



**INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA SECA - 2022
MAP QUELLAVECO**

Elaborado para:



Elaborado por:



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

Teléfonos: 051 3963771/961888866/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Noviembre, 2022

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	1
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	GENERALIDADES	4
3.1.	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO	4
3.1.1.	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO.....	4
3.1.2.	ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO	4
3.2.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO	5
3.2.1.	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO.....	5
3.2.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	5
3.3.	OBJETIVOS	7
3.3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	ACTIVIDADES DEL MAP N°10 TEMPORADA SECA-2022.....	8
4.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO PARA HIDROBIOLOGÍA	8
4.1.1.	ZONA DE ALTA MONTAÑA.....	8
4.1.2.	ZONA DE OPERACIONES	8
4.1.3.	ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA	8
4.2.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	8
4.3.	BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO	10
5.	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	15
5.1.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN APLICADAS.....	15
5.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	15
5.1.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	15
5.2.	METODOLOGÍAS DE MUESTREO APLICADAS.....	16
5.2.1.	PLANCTON	16
5.2.2.	PERIFITON.....	17
5.2.3.	BENTOS.....	17
5.2.4.	NECTON	17
5.3.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	18
5.4.	ANÁLISIS DE DATOS	18
5.4.1.	ÍNDICES COMUNITARIOS	18
5.4.2.	ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA	20
5.4.3.	ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL.....	20
5.5.	CONSIDERACIONES.....	24
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	25

6.1.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	26
6.1.2.	CALIDAD DE HÁBITAT A TRAVÉS DEL ÍNDICE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	26
6.1.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DEL BOSQUE RIBEREÑO POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	27
6.2.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	28
6.2.1.	PLANCTON	28
6.2.2.	BENTOS.....	45
6.2.3.	PERIFITON.....	52
6.2.4.	PECES.....	60
6.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	75
6.3.1.	OPERACIONES.....	75
6.3.2.	ABASTECIMIENTO	76
6.4.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	79
6.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	79
6.6.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	79
6.7.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	79
6.7.1.	PLANCTON	80
6.7.2.	BENTOS.....	81
6.7.3.	PECES.....	81
7.	CONCLUSIONES.....	82
7.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	82
7.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS	82
7.2.1.	PLANCTON	82
7.2.2.	BENTOS.....	83
7.2.3.	PERIFITON.....	83
7.2.4.	PECES.....	84

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el impacto a los ecosistemas naturales se viene incrementando de manera marcada en las especies de flora y fauna debido a causas como la introducción de especies exóticas, contaminación de las aguas, o pérdida de la biodiversidad genética; todo ello producto del inadecuado comportamiento humano o al incremento de actividades productivas e industriales que generan la perturbación ecológica, generando la ruptura del equilibrio natural; en muchos casos identificar y medir estas perturbaciones resultan difíciles de identificar debido a la confluencia de múltiples factores y la falta de estudios específicos para cada especie.

En el Perú la normativa ambiental y los esfuerzos para el aprovechamiento sostenible se centran en garantizar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico (flujo mínimo para garantizar la existencia de hábitat naturales de flora y fauna), por estas razones se han diseñado herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de la calidad hídrica de los cuerpos de agua, así como garantizar su preservación

El monitoreo hidrobiológico permite analizar especies microscópicas que se encuentran en el agua: plancton, fitoplancton, zooplancton y perifiton; estos últimos son aquellos organismos que se encuentran sobre la superficie de las rocas, dentro o en las zonas aledañas del cauce del río. El estudio de estos microorganismos ayuda a verificar y determinar la calidad del agua actuando como “indicadores biológicos” para confirmar y determinar la calidad del agua basados en un estudio técnico detallado de presencia, ausencia o preponderancia de las especies identificando los cambios ocurridos en la calidad del agua mediante observaciones y registros periódicos.

A continuación, se describen los resultados de la temporada comparativos de las campañas de monitoreo 2020, 2021 y 2022 del MAP, desarrolladas en la temporada seca (octubre del 2020), temporada húmeda (abril del 2021), temporada seca (octubre del 2021), temporada húmeda (abril del 2022), temporada seca (setiembre 2022). 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. GENERALIDADES

3.1. MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

3.1.1. CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO

Para el año 2013 se establece el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo Quellaveco, estando relacionado bajo los compromisos N°5, 7 y 10 asumidos por el titular AAQ en la Mesa de Diálogo con diversas autoridades y actores locales. Por lo que, con fecha del 12 de junio del año 2013 se da la conformación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo, con las funciones de elaborar, supervisar y presentar los resultados obtenidos en el MAP Quellaveco.

Dicho subcomité está conformado por los siguientes representantes:

-  Anglo American (como titular del proyecto): 02 representantes.
-  Gobierno Regional de Moquegua: 02 representantes.
-  Municipalidad Provincial de Ilo: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Ilo: 01 representante.
-  Área de influencia directa que comprende las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

3.1.2. ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos de calidad ambiental en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N° 10 – Temporada Seca 2022.

3.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO

3.2.1. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO

Con fecha del 19 de diciembre del año 2000, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Quellaveco por parte del Ministerio de Energía y Minas, autoridad responsable, mediante la Resolución Directoral N°266-2000-EM/DGAA.

Para el año 2008, AAQ elabora y presenta la primera modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, con el objetivo de realizar cambios en la ubicación y tamaño del componente de la Planta Concentradora y del sistema de abastecimiento de agua para mina, la cual, a cargo del Ministerio de Energía y Minas, es aprobada el 23 de abril del 2010 mediante la Resolución Directoral N°140-2010-MEM/AAM.

Con fecha del 30 de marzo del año 2010, AAQ presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la segunda modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, cuya elaboración tenía como objetivo realizar el cambio de ruta de transporte de concentrados, líneas de transmisión e instalaciones portuarias, siendo aprobada mediante Resolución Directoral N°319-2010-MEM/AAM, con fecha del 14 de noviembre del mismo año.

Para el año 2012, se presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la tercera modificatoria del EIA, con la finalidad de optimizar el diseño y operación de la presa Vizcachas destinada para el abastecimiento de la mina, siendo dicha modificatoria aprobada mediante Resolución Directoral N°377-2012-MEM/AAM.

El 22 de mayo de 2014 se aprobó el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) mediante la Resolución Directoral N° 214-2014-MEM-AAM, involucrando cambios en la huella del proyecto ubicada dentro del área de estudio de Línea Base Ambiental - área de operaciones, denominada así en los instrumentos de gestión ambiental anteriormente aprobados.

Para el año 2015, precisamente para el mes de agosto, mediante Resolución Directoral N°399-2015-MEM/AAM se aprueba la cuarta modificatoria del EIA que tenía como objetivo realizar modificaciones en la capacidad de planta, depósito de relave y mina.

3.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área evaluada que abarca el MAP del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra ubicada entre los distritos de Carumas, Torata, San Antonio y Moquegua, pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua.

Para el monitoreo hidrobiológico dicha área de evaluación ha sido dividida en tres zonas; Alta Montaña, Operaciones y Moquegua.

3.2.2.1. ZONA DE OPERACIONES

La zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra geográficamente emplazada en el valle del río Asana, aproximadamente a unos 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, entre los 1 700 y 4 630 msnm, abarcando un área aproximada de 39 300 hectáreas.

Esta zona se encuentra sobre las cuencas del río Asana y de las quebradas de Papujune y Cortadera, en donde se encuentran principales componentes del proyecto tales como el tajo a cielo abierto, el depósito de desmontes, el túnel de desviación del río Asana, la planta concentradora, el depósito de relaves, entre otros.

En la zona de operaciones el monitoreo de hidrobiología se realiza en estaciones de los ríos Asana, Capillune, Huancanane, Charaque y Coscore.

3.2.2.2. ZONA DE ALTA MONTAÑA

La zona de alta montaña contiene principalmente el área para el abastecimiento de agua para utilización de la mina, el cual consta de un esquema de abastecimiento de agua superficial (represa) compuesto por una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse ubicado en el río Vizcachas, un tanque de regulación ubicado en el cerro Pelluta y una tubería de conducción hasta la zona de operaciones.

En la zona de Abastecimiento las estaciones de hidrobiología se ubican en los ríos Chilota, Vizcachas, Chincune, Titire y bofedales de Huachunta.

3.2.2.3. ZONA DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA

La zona de Moquegua comprende el ámbito de influencia producto de la ruta de transporte de concentrados desde la zona de operaciones, pasando por la ciudad de Moquegua hasta la llegada a la ciudad de Ilo.

En esta zona los puntos de monitoreo se ubican en el río Coscore, Huancanane, Tumilaca y Moquegua (a la altura de puente Montalvo).

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. 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 Temporada Seca 2022.

3.3.2. 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.
-  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 históricos del MAP-Quellaveco.

4. ACTIVIDADES DEL MAP N°10 TEMPORADA SECA-2022

4.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO PARA HIDROBIOLOGÍA

4.1.1. ZONA DE ALTA MONTAÑA

Esta zona está comprendida por 11 puntos de monitoreo ubicados en los ríos Vizcachas, Chilota, Titire, Chincune y humedales de Huachunta. La distribución de estos puntos está en relación a la presa de Vizcachas y los sistemas de conducción de agua cuya construcción se encuentra finalizada.

4.1.2. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones hasta el puente Tumilaca se tiene 11 puntos de monitoreo ubicados en el río Asana y sus aportantes siendo los puntos de mayor interés los que se encuentran a la entrada y salida del túnel de desvío. A su vez se monitorea los ríos Coscore, Capillune y tributarios. El objeto de estos puntos es evaluar los componentes hidrobiológicos a razón de las actividades de construcción en un comienzo y en adelante la etapa de operación minera propiamente.

4.1.3. ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA

Ubicada en la parte baja de la ciudad, exactamente en el río Moquegua a la altura del puente Montalvo, en esta zona se evalúa un punto de monitoreo.

4.2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

El área del proyecto está ubicada en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto; entre los distritos de Torata, 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 4.1 se describen las coordenadas y altitud de las 22 estaciones evaluadas.

Para fines del 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 (11 estaciones).

Cuadro 4.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

HIDROBIOLOGÍA					
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S		Altitud msnm
			Zona 19L		
			Este	Norte	
Zona de Abastecimiento de Agua – Proyecto Minero Quellaveco					
1	QLVIZ-05	Rio Vizcacha	349733	8161288	1332
2	QLCHI-04	Rio Chilota	349118	8158175	4314
3	QLTIT-02	Rio Titire	350186	8168738	4340
4	QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	357229	8152274	4431
5	QLHUA-02	Rio Calasaya	355452	8154002	4401
6	QLHUA-01	Rio Calasaya	355626	8150428	4463
7	QLBHUA-05	Humedal Huachunta	354879	8150125	4469
8	QLCHI-01	Rio Chilota	349032	8151222	4366
9	QLVIZ-04	Rio Vizcachas	354352	8159462	4379
10	QLCHR-01	Quebrada Chinchune	357772	8159582	4380
11	QLBHUA-03	Humedal Huachunta	357593	8155783	4379
Zona de Operaciones Mineras					
12	P-12	Rio Asana	323118	8108112	3357
13	AS-1	Rio Asana	331045	8107820	3167
14	CH-3	Quebrada Charaque	321998	8109036	1365
15	ALT-4	Quebrada Altarani	330908	8107155	3166
16	P-11	Rio Asana	329834	8107657	3166
17	COS-1	Rio Coscore	319090	8107910	249
18	CAP-03	Rio Huancane	310270	8105874	2348
19	TUM-3	Rio Tumilaca	309066	8106446	2236
20	TUM-01	Rio Tumilaca	304539	8105287	1901
21	CAP-01	Rio Capillune	325486	8102337	3420
22	MQ-01	Rio Moquegua	290125	8095445	1828

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3. BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO

4.3.1.1. ETAPA PREVIA A LA SALIDA DE CAMPO, DISTRIBUCIÓN Y CONFORMACIÓN DE EQUIPOS

Previamente a las salidas de campo se gestionó la disponibilidad de equipos y los especialistas necesarios para el trabajo en este componente. En conjunto con participantes de las universidades, entes consultivos, el equipo de ASILORZA y principalmente los miembros del Sub-Comité de Monitoreo y Vigilancia de los Compromisos Ambientales se ejecutó esta actividad.

Es así que, al iniciar la campaña, y en cada día de monitoreo se envió una ficha informativa (Cuadro 4.2) donde se detallaba los puntos de monitoreo, participantes y su distribución en cada componente.

Cuadro 4.2. Referencia de distribución diaria de participantes y puntos de monitoreo.

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO DIARIO- MAP QUELLAVECO	
26.08.2022	
ZONA DE TRABAJO	DISTRIBUCIÓN
Operaciones Pto. De encuentro: GORE Hora en el P.E.: 5:00 am	ASILORZA_1
	Estaciones: Calidad de Agua
	P: VBB-706
	Conductor: José Sosa Colana
	Asilorza: Ricardo Begazo Quicaña
	Sunqu: Jessica Fuertes Soto
	Sunqu: Luz Flor Ramos Ramos
	ASILORZA_2
	Estaciones: Calidad de aire, ruido, vibraciones y suelos
	P: VOI-830
	Conductor: Yoni Mamani Naira
	Asilorza: Gustavo Valdivieso
	SUB_COMITÉ
	Estaciones: Agua, Hidrobiología
	P: Z7W-832
	Conductor: Renzo Flores Oquendo
SCCA: Dewson Córdova Flores	
SCCA: Juan Diego Mamanchura Filinish	
SCCA: Stephani Dennis Rodríguez Yauri	
HIDROBIOLOGÍA	
Estaciones: P-12; P-11	
P: ZTC-767	
Conductor: Fernando Tito Zabalaga	
Hidrobiólogo: Enrique Pareja	
Asistente: Richard David Condori	
Asistente: Tania Callizana	

Elaborado por: ASILORZA SAC,2022.

Al inicio de cada jornada se inició con una charla de inducción sobre las actividades del día al igual que una charla de seguridad con el fin de sensibilizar a los participantes sobre los riesgos en campo y para conocimiento de los trabajos a realizar.

Para la ejecución del trabajo en campo en la primera etapa (ambiental e hidrobiológico) el equipo se dividió en 3 brigadas (agua-hidrobiología, aire zona Moquegua y aire zona operaciones) para la segunda etapa (monitoreo biológico) las brigadas se formaron en función de cada especialidad: Flora, aves, mamíferos y reptiles.

Fotografía 1. Charla de inicio de actividades



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 2. Explicaciones en campo sobre las metodologías



Fuente: ASILORZA, 2022.

4.3.1.2. ETAPA DE CAMPO

Para la presente campaña de monitoreo se gestionó la disponibilidad de un equipo Electrofisher Smith-Root LR 24 el cuál fue usado en todos los puntos de monitoreo para la evaluación de necton que, para efectos de las zonas monitoreadas se trata de peces.

En los puntos de monitoreo, el hidrobiólogo realizó explicaciones referentes a este componente a la vez que se absolvía dudas de los participantes.

El inicio de la campaña se dio en la zona de Operaciones, propiamente en los ríos de Asana, Altarani, Coscore y Capillune. En los tres primeros ríos mencionados se encontró truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en diferentes grados de abundancia (ver el punto 6.3.4). Cabe indicar que es la primera vez que se reporta truchas para el río Altarani. Aunque el monitoreo de anfibios se realiza durante el monitoreo biológico en la segunda parte de la campaña, en la parte alta del río Capillune se pudo encontrar sapos adultos y renacuajos en diferentes estadios de desarrollo.

