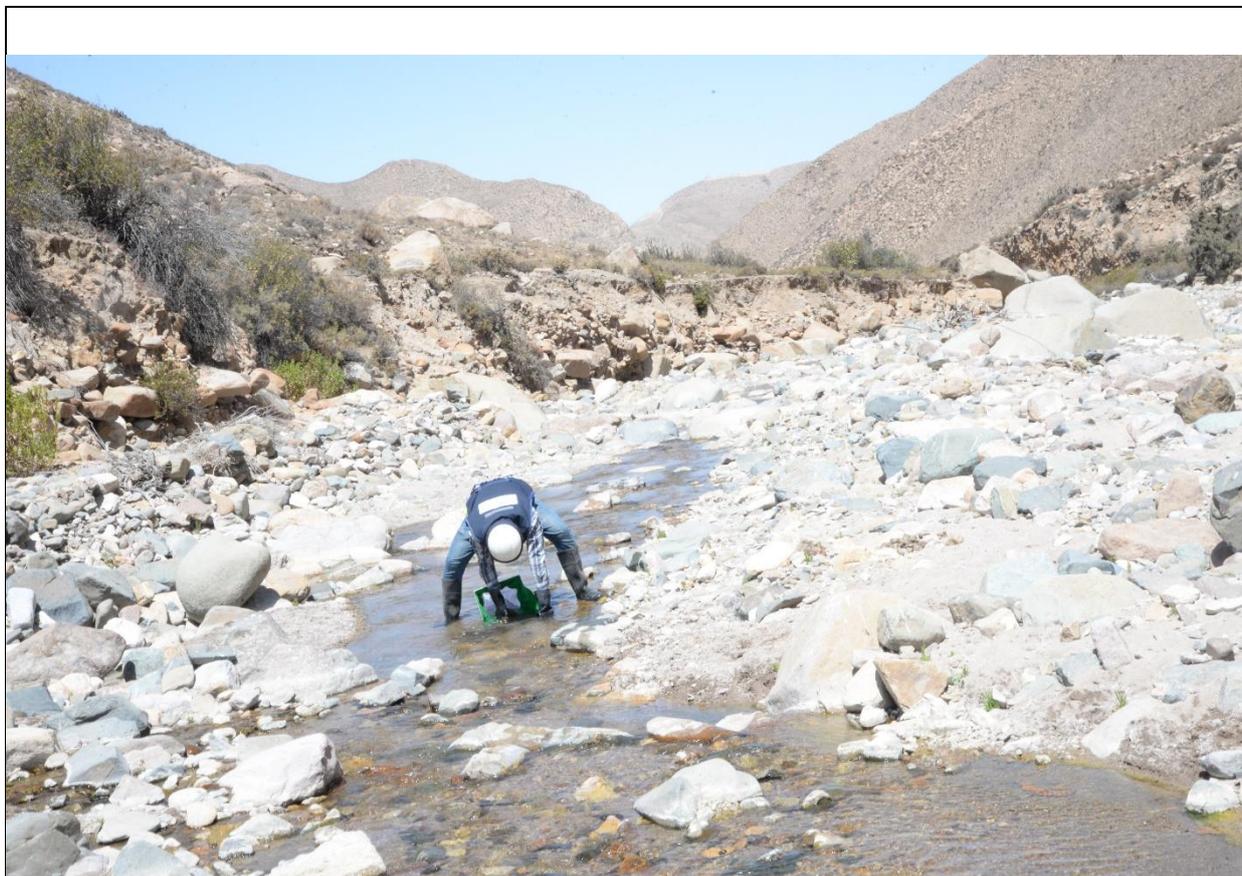
Punto de muestreo: TUM-3

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0306970	Norte: 8106621
	Altitud (msnm): 2236	
Fecha de evaluación	01/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Tumilaca	



Punto de muestreo: TUM-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0304599	Norte: 8105308
	Altitud (msnm): 1901	
Fecha de evaluación	03/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Tumilaca	



Punto de muestreo: CAP-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0325486	Norte: 8102337
	Altitud (msnm): 3420	
Fecha de evaluación	09/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Capilure	



Punto de muestreo: MOQ1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0302070	Norte: 8102936
	Altitud (msnm):1828	
Fecha de evaluación	03/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Moquegua	



Punto de muestreo: QLTIT-02

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0351799	Norte: 8169720
	Altitud (msnm): 4340	
Fecha de evaluación	1110/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Titire	



Punto de muestreo:

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357229	Norte: 8152274
	Altitud (msnm): 4431	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Quebrada Huachunta	



Punto de muestreo: QLHUA-02

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355452	Norte: 8154002
	Altitud (msnm):4401	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Quebrada Huachunta	



Punto de muestreo: QLHUA-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355626	Norte: 8150428
	Altitud (msnm):4463	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Calasaya	



Punto de muestreo: QLBHUA-05

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 354879	Norte: 8150125
	Altitud (msnm):4469	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Humedal Huachunta	



Punto de muestreo: QLBCHI-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349144	Norte: 8151113
	Altitud (msnm): 4467	
Fecha de evaluación	21/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Humedal Chilota	



Punto de muestreo: QLBCHI-07

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349144	Norte: 8151113
	Altitud (msnm):4467	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Humedal Chilota	



Punto de muestreo: QLCHI-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349032	Norte: 8151222
	Altitud (msnm): 4366	
Fecha de evaluación	10/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Chilota	



Punto de muestreo: QLBHUA-03

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357041	Norte: 8156730
	Altitud (msnm):4379	
Fecha de evaluación	12/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Humedal Huachunta	



Punto de muestreo: QLVIZ-04

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 3555100	Norte: 8159215
	Altitud (msnm):4379	
Fecha de evaluación	12/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Río Vizcacha	



Punto de muestreo: QLCHR-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	MONITOREO HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357820	Norte: 8159622
	Altitud (msnm): 4380	
Fecha de evaluación	13/10/2021	
Descripción	Ubicado en el Quebrada Chichune	

ANEXO 04

REGISTRO

FOTOGRAFICO

HIDROBIOLOGIA



Foto N°01	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	Ejemplar adulto	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. N°004-2014-MINAGRI)	--	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	--
	CITES	-
Endemismo y Distribución	Especie exótica introducida del hemisferio norte, actualmente distribuida en todos los cuerpos de agua alto andinos del Perú (Ortega et al. 2012)	
Usos	Alimenticio	



Foto N°01	<i>Trichomycterus</i> sp.	
Descripción	Ejemplar adulto	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. N°004-2014-MINAGRI)	--	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	--
	CITES	-
Endemismo y Distribución	El género de peces <i>Trichomycterus</i> está reportado en el Perú para ambos lados de la cordillera de los Andes, desde casi 0 hasta más de 4.000 m, con 11 especies descritas hasta el momento.	
Usos	Alimenticio	

ANEXO 05

CONSTANCIA DE

DEPOSITO DE

MUESTRAS

HIDROBIOLOGICAS



CONSTANCIA DE DEPÓSITO DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ICTIOLOGÍA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Deja constancia,

Que representantes de la Consultora HOME hacen entrega de dos muestras de peces provenientes de la evaluación ambiental para el Proyecto: "Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020", otorgada mediante Resolución Directoral N° 00347-2020-PRODUCE/DGPCHDI, a favor de la empresa ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.

Las muestras de peces procedentes del departamento de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, distritos de Tumulaca (TUM-01) y Huachunta (QLBHUA-05), ubicados a 4469 y 1913 msnm, respectivamente, en Moquegua y recolectados entre en octubre del presente año.

Las muestras de peces analizadas corresponden taxonómicamente al género *Trichomycterus*, familia Trichomycteridae, orden Siluriformes. La especie, *Trichomycterus* sp. aún no definida, porque se trata de un morfotipo nuevo, eventualmente puede ser un nuevo registro o una nueva especie para la ciencia. De esa manera, ha sido depositada en la Colección Ictiológica del Museo de Historia Natural de la UNMSM, con los códigos **MUSM: 70119 y 70129**, respectivamente.

Se expide el presente documento a solicitud de la parte interesada para los fines que considere pertinentes

Lima, 01 de diciembre de 2021

Blgo. T. Hernán Ortega Torres MSc.
Departamento de Ictiología
Colegio de Biólogos del Perú 0359
hortega.musm@gmail.com
Celular 999976762

ANEXO 06

RESULTADO DE

IDENTIFICACION

TAXONOMICA

RESULTADOS DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Departamento de Ictiología del MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNMSM

Proyecto: “Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020”, otorgada mediante Resolución Directoral N° 00347-2020-PRODUCE/DGPCHDI, a favor de la empresa ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.

Asunto: Revisión de dos muestras de peces procedentes del departamento de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, distritos de Tumilaca y Huachunta.