Aguas abajo de la zona de operaciones, el monitoreo hidrobiológico continuó con estaciones en los ríos Coscore (parte baja), Huancanane y puente Tumilaca. Como principal observación debemos rescatar la captura de truchas en los dos primeros ríos y bagres en el tercero.

Entiéndase por “captura” la recolección con el fin de identificar la especie y tomar medidas. Después de esta actividad los peces son devueltos en su totalidad al río.

Fotografía 3. Trabajo en campo con el Electrofisher Smith-Root LR 24. Estación de monitoreo en el río Huancanane (CAP-3).



Fuente: ASILORZA, 2022.

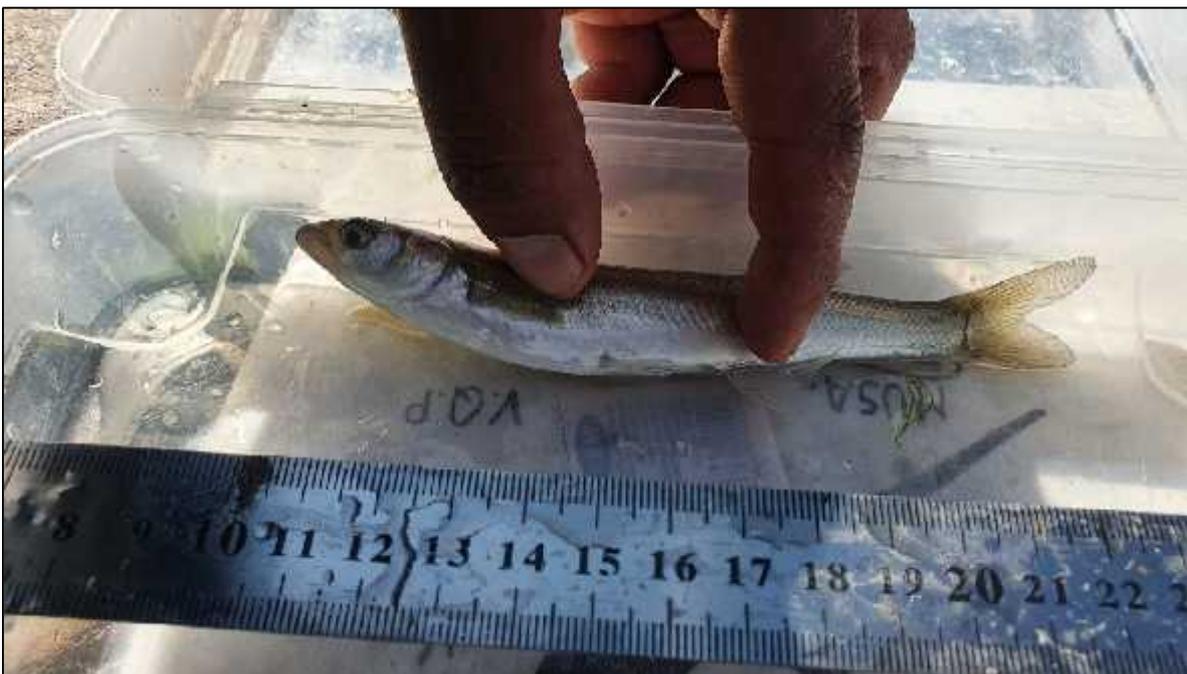
Fotografía 4. Trabajo en campo con el Electrofisher Smith-Root LR 24. Estación de monitoreo en el río Tumilaca (TUM-1).



Fuente: ASILORZA, 2022.

En el punto ubicado en Moquegua (MQ-01) que se encuentra a la altura del puente Montalvo se encontró un nuevo registro para el MAP en el monitoreo anterior (MAP-10 TH). En el presente monitoreo se encontró en mayor abundancia. Se trata del “pejerrey de río” *Basilichthys semotilus*.

Fotografía 5. Pejerrey de río en el río Moquegua



Fuente: ASILORZA, 2022.

Finalizado el muestreo en la zona de operaciones, el área de influencia y Moquegua se inició actividades en la zona de abastecimiento. Aquí se abarcan los ríos Chilota, Vizcachas, Chincune, Titire y bofedales de Huachunta. Se pudo encontrar especímenes de *Oncorhynchus mykiss* "trucha", *Trichomycterus rivulatus* "bagre" y *Orestia ispi* "ispi".

Fotografía 6. Monitoreo de necton en bofedales del Anexo de Huachunta- Distrito de Carumas.



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 7. Captura de truchas en el primer punto del río Chilota.



Fuente: ASILORZA, 2022.

5. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

5.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN APLICADAS

5.1.1. 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 4 se muestra la Descripción de Puntos de Monitoreo.

5.1.2. 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).

Ambas metodologías son complementarias y su uso permite obtener una información valiosa que se expresa en un puntaje estandarizado que permite calificar los resultados obtenidos. 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.

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

Consiste en un 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).

En el Cuadro 4.3, se detalla los valores comparativos del índice SVAP.

Cuadro 4.3. 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

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

Consiste en un 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 4.4 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 4.4. 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

5.2. METODOLOGÍAS DE MUESTREO APLICADAS

La recolección y procesamiento de las muestras hidrobiológicas se efectuó siguiendo el procedimiento estandarizado para 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)”

5.2.1. 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.

5.2.2. 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%.

5.2.3. 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.

5.2.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Smith Root LR-24, 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 600 segundos como mínimo en una longitud de 100 m aproximadamente en función a la presencia de zonas de posible captura.

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.

5.3. 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 AGQ Labs Perú SAC, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

5.4. ANÁLISIS DE DATOS

5.4.1. 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 4.5.

Cuadro 4.5. 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 4.6.

Cuadro 4.6. 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:

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

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-D):** 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 4.7.

Cuadro 4.7. 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.

5.4.2. 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).

5.4.3. 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° 4.8 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 4.8. 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 4.9, 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 4.9. 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
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 4.10.

Cuadro 4.10. 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, Leptohiphidae	7

Familias	Puntajes
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 4.11).

Cuadro 4.11. 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 Cuadros 4.12 y Cuadro 4.13.). La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 4.12. 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 4.13. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo con el índice ABI.

Taxones	Puntaje	Taxones	Puntaje	Taxones	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyaellidae	6	Dixidae	4
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	Pylalidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancyliidae	6	Ceratopogonidae	4	Oligochaeta	1
Aeshnidae	6	Hydracarina	4	Syrphid-ae	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.

5.5. 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 Rio Chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto 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 y la estación QLCHR-01 debido a que al momento del muestreo se encontraba inundada por las actividades de embalse de la presa Vizcachas. En la temporada seca 2021, la estación QLBCHI-01, que corresponde a un humedal, se encontró seca; por tal motivo, solo se realizó la evaluación de calidad hábitat, pero no se pudo realizar el muestreo de las comunidades acuáticas.

En la evaluación más reciente realizada en la temporada húmeda, abril del 2022, se evaluaron 23 estaciones. Los puntos QLCHR-01 y QLHUA-04, ubicados en el área de abastecimiento, no fueron monitoreadas debido a que se encontraban inundados haciendo inviable el muestreo.

La presente evaluación se realizó bajo la malla de puntos aprobada por el Sub-Comité de Monitoreo de los Compromisos Ambientales (22 estaciones).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 22 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 14 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Altarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 2; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Titire, 1; Tumilaca, 2; Vizcachas, 2, quebrada Chinchune, 1).

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 en la temporada seca 2022.

Estación de muestreo	Zona	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
QLBHUA-01	Abastecimiento	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, remansos, pozas	negra	trasparente	Lento
QLBHUA-03	Abastecimiento	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrófitas, fangoso, remanso	blanca	trasparente	Lento
QLBHUA-05	Abastecimiento	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	remansos, pozas, corridas	negra	trasparente	moderada
QLHUA-01	Abastecimiento	Río Calasaya	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	trasparente	moderada
QLHUA-02	Abastecimiento	Río Calasaya	lótico	bofedal	remansos, pozas	negra	trasparente	moderada
QLCHR-01	Abastecimiento	Río Chinchune	Lótico	río	corridas, remansos	clara	trasparente	moderada
QLVIZ-04	Abastecimiento	Río Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada
QLCHI-01	Abastecimiento	Río Chilota	lótico	bofedal	pedregoso, corridas, rápidos.	negra	trasparente	moderada
QLCHI-04	Abastecimiento	Río Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso/rápidos	blanca	turbia	moderada / muy fuerte
QLVIZ-05	Abastecimiento	Río Vizcacha	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	transparente	moderada
QLTIT-02	Abastecimiento	Río Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	Lento
AS-01	Operaciones	Río Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
ALT-04	Operaciones	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada
P-11	Operaciones	RíoAsana	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte

Estación de muestreo	Zona	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
P-12	Operaciones	Rio Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
CH-03	Operaciones	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pozas, remansos	blanca	transparente	baja
COS-01	Operaciones	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
CAP-01	Operaciones	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso, arenoso, remanso	blanca	transparente	moderada
CAP-03	Operaciones	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, pozas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
TUM-03	Operaciones	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte
TUM-01	Operaciones	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada
MQ-01	Operaciones	Rio Moquegua	lótico	río	pedregoso, corrida, remansos	blanca	turbia	moderado

Elaboración: ASILORZA, 2022.

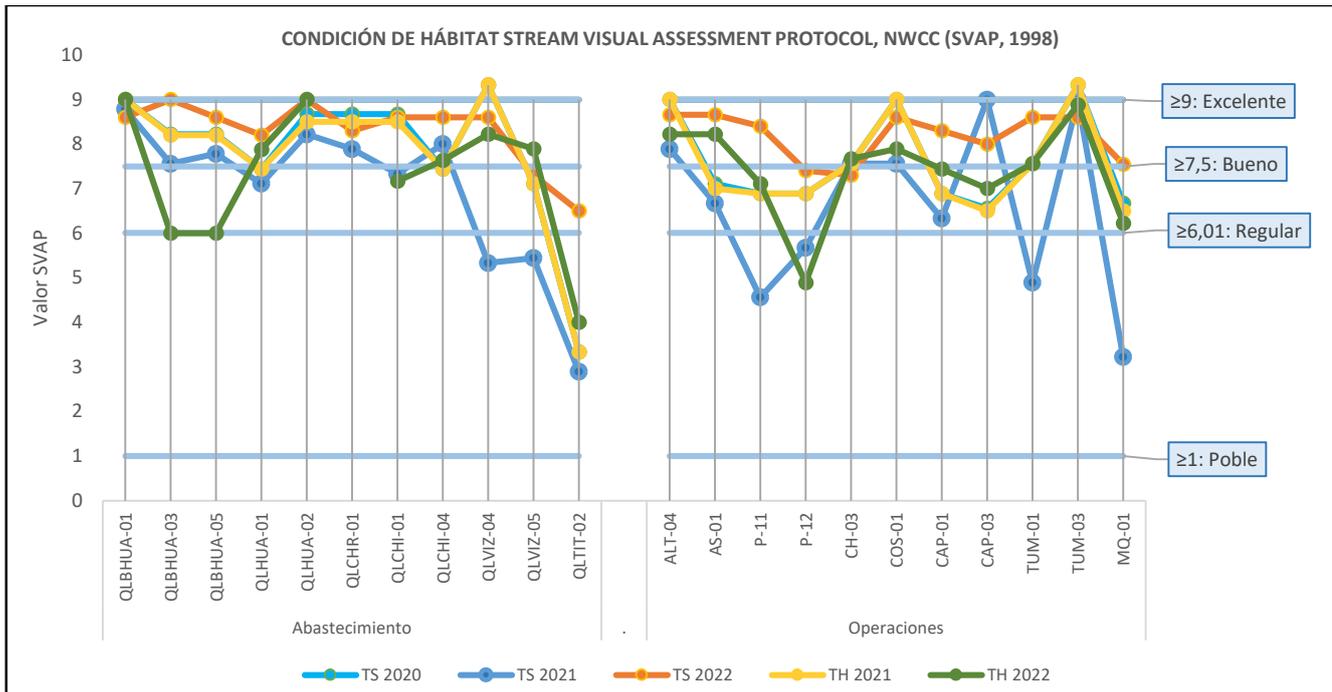
6.1.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

6.1.2. CALIDAD DE HÁBITAT A TRAVÉS DEL ÍNDICE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad ambiental de los hábitats evaluados, se registró que las estaciones mantuvieron las mismas calificaciones en las cuatro últimas temporadas evaluadas, lo que corresponde a (Figura 1):

- 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”, que corresponden a QLTIT-02 y QLBCHI-01 ubicadas en las cuencas del Titire y del Chilota, respectivamente. En el primer caso, la estación se encuentra ubicada en un cuerpo lótico de aguas termales, debido a ello existe escasa vegetación ribereña y el agua tiene una apariencia turbia por las sales minerales naturales, además de presentar un encauzamiento natural del río que genera que las laderas sean inestables. En el segundo caso, al momento de la evaluación, el cuerpo de agua que corresponde a un humedal se encontraba seco.

Figura 1. Comparación de la calidad del hábitat de los cuerpos de agua evaluados por estación y por temporada de evaluación.



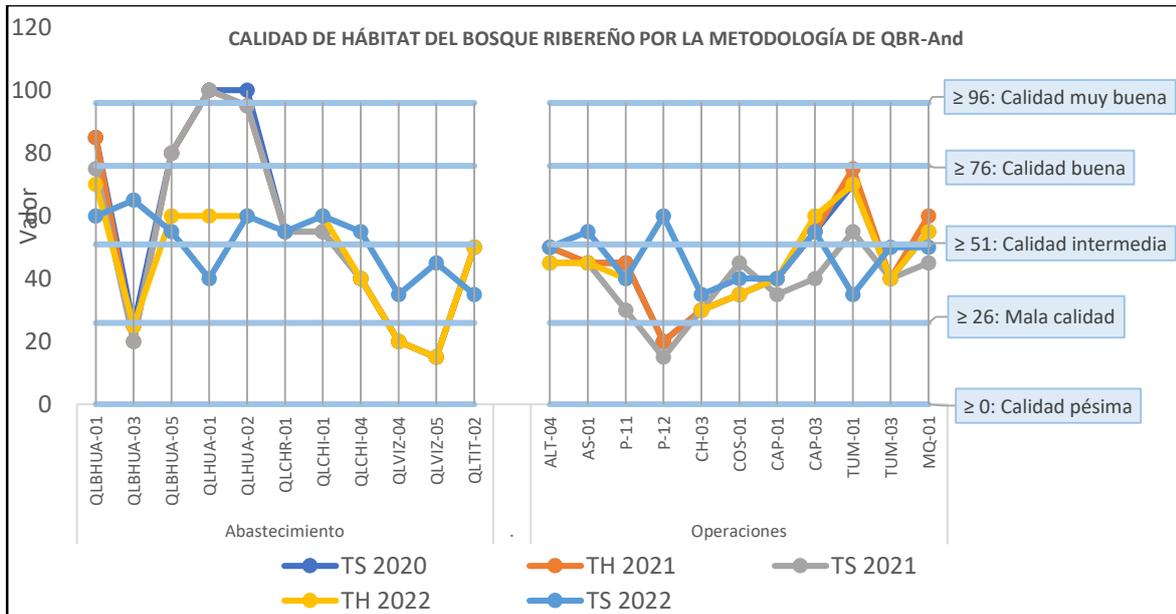
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DEL BOSQUE RIBEREÑO POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad de hábitat por la metodología QR-AND se identificó lo siguiente (Figura 2):

- Los puntos de monitoreo ubicados en el área de operaciones se mantuvieron en las mismas categorías en las cuatro temporadas.
- De los puntos ubicados en el área de abastecimiento, 6 bajaron de categoría de calidad buena a calidad intermedia de hábitat: QLBHUA-01, QLBHUA-05, QLHUA-01, QLHUA-02 y QLCHI-03.
- Cuatro estaciones presentaron una calidad por debajo de mala calidad.
- Nueve estaciones presentaron una mala calidad.

Figura 2. Comparación de la calidad del bosque de ribera por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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

6.2.1. PLANCTON

Hasta el presente monitoreo, en las zonas de evaluación se ha registrado 6 divisiones del fitoplancton, estas se han mantenido en las dos últimas dos evaluaciones (TH 2021 y TS 2021) y 9 phyla del zooplancton, incrementándose dos Tardigrada y Gastrotrichia en la última evaluación (TH 2022).

Como se muestra en el Cuadro 5.2, los periodos donde se ha reportado el mayor número de especies corresponden a las temporadas húmedas del 2021 y 2022 siendo la temporada seca del 2021 en que menor riqueza de especies se registró. Para el presente monitoreo se tiene un registro de 111 especies. Como se puede observar el número de especies reportadas se ha mantenido a lo largo de los periodos de evaluación.

Estos resultados pueden deberse a que en la temporada seca los cuerpos de agua tienen un caudal bajo, disminuyendo las probabilidades de establecimiento de la comunidad del plancton; mientras que, en la temporada húmeda, debido a las precipitaciones, los cauces de los cuerpos de agua aumentan su caudal y permiten una mejor composición de especies.

Comparando esta información con la curva de acumulación de especies (Figura 3), se ha determinado que para la comunidad de plancton el número de se infiere que, para la comunidad del plancton el

número de especies registradas a la fecha se acerca con una probabilidad de 0.97 al total de especies del plancton que habitan en el área evaluada.

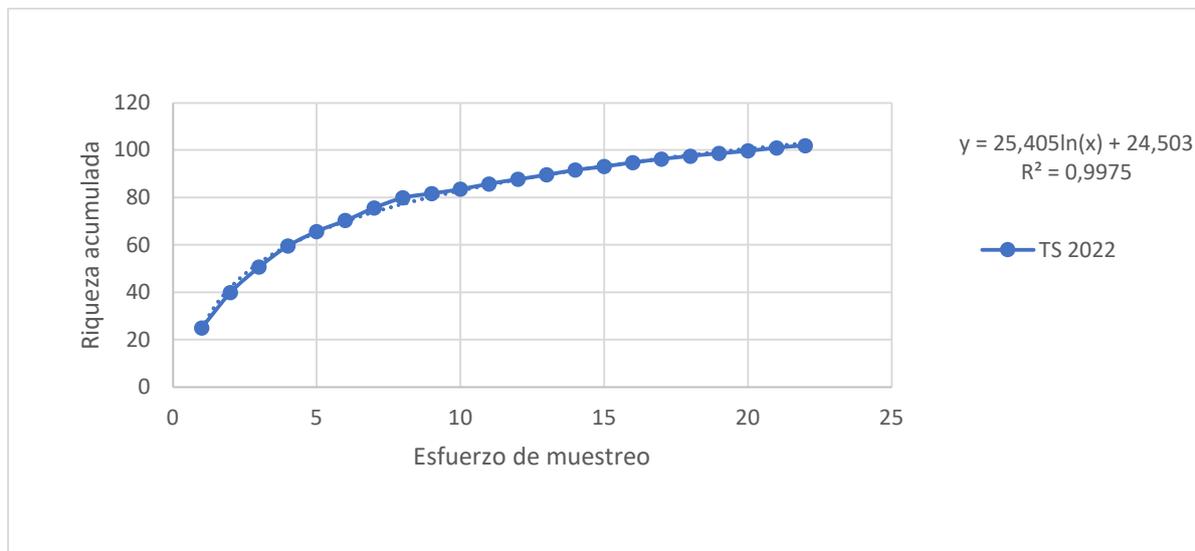
Cuadro 5.2. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación.

Plancton	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
Fitoplancton	80	67	63	74	72
Zooplancton	31	55	25	40	39
Total	111	122	88	114	111

Elaboración: ASILORZA, 2022

Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluaciones, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar con mayor precisión la composición de especies del área de estudio.

Figura 3. Curva de acumulación de especies de plancton MAP-10 TS.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1. FITOPLANCTON

6.2.1.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

Para el presente monitoreo se tiene un total de 71 especies registradas divididas en seis divisiones. La composición acumulada total en las cuatro evaluaciones anteriores (TS 2020, TH 2021, TS 2021 y TH 2022) mostraban 117 especies de fitoplancton. Al igual que en estos periodos de evaluación desde el 2020 en la temporada seca del presente año se ha mantenido la composición. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 48% (34 especies), Chlorophyta 17% (12 especies), Cyanobacteria 15% (11 especies), Euglenozoa 4% (3 especies), Dinophyta 3% (2 especie) y Charophyta 13% (9 especies).

Comparando la riqueza de especies en las cuatro evaluaciones mencionadas, se observa que el número de especies fue mayor en la temporada seca 2020 con 80 especies con respecto a las otras evaluaciones.

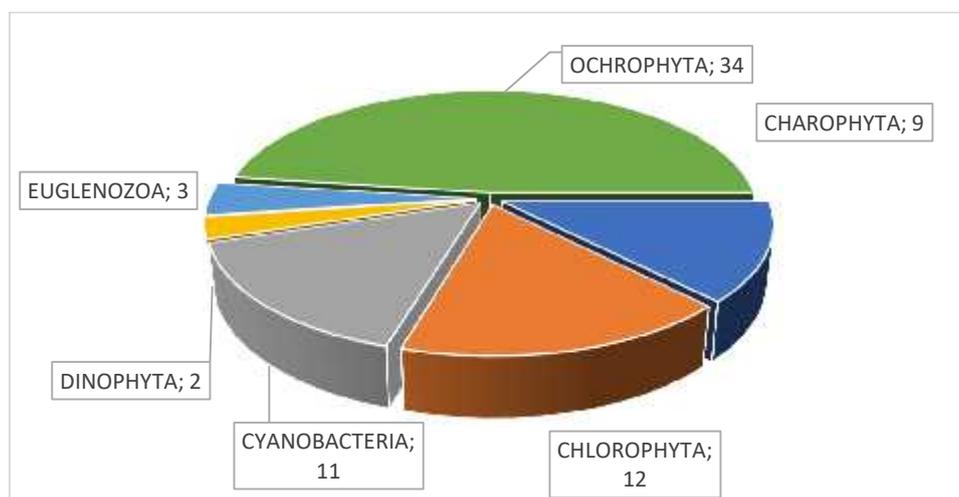
Cabe mencionar que, en las cuatro evaluaciones, la división Ochrophyta fue la más diversa, debido a que estas algas por tener un exoesqueleto de sílice tienden a precipitarse y mezclarse con los sólidos en suspensión. Por otro lado, las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda 2021 debido al aumento en el nivel del agua de los cuerpos evaluados; estas algas se agrupan formando filamentos, los cuales son muy visibles en época de estiaje como parches de color verde. Cuando el nivel del agua aumenta, estas no logran aglomerarse y son arrastradas por la corriente.

Cuadro 5.3. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
CHAROPHYTA	9	7	4	7	9
CHLOROPHYTA	20	16	13	18	12
CYANOBACTERIA	11	5	5	9	11
DINOPHYTA	-	1	1	1	2
EUGLENOZOA	3	3	3	3	3
OCHROPHYTA	37	35	37	36	34
Total	80	67	63	74	71

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.1. Composición porcentual total por división del Fitoplancton MAP-10 TS.



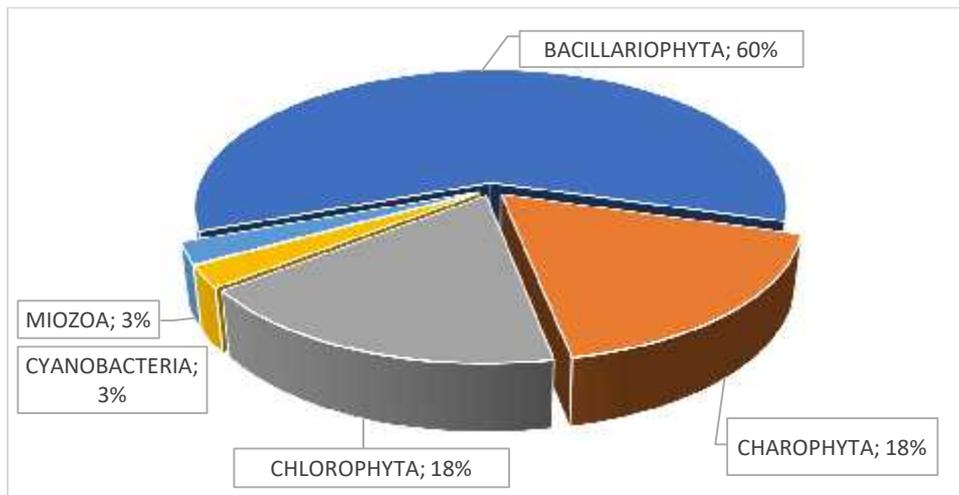
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.1.2.1. OPERACIONES

Para la presente evaluación en la zona de operaciones se tiene un total de 40 especies en registradas en para las 11 estaciones. Las Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 24 especies que corresponde al 60% de la riqueza total, seguidas de Charophyta (7 especies, 18%) las Chlorophyta (7 especies, 18%), Cyanobacteria (1 especies, 3%) y Miozoa (1 especies, 3%). Figura 4.

Figura 4. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a los resultados por estación como se aprecia en el Cuadro 5.4, las Bacillariophyta estuvieron presentes en todas las estaciones, siendo más abundantes en MQ-1 con 15 especies, todas de esta división. Esta misma estación tuvo mejor composición y riqueza, se colectaron 20 especies distribuidas en las 5 divisiones registradas para el área de operaciones.

Cuadro 5.4. Composición y número de especies del fitoplancton por estación

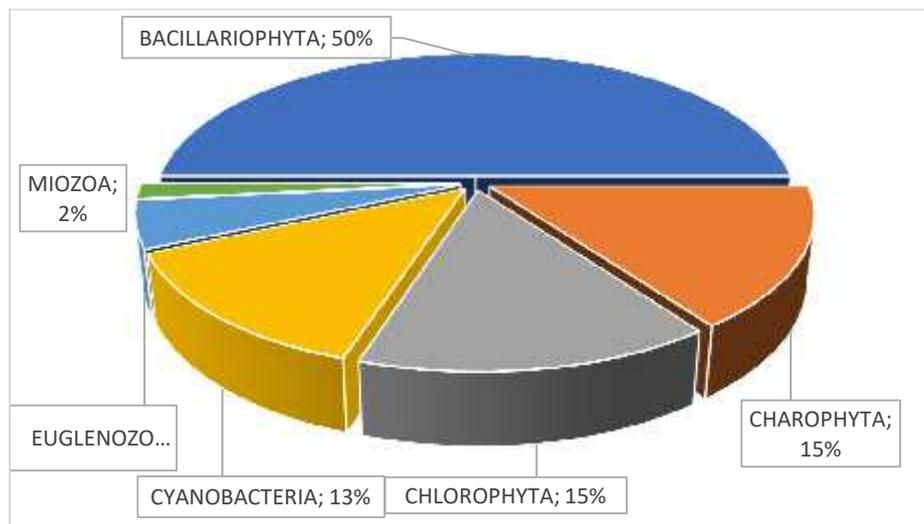
DIVISION	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
OCHROPHYTA	9	12	10	9	8	6	15	12	8	10	12	24
CHAROPHYTA		1		5	4	2	1	1	1	2	3	7
CHLOROPHYTA		1	1	4	1	1	2			3	1	7
CYANOBACTERIA		2		2		1	1	1		1	1	1
MIOZOA							1					1
TOTAL	9	16	11	20	13	10	20	14	9	16	17	40

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 60 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones, 50% Ochrophyta, 15% Charophyta, 9% Chlorophyta, 13% Cyanobacteria 5% Euglenozoa 2% Miozoa como se aprecia en la Figura 5.

Figura 5. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.5, las Bacillariophyta se registraron en todas las estaciones y es el grupo de mayor riqueza. La estación con mayor riqueza de especies fueron QLCHR-01 y QLVIZ-04 con 28 especies respectivamente.

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

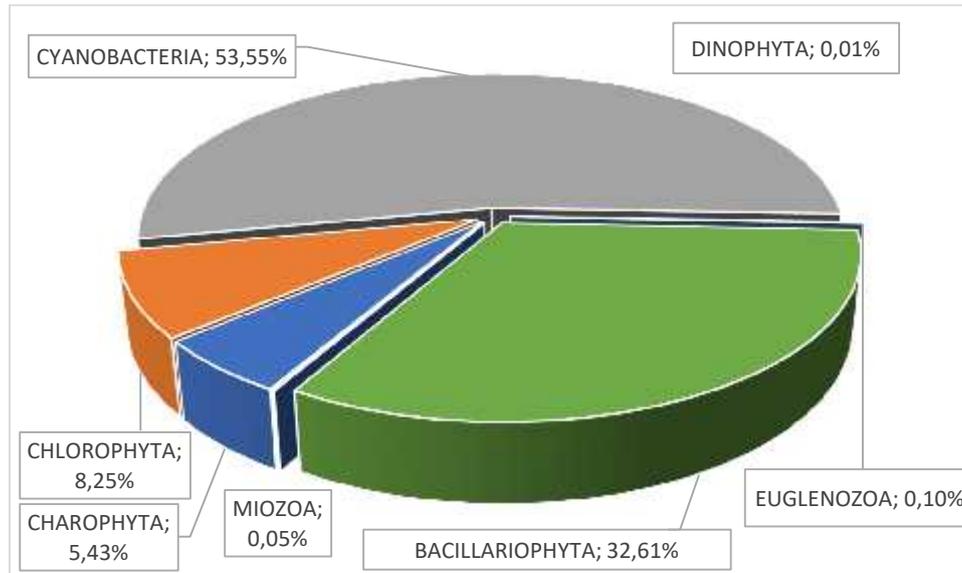
DIVISIÓN	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
OCHROPHYTA	15	17	13	15	13	11	3	13	4	13	16	30
CHAROPHYTA	3	3	2	1	3	3		3	1	6	3	9
CHLOROPHYTA	2	2	3	2	1	8		3	2	2	4	9
CYANOBACTERIA	4	3	4	2	1	5	1	3	2	4	1	8
EUGLENOZOA						1				2		3
MIOZOA	1	1			1					1	1	1
TOTAL	25	26	22	20	19	28	4	22	9	28	25	60

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (53.55%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 6). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,93 a 4,51 bits/Individuo). Para la presente temporada se obtuvo una diversidad alta (3.346 bits/Individuo).

Figura 6. Distribución porcentual de la abundancia total del Fitoplancton por división (célula/ml).