Material analizado:

Muestras de peces proveniente de los puntos: TUM-01 y QLBHUA-05, ubicados a 4469 y 1913 msnm, respectivamente y recolectados entre el 03 y 10 de octubre del presente año.

Resultados:

Las muestras de peces analizadas corresponden al género *Trichomycterus*, familia *Trichomycteridae*, orden *Siluriformes*.

Ambas muestras corresponden preliminarmente a formas en desarrollo de una misma especie, que presentan un patrón de coloración que va de punteado a moteado conforme desarrollan hasta la forma adulta. Representa un patrón de coloración único, recién registrado para Moquegua.

Una investigación reciente (Moran, 2019) realizada en las cuencas hidrográficas del departamento de Tacna. Para describir la ictiofauna presente. En relación a *Trichomycterus*, concluyó la ausencia de *Trichomycterus punctulatum*; sin embargo, confirmo la presencia de *T. dispar* y *T. rivulatus* en los tributarios relacionados con el lago Titicaca.

Lo destacable fue que registró *Trichomycterus* sp. Con ilustraciones de la forma punteada y moteada para la cuenca del río Locumba, sección media, en la laguna Aricota (río Callazas).

Se recomendaría, la inclusión de más ejemplares, si los tuvieran, para compartir la información con los especialistas: Luis Fernández (Argentina) y Mario de Pinna (Brasil) y para su publicación.

Lima, 30 de noviembre de 2021



Blgo. T. Hernán Ortega Torres
C.B.P. 0359

Trichomycterus sp. GLBHUA-05a



Trichomycterus sp. GLBHUA-05b



Hernán Ortega Torres

Blgo. T. Hernán Ortega Torres
C.B.P. 0359

Trichomycterus sp. TUM-01a



Trichomycterus sp. TUM-01b



T. Hernández

Blgo. T. Hernán Ortega Torres
C.B.P. 0359

ANEXO 07

FICHAS / ACTA



Fecha: 13/10/20
Nombre del Proyecto: Monitoreo Ambiental participativo Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco

DATOS DE LOS ESPECIALISTAS			
ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	REPRESENTANTE DE ORGANIZACIÓN/INSTITUCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Landrau Sandoval Carol	Asisiorza SAC	
2	Férez Ferrerí Mirella	Asisiorza SAC	
3			
4			

FICHA DE ACTA DEL MONITOREO							
ÍTEM	ESTACIÓN DE MONITOREO	COMPONENTE AMBIENTAL / BIOLÓGICO	COORDENADAS UTM DATUM WGS84		FECHA	HORA	OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE			
1	CORT-1	Hydrobiología	318518 80991010	8099100	13/10/20		

UBICACIÓN POLÍTICA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO			
Distrito	Maniscal Nieto	Nota: La estación de monitoreo se encuentra totalmente inundada.	
Provincia	Moquegua		
Departamento	Moquegua		

REGISTRO FOTOGRÁFICO
Anotar el código del registro fotográfico, para su inclusión posterior

FIRMA DE LOS PARTICIPANTES DEL MAP (colocar, nombre, DNI y firma en cada recuadro)				FIRMA DE QUIEN RECIBE EL REGISTRO	



F-06 - REGISTRO DE PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO QUE REQUIEREN REUBICACIÓN/O NO APLICAN
MAP Moquegua - Campaña 8 Temporada Seca

Revisión: 01
Fecha: 11/09/2020
Página 1 de 1

Fecha: 14/10/20
Nombre del Proyecto: MAP-
Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco

DATOS DE LOS ESPECIALISTAS			
ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	REPRESENTANTE DE ORGANIZACIÓN/INSTITUCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Pérez Mirella	Osilorza SAC	
2			
3			
4			

FICHA DE ACTA DEL MONITOREO							
ITEM	ESTACIÓN DE MONITOREO	COMPONENTE AMBIENTAL / BIOLÓGICO	COORDENADAS UTM DATUM WGS84		FECHA	HORA	OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE			
1	GLC41-03	Hidrobitos	349288	8157029	14/10/20		

UBICACIÓN POLÍTICA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO			
Distrito	Huancabamba	Nota:	No se evaluó porque el pto se encontraba dentro del Predio de una población de la Comunidad de Chilota
Provincia	Moquegua		
Departamento	Moquegua		

REGISTRO FOTOGRAFICO
Anotar el código del registro fotográfico, para su inclusión posterior

FIRMA DE LOS PARTICIPANTES DEL MAP (colocar, nombre, DNI y firma en cada recuadro)				FIRMA DE QUIEN RECIBE EL REGISTRO