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en el cuadro 5.6, se registró una mayor abundancia en la temporada seca del año 2020. Sin embargo, en esta temporada y en las secas del 2021 y 2022 el registro de diversidad fue menor respecto a las temporadas húmedas. Esto debido al efecto que el aumento de caudal producto de las lluvias que provocan cambio en la diversidad y composición plantónica de los ríos. En general, pero principalmente en la temporada húmeda del 2021 y 2022 se registró alta diversidad y riqueza en las zonas de evaluación.

En el comparativo total predomina en abundancia la división Cyanobacteria (53%) seguido de Bacillariophyta (32%) y Chlorophyta (8.25%). Esto debido a que en la temporada seca del 2020 se registro alta abundancia para la división Cyanobacteria, pero en los años siguientes el grupo predominante fue el phylum Bacillariophyta seguido de Cyanobacteria y Chlorophyta. Esta variación puede estar debida a una condición particular del medio acuático propio de la temporada seca del 2020 pero que no es un patrón constante en los ríos muestreados.

Como se aprecia en el Cuadro 5.6, 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 las temporadas seca 2020 y 2021, donde hubo una marcada dominancia de la división Cyanobacteria en la primera y de Ochrophyta en la segunda.

En la temporada seca 2020, el nivel del agua en los cuerpos de agua evaluados fue muy bajo en comparación a las otras dos temporadas evaluadas (TH 2021 y TS 2021). Asimismo, 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.

Cuadro 5.6. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación.

Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
CHAROPHYTA	19,721	443	92	87	209	20,552
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	514	3,860	383	31,235
CYANOBACTERIA	199,700	543	542	1,399	693	202,877
DINOPHYTA	0	17	10	4	0	31
EUGLENOZOA	301	35	4	34	7	381
BACILLARIOPHYTA	77,009	7,744	12,405	5,180	21216	123,554
MIOZOA	0	0	0	0	199	199
Número de especie (S)	80	67	63	74	61	-
Número de individuos (N)	321,432	10,559	13,567	10,564	22,707	378,829
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	6.73	7.81	5.98	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.44	0.65	0.56	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	2.64	4.04	3.35	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.93	0.71	0.88	0.83	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.1.4.1. OPERACIONES

En esta temporada de evaluación se han registrado 6197 células/ml de fitoplancton para el área de operaciones. El grupo predominante en abundancia fue el phylum Bacillariophyta con el 89% del total registrada. Grupos como Cyanobacteria, Chlorophyta y Charophyta presenta una menor abundancia, 6%, 3% y 1% respectivamente. Esta predominancia del phylum Bacillariophyta se ha mantenido a lo

largo de los monitoreos excepto en la temporada seca del 2020 donde se obtuvo mayor abundancia del grupo Cyanobacteria.

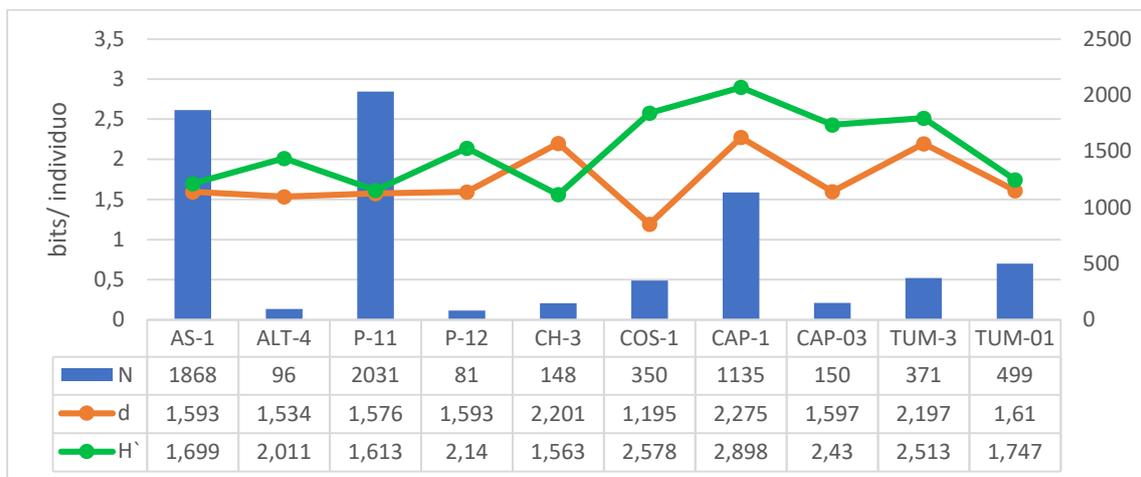
En el cuadro 5.7 podemos observar que los puntos de mayor abundancia fueron el AS-1 (1868 células/ml) y el P-11 (2031 células/ml) Ambos puntos ubicados antes de ingreso del río Asana al túnel de desvío en quebrada Quellaveco. Aguas abajo en el río Asana, Coscore, Tumilaca y Moquegua los valores de abundancia están por debajo de las 500 células/ml.

Cuadro 5.7. Abundancia total de especies del fitoplancton por estación (Operaciones)

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	1858	96	2025	79	139	300	597	148	310	467	178	6197
CHAROPHYTA	8	0	0	2	8	10	36	0	5	3	1	73
CHLOROPHYTA	0	0	0	0	1	10	196	2	3	9	2	223
CYANOBACTERIA	2	0	6	0	0	30	306	0	53	20	18	435
MIOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.2. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación, operaciones.



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En general, los valores de diversidad obtenidos muestran resultados bajos y medios. En el río Asana la diversidad más alta fue la registrada en quebrada Altarani (2.011 bits/individuos). En cambio, en los puntos AS-1 y P-11 ubicados antes del desvío del río los valores fueron 1.7 y 1.6 bits/individuo respectivamente. En el punto P-12 a la salida del túnel y aguas abajo el COS-1 se obtuvo 2.1 y 2.6 bits/individuo respectivamente, valores de diversidad por encima de los puntos antes del ingreso al túnel.

6.2.1.1.4.2. ABASTECIMIENTO

Al igual que en la zona de operaciones en abastecimiento también existe predominancia del phylum Bacillariophyta con un 95% de la abundancia total. En suma, los otros grupos conformados por Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Miozoa conforman el otro 5%.

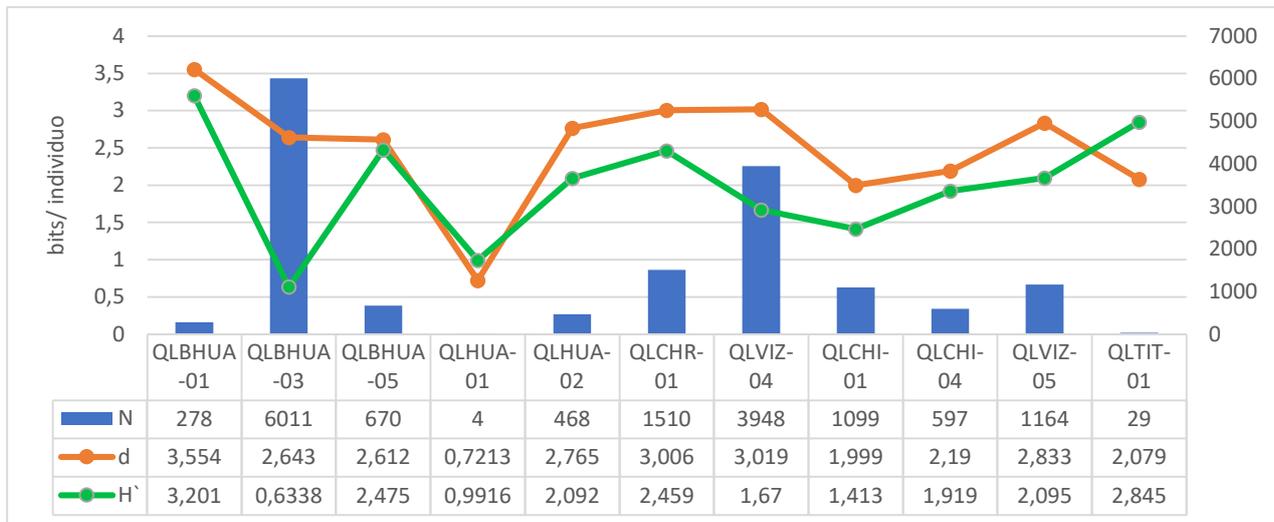
En los puntos ubicados antes de la represa Vizcachas la mayor abundancia registrada fue en el punto QLBHUA-03 (bofedal de Huachunta) con 6011 células/ml seguido del punto QLVIZ-04 (posterior a represa Vizcachas) con 3948 células/individuo. Los cambios en abundancia de perifiton están con relación a la disponibilidad de nutrientes y sustratos para el desarrollo de estos organismos los cuales varían en cada punto de monitoreo por lo cual se obtiene valores desde 4 células/ml en el punto QLHUA-01 a los más altos ya descritos.

Cuadro 5.8. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación (Abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	153	5929	548	4	456	1408	3727	1078	585	1117	14	15019
CHAROPHYTA	57	9	2	0	4	12	31	4	4	10	3	136
CHLOROPHYTA	11	56	12	0	1	50	8	9	2	4	7	160
CYANOBACTERIA	55	15	108	0	7	40	8	8	6	6	5	258
EUGLENOZOA	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	7
MIOZOA	2	2	0	0	0	0	168	0	0	26	0	198

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 7. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación, operaciones.



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en la Figura 7, se obtuvo una diversidad media en la mayoría de estaciones de monitoreo para alta montaña. Solo la estación QLBHUA-01 presenta alta diversidad (3.2 bits/individuo), este punto se ubica en un bofedal de Huachunta y tiene baja abundancia. Lo contrario sucede con otro punto de monitoreo ubicado en la misma zona QLBHUA-03 que posee alta abundancia, pero conformada principalmente (>95%) por el phylum Bacillariophyta, esto se refleja en el valor de diversidad obtenida (0.63 bits/individuo) por debajo de la media.

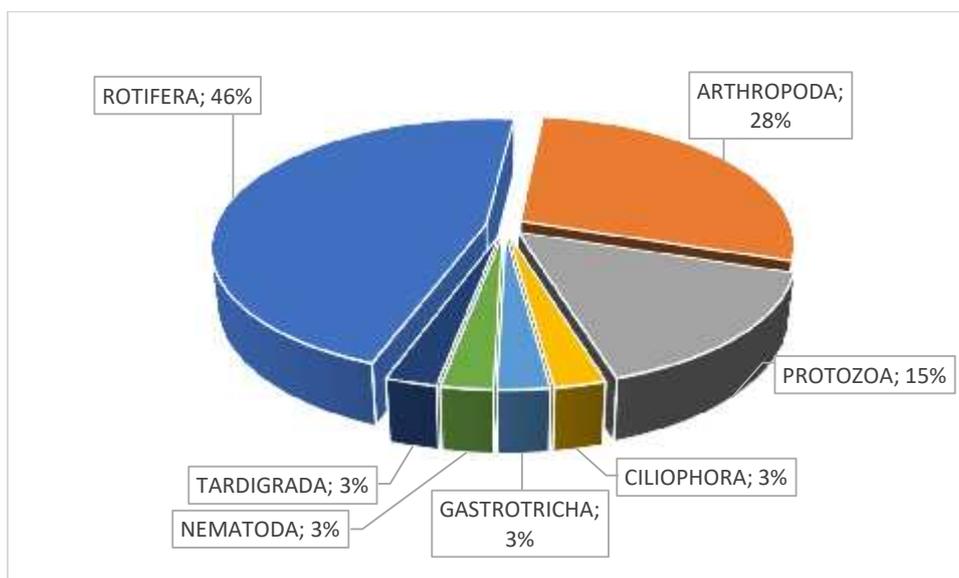
6.2.1.2. ZOOPLANCTON

6.2.1.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

Para la presente temporada se tiene 39 especies agrupadas en diez phyla. En la composición total se predomina el phylum Rotifera (46%) seguido de Arthropoda (28%), Protozoa (15%), Ciliophora (3%), Gastrotrichia (3%), Nematoda (3%), Tartigrada (3%).

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos se ha mantenido con un mayor registro de especies en temporadas húmedas, para el presente año 2022 la diferencia ha sido de una especie. El grupo dominante fue Rotifera (46%) seguido de Arthropoda (28%), Protozoa (15%), Cilophora, Gastrothichicha, Nematoda y Tartigrada con 3% cada una.

Figura 5.3. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.9. Composición y riqueza de zooplancton por temporadas.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
ROTIFERA	11	22	8	14	18
AMOEBOZOA	5	12	5	9	
ARTHROPODA	7	11	9	7	11
CERCOZOA	4	6		5	
CILIOPHORA	2	2	2	2	1
NEMATODA	1	1	1	1	1
TARDIGRADA	1	1			1
GASTROTRICHA				1	1
EUTARDIGRADA				1	
PROTOZOA					6
Total	31	55	25	40	39

Elaboración: ASILORZA, 2022.

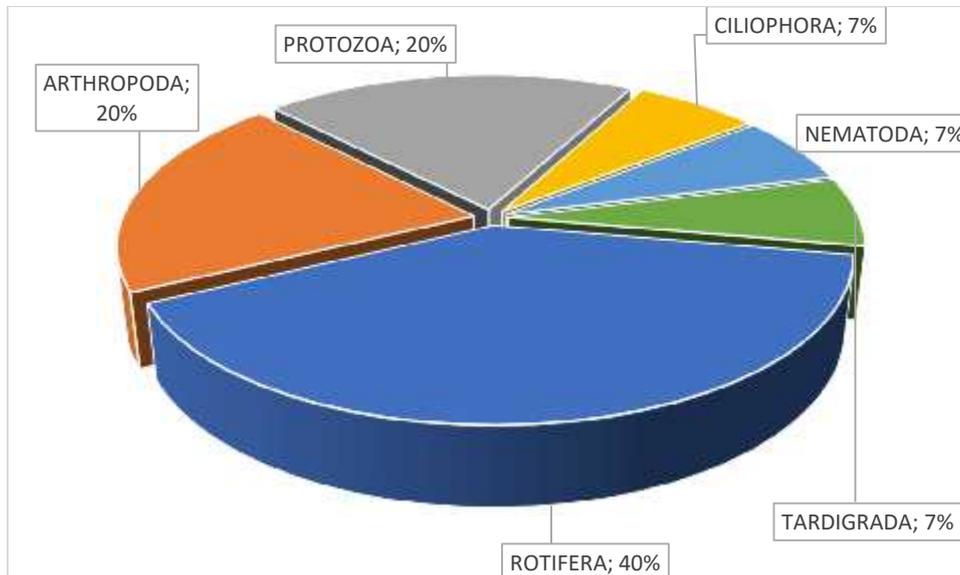
6.2.1.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 15 especies distribuidas en 6 phylum, cuya riqueza corresponde a Rotifera 6 especies (40%), seguido de los Arthropoda (3 especies, 20%), Protozoa (3 especies, 20%), Ciliophora (1 especies, 7%), Nematoda (1 especies, 7%) y Tartigrada (1 especies, 7%). Figura 8.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.10, la estación con mayor riqueza de especies fue la CAP-01 con 9 especies, seguida de P-11 con 7 especies. Los grupos Rotifera, Arthropoda y Nematoda están presentes en la mayoría de las estaciones.

Figura 8. Composición y riqueza por división del Zooplancton, operaciones



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.10. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
ARTHROPODA	1	1	1	3		2	1	1			2	3
CILIOPHORA	1	1										1
NEMATODA		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
PROTOZOA	1		2	3	1	1		1				3
ROTIFERA	1	1	2	2	1	1	3	3		2	1	6
TARDIGRADA	1	1			1			1			1	1
TOTAL	5	5	5	9	4	5	5	7	1	3	5	15

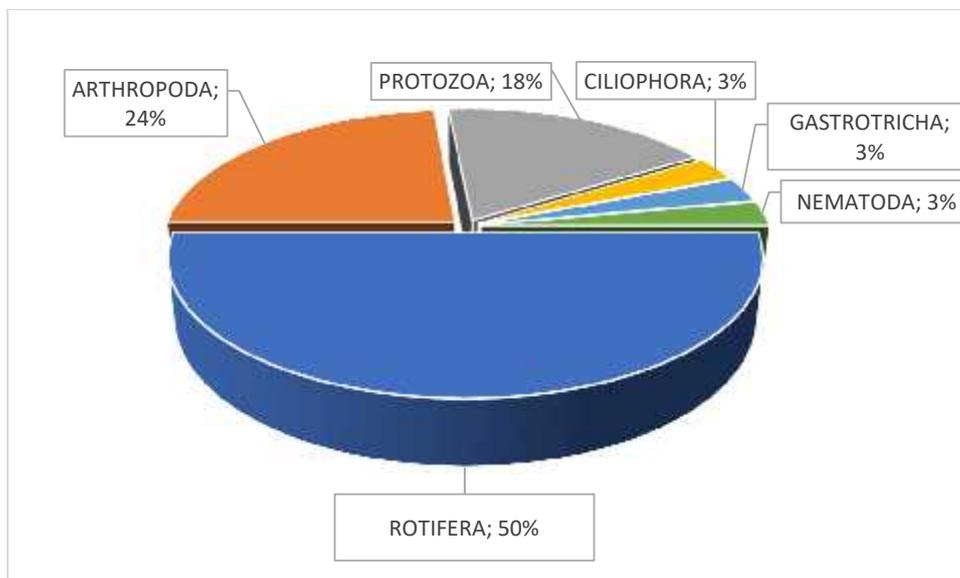
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 34 especies distribuidas en 6 phyla siendo los más diversos los Rotifera que registraron el 50% del total (17 especies), Arthropoda (8 especies, 24%), Protozoa (6 especies, 18%), seguidas de los Ciliophora (1 especies, 3%), Gastrotrichia (1 especies, 3%) y Nematoda (1 especie, 3%). Figura 9.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.11, la estación con la mayor riqueza de especies fue QLVIZ-05 con 20 especies, seguida de QLBHUA-01 y QLBHUA-03 con 17 especies en cada uno. Los Arthropoda, Nematoda y Rotifera fueron registrados en la mayoría de las estaciones.

Figura 9. Composición y riqueza por división del Zooplancton, abastecimiento.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
ARTHROPODA	5	4	4	5		4	2	1		6	7	8
CILIOPHORA	1	1						1			1	1
GASTROTRICHA	1											1
NEMATODA	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1
PROTOZOA	4	2	2	2	1	3					1	6
ROTIFERA	5	9	4	7	1	4	1	3		7	10	17
TOTAL	17	17	11	14	3	12	4	6	1	13	20	34

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Como se aprecia en el Cuadro 5.12, se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2022. En el análisis acumulado, la abundancia se distribuyó en Rotifera (37%) seguido de los Arthropoda (19%), Amebozoa (16%) y Ciliophora (11%).

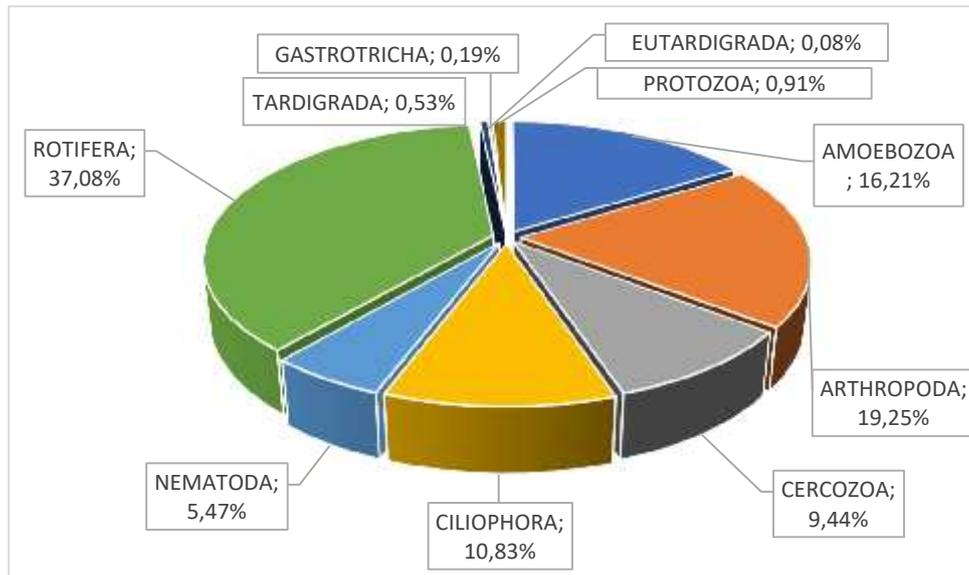
Los valores de diversidad total variaron de intermedios a altos. Las temporadas secas del 2020 y 2021 registran diversidad media con 2.96 y 2.92 bits/individuo respectivamente. En cambio, en las temporadas húmedas del 2021 y 2022 se obtuvo alta diversidad con valores de 5.03 y 4.31 bits/individuo. Para la presente temporada se obtuvo alta diversidad (4.09 bits/individuo) respecto a las temporadas secas anteriores.

Cuadro 5.12. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación.

Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
AMOEBOZOA	212	229	30	743	0	1,214
ARTHROPODA	117	262	487	159	417	1,442
CERCOZOA	47	78	0	582	0	707
CILIOPHORA	73	53	23	619	43	811
NEMATODA	41	39	54	217	59	410
ROTIFERA	295	409	49	1,323	701	2,777
TARDIGRADA	19	13	0	0	8	40
EUTARDIGRADA	0	0	0	6	0	6
GASTROTRICHA	0	0	0	13	1	14
PROTOZOA	0	0	0	0	68	68
Número de especie (S)	31	55	25	40	39	0
Número de individuos (N)	804	1,083	643	3,662	1297	7,489
Riqueza de Margalef (d):	8.67	12.9	9.31	4.75	5.3	0
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.44	0.73	0.45	0.81	0.77	0
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.96	5.03	2.92	4.31	4.09	0
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.94	0.73	0.93	0.91	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.4. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por phylum (célula/ml).



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.13 se registró una alta abundancia en dos grupos predominantes: Arthropoda y Rotifera con 44.4 % y 34.3% respectivamente. En menor medida se registró Nematoda (9.8%), Protozoa (7.7%), Tartigrada (2.7%) y Ciliophora (1.0%).

Por estación de monitoreo

Se obtuvo un total de 297 células/ml. En los puntos AS-1, ALT-4 y P-11, que se ubican antes del desvío del río Asana la abundancia estuvo entre 15-30 células/ml. Aguas abajo del túnel, P-12 y COS- la abundancia estuvo entre 2 y 12 células/ml.

Cuadro 5.13. Abundancia de Zooplancton por estación de monitoreo MAP-TS (operaciones).

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
ARTHROPODA	1	1	1	0	0	3	8	111	3	0	4	132
CILIOPHORA	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
NEMATODA	5	0	7	2	6	3	1	0	1	3	1	29
PROTOZOA	0	1	1	0	5	1	9	6	0	0	0	23
ROTIFERA	6	25	10	0	3	5	18	7	3	6	19	102
TARDIGRADA	2	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	8

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en la Figura 5.10, los puntos de monitoreo ubicados antes del túnel de desvío presentan diversidad intermedia con 2.4 bits/individuo como valor máximo en la estación P-11. Para los puntos ubicados aguas abajo de dicho túnel se tiene baja diversidad en dos estaciones e intermedia para el resto con valores que van desde 1.51 bits/individuo en el TUM-01 (Pte. Tumilaca) a 2.51 bits/individuo en TUM-3.

Figura 10. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación de monitoreo en operaciones.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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

6.2.1.2.4.2. ABASTECIMIENTO

La abundancia acumulada, como se aprecia en el Cuadro 5.14 estuvo distribuida en Rotifera (59.9%), Arthropoda (28.5%) y otros grupos de menor abundancia como Ciliophora (4%), Protozoa (4.5%), Nematoda (3%) y Gastrotricha (0.1%).

En los puntos ubicados antes de la represa de Vizcachas la abundancia estuvo entre 4 y 116 células/ml, siendo el punto QLBHUA-03 con 116 células/ml el que mayor abundancia presentó. En comparativa, los puntos ubicados aguas abajo QLVIZ-04 y QLVIZ-05 tienen 265 y 419 células/ml respectivamente.

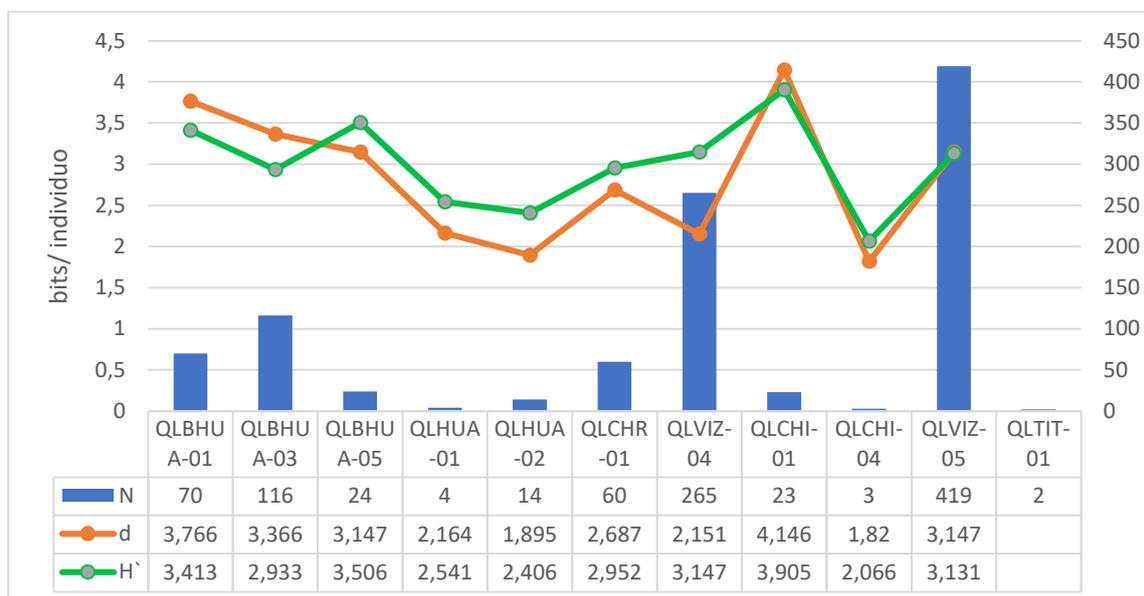
Cuadro 5.14. Abundancia de zooplancton por estación de monitoreo MAP-10 TS (abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
ARTHROPODA	21	30	5	2	1	35	103	8	0	80	0	285
CILIOPHORA	2	2	0	0	1	0	0	0	0	35	0	40
GASTROTRICHA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NEMATODA	2	9	4	1	1	1	0	0	1	9	2	30
PROTOZOA	11	7	5	0	0	16	0	3	1	2	0	45
ROTIFERA	33	68	10	1	11	8	162	12	1	293	0	599

Elaboración: ASILORZA, 2022

Como se muestra en la Figura 11, se han obtenido valores de diversidad intermedios- altos en las estaciones ubicadas antes y después de la represa Vizcachas, registrándose los valores más altos del índice de Shannon – Wiener en las estaciones QLCHI-01 (3.9 bits/individuo), QLBHUA-05 (3.5 bits/individuo), QLBHUA-01 (3.4 bits/individuo) y QLVIZ-04 (3.1 bits/individuo).

Figura 11. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación de monitoreo (abastecimiento).



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2. BENTOS

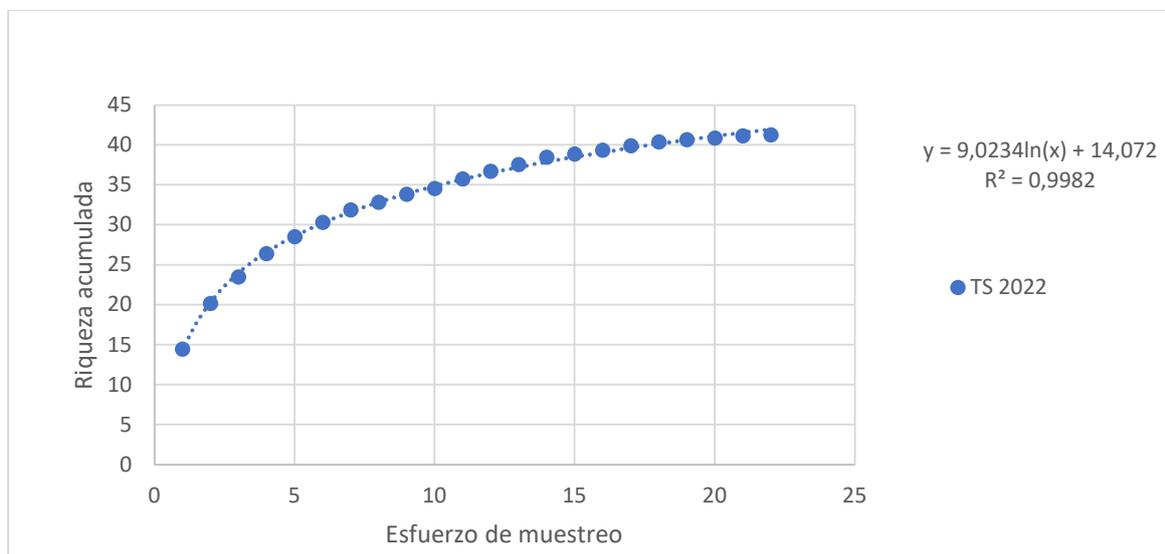
6.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados hasta la temporada húmeda 2022 incluye 112 especies, para el presente monitoreo se tiene un registro total de 41 especies divididos en 4 phylum como se aprecia en el cuadro 5.15.

El análisis de curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo indica que en general el esfuerzo fue superior al 99% de lo predicho por los métodos no paramétricos (Chao2) lo que indica que la calidad de la evaluación fue idónea por ser mayor al 70% (Moreno y Halffter 2000; 2001).

En el Cuadro 5.15 se observa que la mayor riqueza se ha registrado en la temporada seca del 2021. 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. En el caso de la Temporada húmeda 2022 se registraron 20 nuevas especies para el área de evaluación.

Figura 5.5. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados MAP-10 TS.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.15. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación.

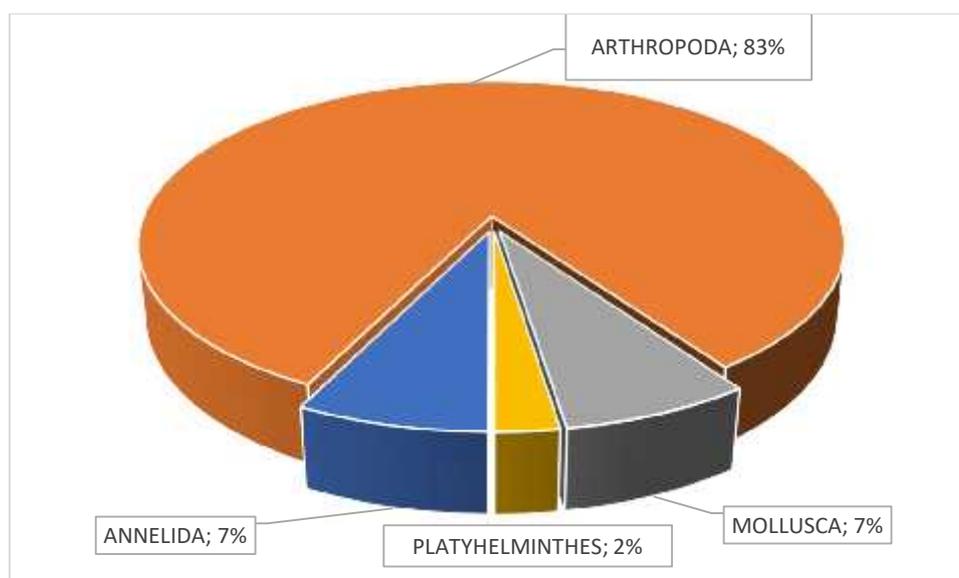
Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
ANNELIDA	4	3	6	5	3
ARTHROPODA	55	31	88	49	34
MOLLUSCA	-	1	4	4	3
NEMATODA	1	-	1	-	-
PLATYHELMINTHES	-	1	2	1	1
Total	60	36	101	59	41

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En esta temporada de evaluación (2022 TS) los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cuatro phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 34 especies (83%), seguido de los phylum Annelida (3 especies, 7%), Mollusca (3 especies, 7%), Platyhelminthes (1 especie, 2%). El phylum Nematoda no fue reportado para esta temporada. Figura 12.

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).

Figura 12. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum MAP-10 TS.



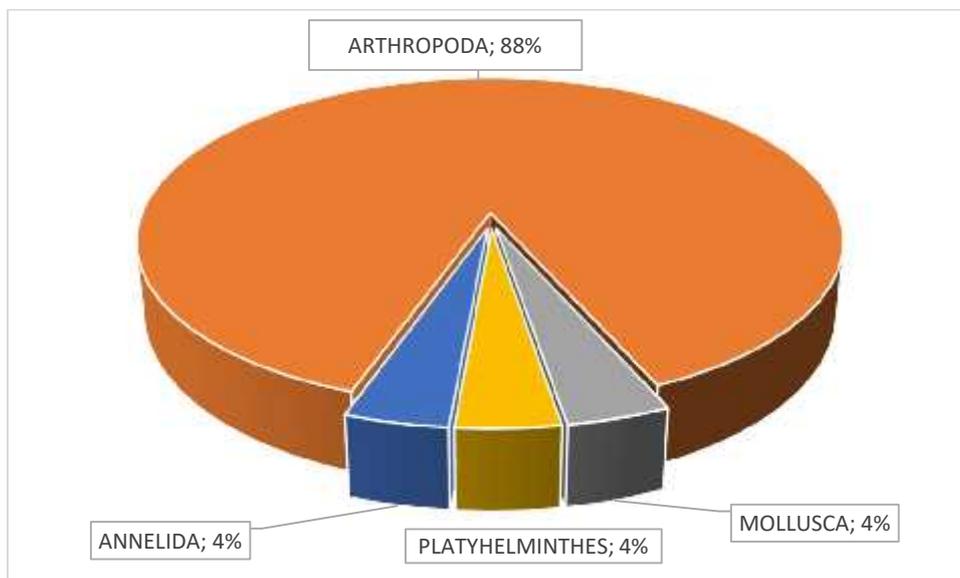
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 12 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 4 phyla. Como se aprecia a en la Figura 13, los Arthropoda fueron los más diversos en términos de riqueza de especies agrupando el 88% de las especies registradas; mientras que los Annelida, Mollusca y Platyhelminthes corresponden al 1% cada una.

Figura 13. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.16, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Las estaciones COS-1 y P-11 fueron las que registraron el mayor número de especies; mientras que en la estación MQ-1 se registró especies de los 4 phyla colectados en el área de estudio siendo esta estación la que presentó mejor composición durante la última temporada.

Cuadro 5.16. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-1	TUM-3	TOTAL
ANNELIDA	1	1	1		1		1				1	1
ARTHROPODA	11	15	12	13	15	18	13	18	12	12	12	22
MOLLUSCA			1				1					1
PLATYHELMINTHES							1					1
TOTAL	12	16	14	13	16	18	16	18	12	12	13	25

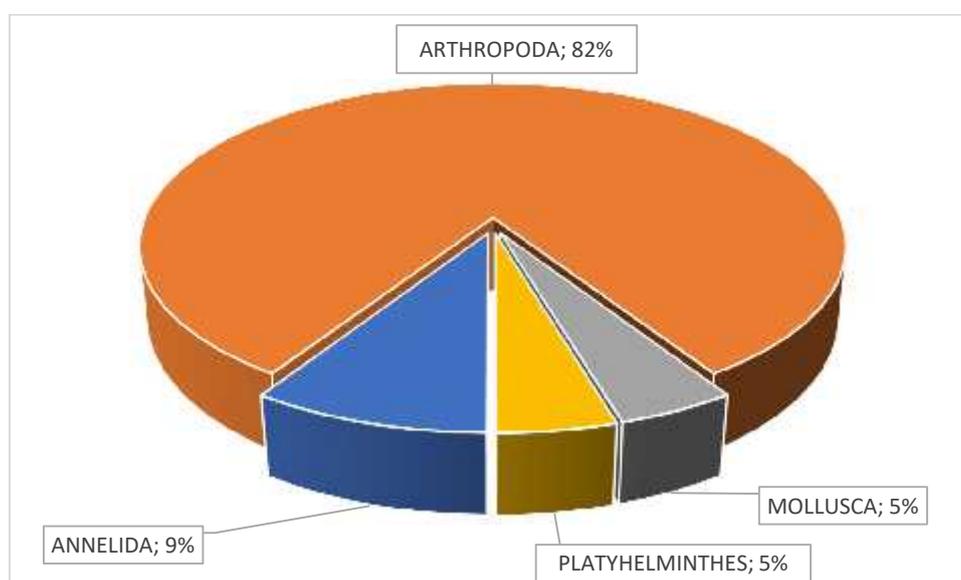
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registró un total de 22 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 4 phyla. En la Figura 14 se observa la composición y riqueza de especies por división. El phylum que presentó una mayor riqueza de especies fue el Arthropoda con 18 especies que corresponde al 82% del total; seguido de los phyla Annelida (2 especies, 9%), Platyhelminthes y Mollusca (1 especie y 5% cada uno).

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.17, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio durante todas las temporadas evaluadas; se registró un número alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 14. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.17. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
ANNELIDA	1	1	1	1	2	2		1		1		2
ARTHROPODA	12	12	11	12	12	13	8	15	6	11	12	18
MOLLUSCA	1		1									1
PLATYHELMINTHES								1				1
TOTAL	14	13	13	13	14	15	8	17	6	12	12	22

Elaboración: ASILORZA, 2022.

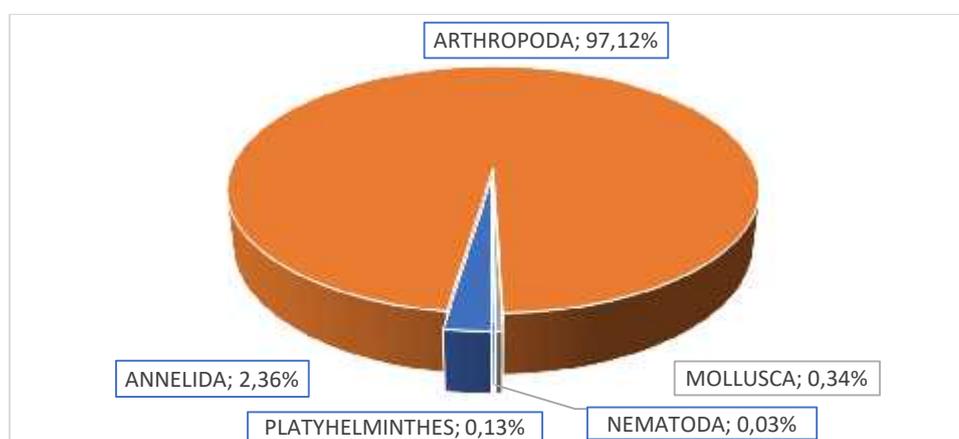
6.2.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

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 40274 organismos/muestra para esta temporada.

El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 15, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta.

Los valores de diversidad registrados fueron altos al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando un valor de 3.19 bits/individuo en el primer caso y de 3.77 bits/individuo en el otro. Asimismo, los resultados en diversidad de Simpson fueron altos y en equidad de Pielou se obtuvo un valor intermedio. En ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda.

Figura 15. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por Phylum.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.18. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
ANNELIDA	115	41	940	302	515	1913
ARTHROPODA	8359	3493	21656	5615	39639	78762
MOLLUSCA		30	27	130	88	275
NEMATODA	2		21			23
PLATYHELMINTHES		9	73	20	5	107
Número de especie (S)	60	36	96	59	41	-
Número de individuos (N)	8476	3588	22717	6067	40247	81095
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	9.47	6.66	3.77	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.69	0.69	0.59	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	4.51	4.07	3.19	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-Λ')	0.76	0.89	0.92	0.91	0.80	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el siguiente cuadro se registró una densidad alta de especies predominando los Arthropoda (20804 Org./ 1.08 m² , 99% del total).

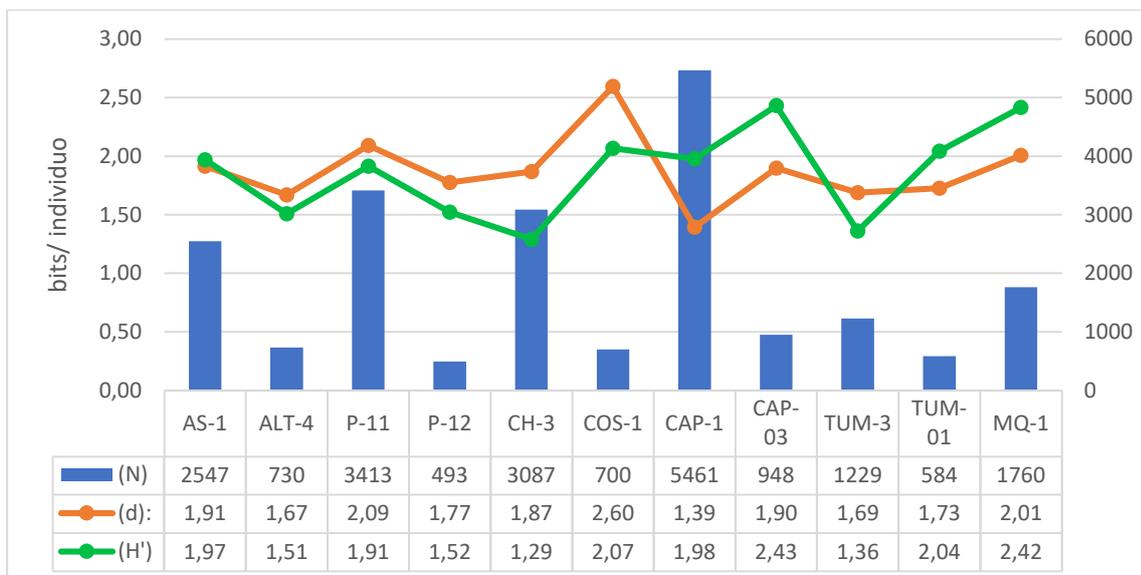
Como se aprecia en la Figura 16, en todas las estaciones de monitoreo se obtuvo valores moderados de diversidad. La estación CAP-01 registro la mayor abundancia con 5461 Org./ 1.08 m² y valores moderados de la diversidad ($H' = 1.98$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H' = 1.39$ bits/individuos). La estación CAP-3 registró la mayor diversidad ($H' = 2.43$ bits/individuos) y una riqueza de especies de Margalef moderada ($H' = 1.90$ bits/individuos).

Cuadro 5.19. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phylum	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
ANNELIDA	3	1	0	0	2	0	0	112	1	0	3	122
ARTHROPODA	2544	729	3413	493	3085	700	5461	819	1228	584	1748	20804
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	8	25
PLATYHELMINTHES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 16. Comparación de la abundancia y diversidad de Macroinvertebrados por estación



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.2. ABASTECIMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.20, la abundancia total de especies en la zona de Abastecimiento fue de 19295 Org./ 1.08 m2. Los Arthropoda registraron el 98% de la abundancia total (18835 Org./ 1.08m2).

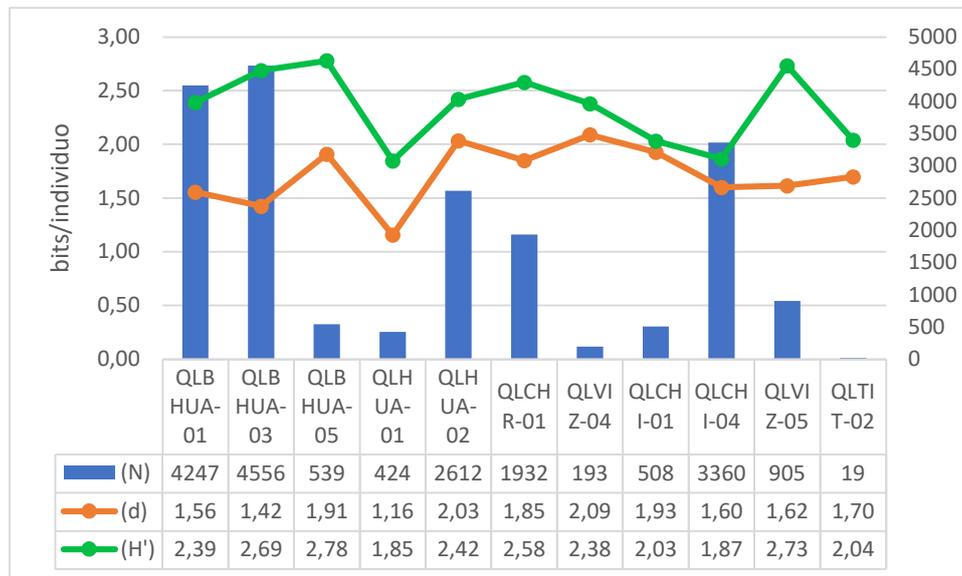
Como se muestra en la Figura 17, en todas las estaciones los resultados de diversidad fueron moderados ($H' = 1.85$ a 2.78 bits/individuos); La estación QLBHUA-03 registró la mayor abundancia con 4556 Org./ 1.08 m2 y valores moderados de la diversidad ($H' = 2.88$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H' = 2.69$ bits/individuos). Con respecto a la estación QLTIT-02, registro una diversidad moderada y una riqueza de especies de Margalef moderada ($d = 1.7$ bits/individuos).

Cuadro 5.20. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phylum	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-02	TOTAL
ANNELIDA	233	13	2	0	3	120	12	2	8	0	0	393
ARTHROPODA	4009	4543	479	424	2605	1812	181	506	3352	905	19	18835
MOLLUSCA	5	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	63
PLATYHELMINTHES	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 17. Comparación de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados por estación



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

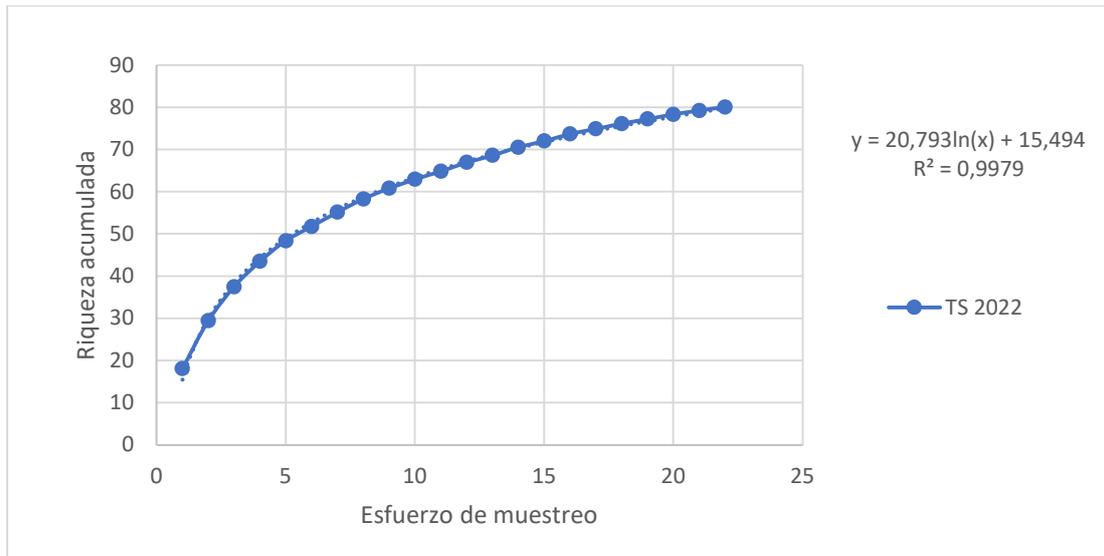
6.2.3. PERIFITON

6.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del perifiton de las cuatro evaluaciones realizadas hasta la temporada húmeda del 2022 incluye 161 especies. Como se aprecia en la Figura 18 y en Cuadro 5.21, la riqueza se incrementó durante los monitoreos 2021 TS y 2022 TH. En la temporada seca 2020 se registraron 90 especies, incrementándose a 97 especies en la temporada húmeda 2021, identificándose 13 especies como nuevos registros, haciendo un total acumulado de 113 especies. En la temporada seca 2021 se registraron 112 especies de las cuales 17 representan nuevos registros para el área evaluada. En la temporada húmeda 2022 la riqueza de especies se incrementó en 31 especies, registros nuevos para el área de evaluación. Para la presente evaluación el registro fue de 79 especies.

La curva de acumulación de especies muestra que el esfuerzo de muestreo fue superior al 70%. Por tanto, la calidad de la evaluación fue idónea.

Figura 18. Curva de acumulación de especies del perifiton del área de estudio MAP-10 TS.

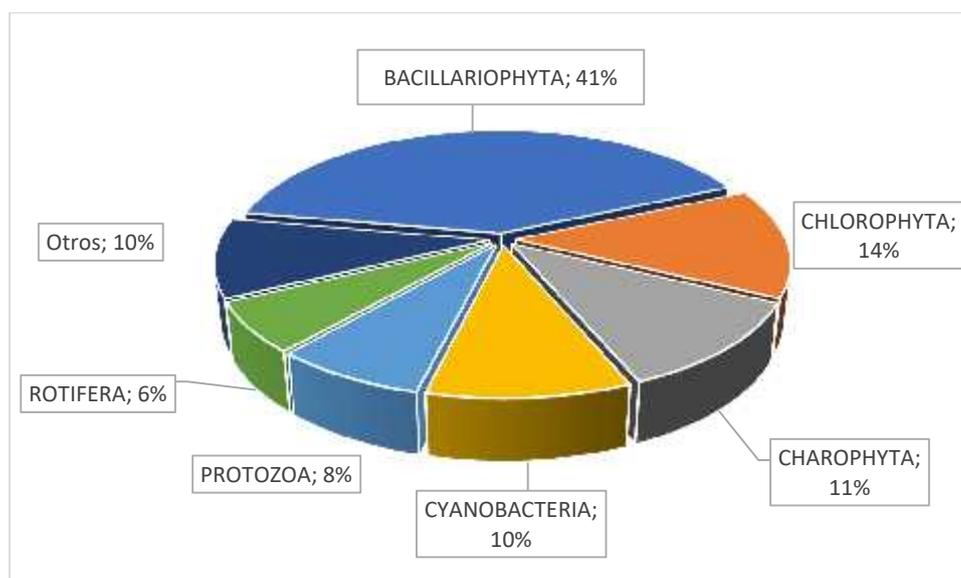


Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a la distribución de especies, como se muestra en la Figura 19 la composición de especies estuvo distribuida en 12 taxones, 2 menos respecto al total de acumulado hasta la fecha. 5 de ellas corresponde a microinvertebrados (Arthropoda, Ciliophora, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta).

Para esta temporada los taxones con mayor riqueza de especies fueron; Bacillariophyta, 41% del total, seguido de Chlorophyta (14%), Charophyta (11%), Cyanobacteria (10%), Protozoa 8%. Rotifera (6%) y otros con 10%.

Figura 19. Composición porcentual del Perifiton.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.21. Composición y número de especies de perifiton por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
AMOEBOZOA	1	2	3	2	-
ARTHROPODA	-	-	1	-	2
CERCOZOA	3	2	3	2	-
CHAROPHYTA	7	10	10	16	9
CHLOROPHYTA	21	21	22	19	11
CILIOPHORA	2	1	1	2	2
CYANOBACTERIA	12	12	17	15	8
DINOPHYTA	-	1	1	1	1
EUGLENOZOA	3	1	1	1	1
GASTROTRICHA	-	-	1	-	-
MIOZOA	-	-	-	-	-
NEMATODA	1	1	1	1	1
PROTOZOA	-	-	-	-	6
ROTIFERA	1	2	5	1	5
TARDIGRADA	-	-	1	-	1
BACILLARIOPHYTA	39	44	44	42	32
Total	90	97	111	102	79

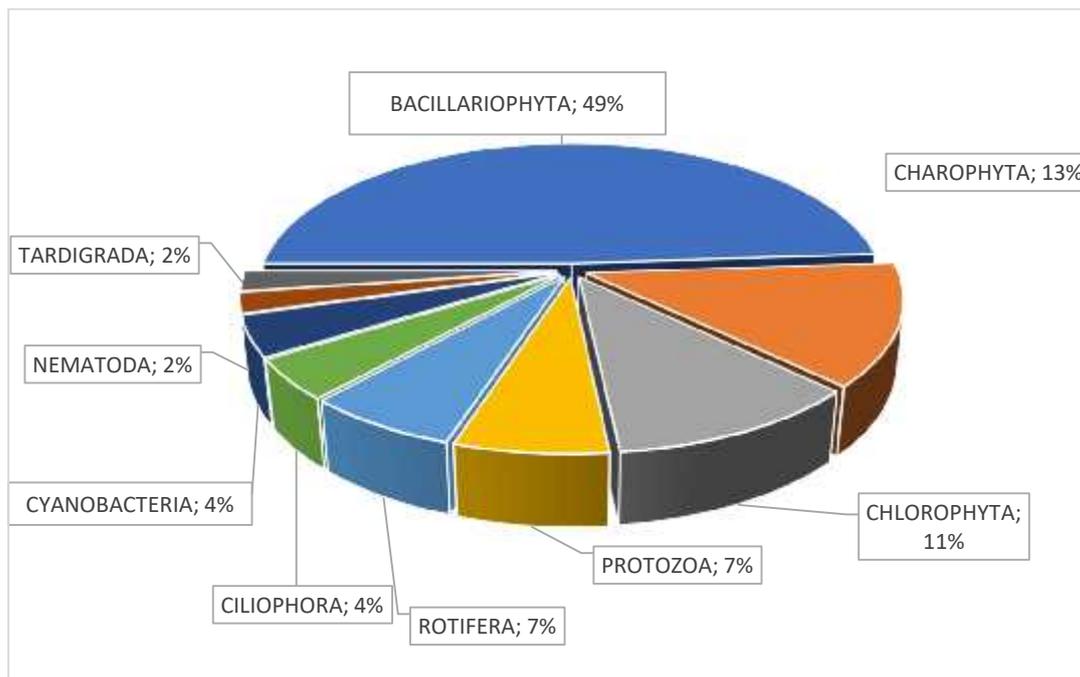
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.3.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 45 especies, cuya composición estuvo distribuida en 9 taxones, 49% Bacillariophyta, 13% Charophyta, 11% Chlorophyta, 7% Protozoa, 7% Rotifera y otros. Figura 20.

Figura 20. Composición y riqueza de perifiton



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.22, las Bacillariophyta y Cyanobacteria fueron registradas en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Las estaciones con mayor riqueza fueron MQ-1 con 21 especies, CH-3 y P-11 con 20 especies en cada estación y AS-1 con 19.

Cuadro 5.22. Composición y número de especies del Perifiton

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	9	10	11	7	10	7	11	11	11	12	7	22
CHAROPHYTA	1	2		4	1		1	1				6
CHLOROPHYTA	1			1	4		1	1				5
PROTOZOA				1	1		2	1				3
ROTIFERA	1	2			2		1	2	1			3

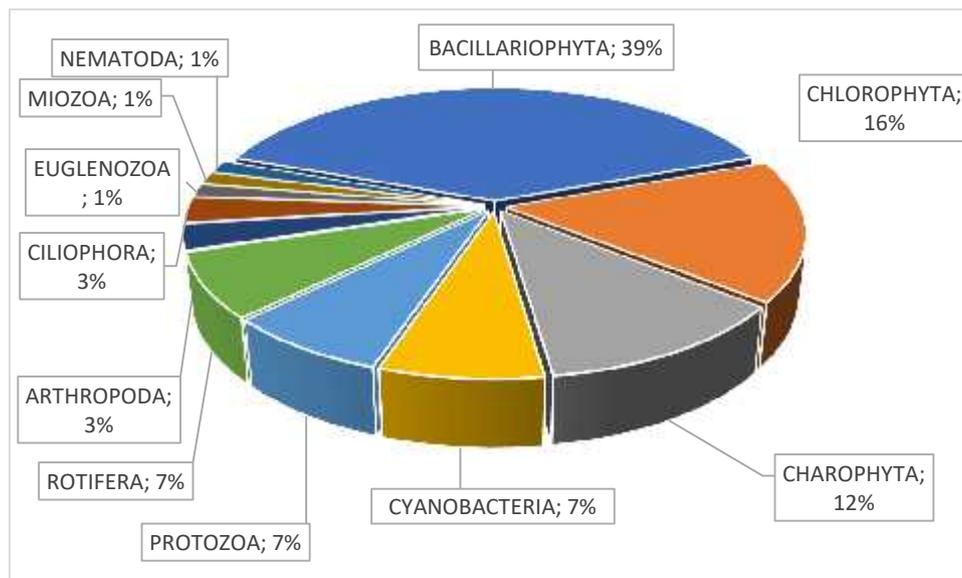
PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
CILIOPHORA		1	1	2			1	2		1		2
CYANOBACTERIA	1	3	2	1	1	1	3	1	2	1	1	2
NEMATODA		1		1	1		1	1	1	1		1
TARDIGRADA						1						1
TOTAL	13	19	14	17	20	9	21	20	15	15	8	45

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.2.2. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 67 especies del perifiton, distribuidos en 11 taxones, uno más que en la temporada húmeda anterior. Como se aprecia en la Figura 21, la riqueza de especies fue mayor en microalgas, siendo la más diversa Bacillariophyta con 39%, seguido de Chlorophyta con 16%, Charophyta con 12%, Cyanobacteria con 7% y 23% otros.

Figura 21. Composición y riqueza de perifiton.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.23, las Ochrophyta y Cyanobacteria fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. La estación QLTIT-02 se registró el menor número de especies, mientras que la estación QLCHR-01 registró el mayor número de especies (34 especies).

Cuadro 5.23. Composición y número de especies del perifiton

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	11	12	12	11	13	11	4	9	2	12	10	26
CHLOROPHYTA	3	4	1	4	3	8		4		3	4	11
CHAROPHYTA	5	2	1	2	1	4		1	1	5	1	8
CYANOBACTERIA	3	4	1	2	4	3	1	2	1	4	3	5
PROTOZOA	2	1	2			2	1	1		1	1	5
ROTIFERA	3		2	1	1	3	2	1		1	2	5
ARTHROPODA	1		1				1					2
CILIOPHORA	2	1	1			2						2
EUGLENOZOA										1		1
MIOZOA										1	1	1
NEMATODA			1	1		1		1		1	1	1
TOTAL	30	24	22	21	22	34	9	19	4	29	23	67

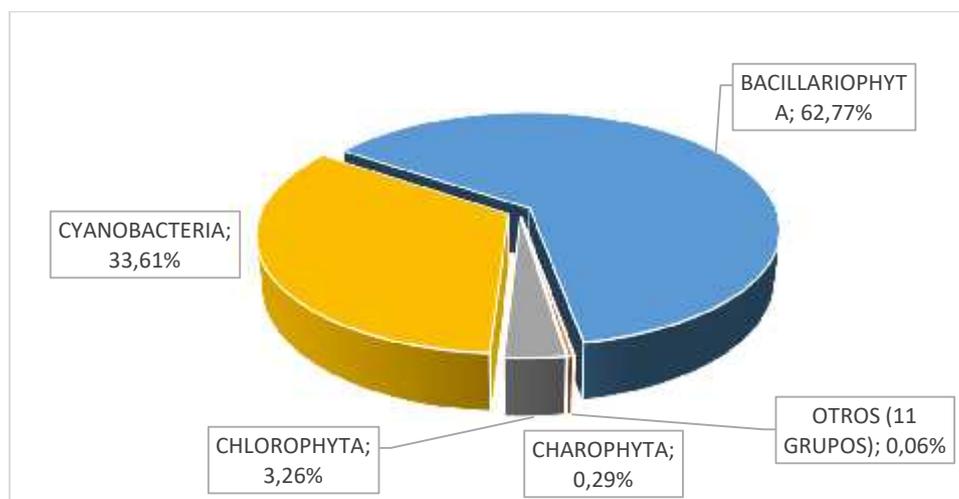
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron los resultados obtenidos en todas las estaciones de monitoreo de operaciones y abastecimiento para cada temporada de monitoreo. Se ha registrado un total de 1,812,966 células/mm² a la actualidad. Se evidencia una clara variación en cuanto a la abundancia obtenida para la temporada seca del 2021 con 1,534,915 células/mm² y lo registrado en otros monitoreos del 2020, 2021 y 2022 donde los resultados van desde 25,985 células/mm² en el presente monitoreo a 164,713 células/mm² en la temporada húmeda del 2022.

Existen dos grupos predominantes en las zonas de evaluación: Bacillariophyta con un 62.9% del total y Cyanobacteria 33.7%. El resto está conformado por 14 phylum que conforman el 3.4% restante.

Figura 5.6. Distribución porcentual total de la abundancia del perifiton por división (célula/mm²)



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.24. Abundancia y diversidad total de especies del Perifiton por temporada de evaluación.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
AMOEBOZOA	4	11	18	7	0	40
ARTHROPODA	0	0	1	0	7	8
CERCOZOA	17	32	207	20	0	276
CHAROPHYTA	179	504	3,873	242	522	5320
CHLOROPHYTA	3,511	5,879	44,551	4,804	510	59255
CILIOPHORA	17	24	61	57	74	233
CYANOBACTERIA	35,824	10,318	447,349	111,766	5005	610262
DINOPHYTA	0	17	112	2	0	131
EUGLENOZOA	27	5	11	2	2	47
GASTROTRICHA	0	0	3	0	0	3
NEMATODA	4	5	80	3	62	154
ROTIFERA	5	20	87	1	126	239
TARDIGRADA	0	0	3	0	2	5
BACILLARIOPHYTA	14,874	16,076	1,038,559	50,714	19551	1139774
PROTOZOA	0	0	0	0	40	40
MIOZOA	0	0	0	0	4	4
Número de especie (S)	90	97	113	102	80	0
Número de individuos (N)	54,462	32,891	1,534,915	164,713	25985	1812966
Riqueza de Margalef (d):	6.34	9.23	7.86	3.16	7.774	0
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.52	0.68	0.48	0.59	0.6722	0
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.76	4.54	3.28	3.12	2.946	0
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.68	0.93	0.78	0.83	0.9201	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En la temporada seca del año 2020 se obtuvo una diversidad intermedia (2.76 bits/individuo), en adelante se obtuvieron valores altos de diversidad de manera independiente a las temporadas húmeda o seca. En el presente monitoreo se obtuvo 2.94 bits/individuo en el índice de Shannon-Wiener siendo una diversidad intermedia y por debajo de las temporadas anteriores aunque es necesario más datos para poder establecer un patrón de cambio. En cuanto a los valores de riqueza de Margalef varían entre 3.16 y 9.23 bits/individuos siendo un valor alto para todas las temporadas de evaluación hasta el momento, el registro más bajo se dio en la temporada húmeda del 2022.

6.2.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.3.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.25 el grupo predominante es el de las Bacillariophyta con 89.32% del total seguido de Cyanobacteria con 7.27%. Los grupos restantes están compuestos por Charophyta, Chlorophyta, Ciliophora, Nematoda, Protozoa, Rotifera y Tartigrada que en conjunto son el 3.41% de la abundancia registrada.

En la zona de operaciones la mayor abundancia se registró en el punto TUM-01 (2990 células/mm²) ubicado en el Pte. Tumilaca, en abundancia le sigue la estación P-11 (1977 células/mm²). El punto con menor abundancia fue el TUM-3. Teniendo en cuenta las distancias entre los puntos se infiere que las variaciones en abundancia están relacionada a las condiciones de hábitat en cada estación como tipo de sustrato, profundidad, ancho del río, caudal, existencia de vegetación ribereña, etc.

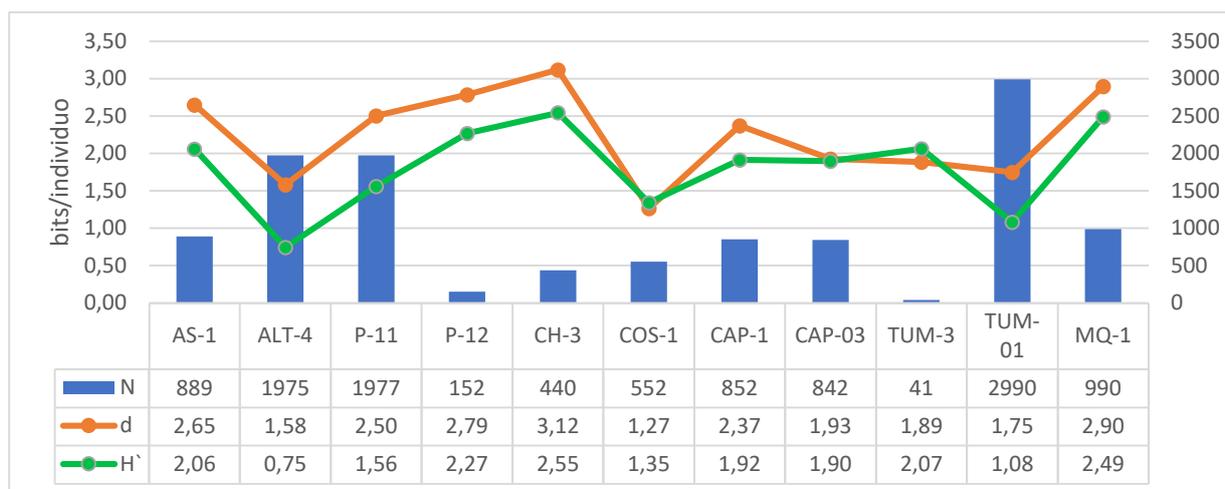
Cuadro 5.25. Abundancia total de especies del Perifiton (operaciones).

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	757	1915	1934	128	314	252	724	830	31	2959	606	10450
CHAROPHYTA	6	2	2	0	48	0	52	0	0	0	10	120
CHLOROPHYTA	0	8	5	0	70	0	16	0	0	0	4	103
CILIOPHORA	14	0	4	0	0	0	4	2	0	8	4	36
CYANOBACTERIA	102	46	14	20	2	298	50	10	10	19	280	851
NEMATODA	6	0	2	2	2	0	2	0	0	4	22	40
PROTOZOA	0	0	4	0	1	0	4	0	0	0	8	17
ROTIFERA	4	4	12	2	3	0	0	0	0	0	56	81
TARDIGRADA	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2

Elaboración: ASILORZA, 2022

En la zona de operaciones se obtuvo una diversidad baja- media. Para los puntos ubicados antes del túnel de desvío del río Asana AS-1 y P-11 se obtuvo diversidad media de 2.06 y 1.56 bits/individuos respectivamente. Aguas abajo del túnel en el punto P-12 y COS-1 los valores de diversidad media se mantienen con 2.27 y 1.35 bits/individuos en cada punto. En cuanto a los resultados de riqueza de Margalef se obtuvieron valores intermedios- altos para todos los puntos en evaluación. Resalta lo obtenido en el P-11 y P-12 con 2.50 y 2.79 respectivamente.

Figura 5.7. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton por estación (operaciones).



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

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.4.2. ALMACENAMIENTO

A diferencia de la zona de operaciones el grupo Bacillariophyta es menos predominante en abastecimiento con el 64.07 % del total de abundancia registrada, le sigue Cyanobacteria con 29.24 %. El resto de grupos está conformado por Arthropoda, Charophyta, Chlorophyta, Ciliophora, Euglenozoa, Miozoa, Nematoda, Protozoa y Rotifera que en conjunto conforman el 6.69%.

Como se aprecia en el cuadro 5.26 los puntos que registran mayor abundancia son los ubicados en el río Chincune y en el río Vizcachas en la desembocadura de la represa. En los puntos ubicados aguas abajo del QLVIZ-01 en el río Vizcachas y Chilota se mantiene una abundancia entre 1283 y 1390 células/mm². En contraste el punto QLTIT-1 registra la menor abundancia de todas las estaciones con 6 células/mm².

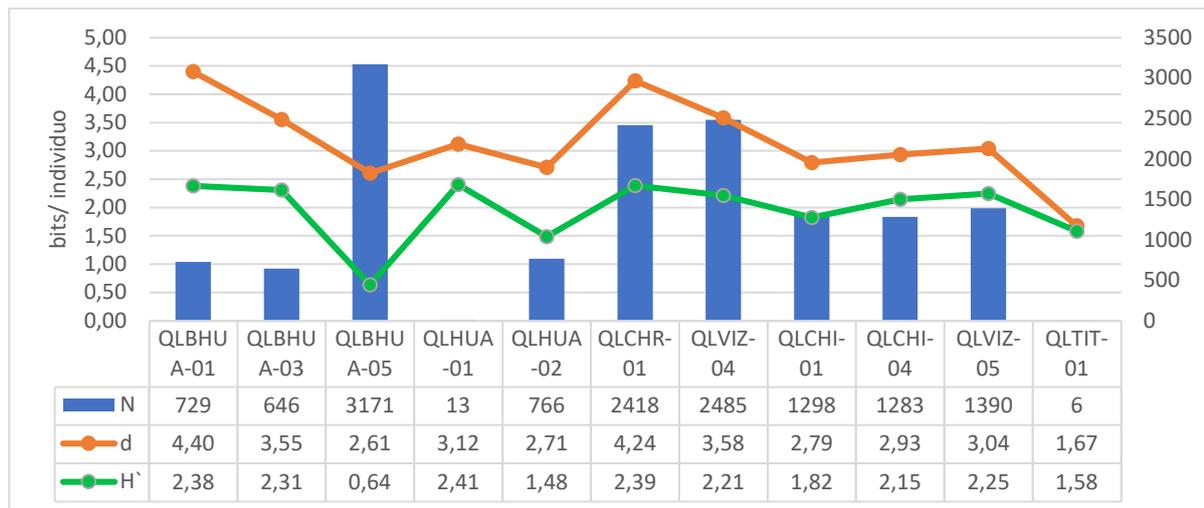
Cuadro 5.26. Abundancia total de especies del Zooplancton (abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
ARTHROPODA	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
BACILLARIOPHYTA	191	455	431	6	621	2005	2301	1246	730	1113	2	9101
CHAROPHYTA	181	4	6	0	8	83	44	20	46	8	2	402
CHLOROPHYTA	58	113	1	0	15	128	18	18	30	26	0	407
CILIOPHORA	14	18	2	0	0	4	0	0	0	0	0	38
CYANOBACTERIA	267	54	2720	3	114	178	112	6	475	223	2	4154
EUGLENOZOA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
MIOZOA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4
NEMATODA	0	0	2	0	2	2	2	6	0	8	0	22
PROTOZOA	3	2	3	1	2	6	2	0	0	4	0	23
ROTIFERA	11	0	4	2	4	12	2	2	2	6	0	45

Elaboración: ASILORZA, 2022

Para los cuerpos de agua que aportan a la represa Vizcachas se obtuvo diversidad media excepto en la estación QLBHUA-05 de baja diversidad (0.64 bits/individuos). Aguas abajo de la desembocadura de la represa, el río Chilota y Titire los resultados muestran diversidad media. Todos los puntos en la zona de abastecimiento muestran valores altos para el índice de Margalef, excepto en la estación QLTIT-01 de baja riqueza, este río presenta malas condiciones para el desarrollo de perifiton por causas antrópicas externas al proyecto y naturales identificadas en la zona.

Figura 5.8. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton (abastecimiento).



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4. PECES

En el área de estudio se registraron y colectaron 6 especies de peces, tres de ellas nativas (*Orestias aff. Ispi* "ispi" o "carachi", *Trichomycterus sp.* "bagre" y *Basilichthys semotilus* "pejerrey andino") y tres especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", *Salvelinus fontinalis* "trucha" y *Poecilia sp.* "guppy").

Como se muestra en el cuadro 5.27, hasta la temporada seca del 2021 se tenía registro de tres especies: *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", *Orestias aff. Ispi* "ispi" y *Trichomycterus sp.* "bagre". En el caso de la trucha es una especie que habita tanto en la zona de abastecimiento como en operaciones, en este último caso se la encuentra en el río Asana y en el punto CAP-3 en el río Huancanane aunque en escasa población debido a que ya el río entra a una zona costera de mayor temperatura. Para su desarrollo es una limitante la cantidad de refugios disponibles dado el bajo caudal y otras condiciones. *Trichomycterus sp.* "bagre" se encuentra distribuido principalmente en bofedales de Alta Montaña (comunidad de Huachunta) aunque también se encuentra en el río de Chilota. Para la zona de operaciones esta especie fue registrada en la estación TUM-01 (Pte. Tumilaca.). *Orestias aff. Ispi* "ispi" se distribuye exclusivamente en las estaciones de monitoreo de abastecimiento, bofedales principalmente.

En cuanto a las estaciones ubicadas en la zona de operaciones para ALT-4 y CAP-3 no se tenía registro hasta la temporada seca del 2021. Para la primera campaña del 2022 (MAP-10 TH) se registró 01 individuo de “trucha” en CAP-3 y se avistó en ALT-4. En la presente campaña (MAP-10 TS) se logró 2 capturas en la estación CAP-3. Así mismo, en el punto ALT-4 se capturó por primera vez dos individuos de “trucha” demostrando que en este río también existe población de esta especie.

Para la temporada húmeda del 2022 se registra por primera vez en el MAP *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino” con la captura de 01 individuo en la estación MQ-1. Para la siguiente temporada MAP-10 TS la abundancia es mayor (56 individuos) con el mismo esfuerzo y metodología de muestreo. Esto denota una posible recuperación en el medio post-pandemia.

Cuadro 5.27. Composición y abundancia de peces por temporada de evaluación

Orden	Familia	Especie	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Temporada húmeda 2022	Temporada Seca 2022
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	31	47	76	251	189**
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	-	-	-	5
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. Ispi</i>	2	1	-	En cardumen	50*
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	6	3	4	68	36
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>	-	-	-	1	56
Total			39	51	80	320	338

Elaboración: ASILORZA, 2022

*Adicionalmente se encontró grupos en cardumen.

**Se ha incluido en el conteo avistamientos confirmados.

Adicionalmente se registró 2 individuos de *Poecilia sp.* en el punto MQ-1 (MAP-10 TS)

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 *Trichomycterus dispar* y *Trichomycterus 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). (Informe de identificación de peces del Laboratorio del Museo de Historia Natural – UNMSM, temporada seca 2021)

En los Cuadros 5.28, 5.29 y 5.30 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada en temporada seca 2020, húmeda 2021, seca 2021 y húmeda 2022, así como el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Cuadro 5.28. Composición de especies de peces en temporada seca 2020

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT-4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS-1	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	Alevines			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.s</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.29. Composición de especies de peces en temporada húmeda 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS-1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P-11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
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>Trichomycterus sp.</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.30. 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	Río 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, 2022.

Cuadro 5.31. Composición de especies de peces en temporada húmeda 2022

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio Asana	Operaciones	18	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Rio Asana	Operaciones	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
P-11	Rio Asana	Operaciones	12	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Rio Coscore	Operaciones	5	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	23	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	1	Adulto	Actinopterygii	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	34	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHI-04	Río Chilota	Abastecimiento	16	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
QLHUA-02	Río Calasaya	Abastecimiento	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			5	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	20	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			12	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLCHI-01	Río Chilota	Abastecimiento	43	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Río Vizcachas		37	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	26	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
			Indeterminado	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.1. Composición de especies de peces en temporada seca 2022

Estación	Cuerpo de agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
ALT-4	Río Asana	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Río Asana	Operaciones	39	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
CAP-3	Río Huancanane	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Río Coscore	Operaciones	5	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
MQ-01	Río Moquegua	Operaciones	56	Adulto	Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>
		Operaciones	2	Adulto	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>
TUM-01	Río Tumilaca	Operaciones	6	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
P-11	Río Asana	Operaciones	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
P-12	Río Asana	Operaciones	25	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	39	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. ispi</i>
		Abastecimiento	21	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	17	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>
QLCHI-01	Río Chilota	Abastecimiento	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	11	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. ispi</i>
		Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>
		Abastecimiento	2	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLCHI-04	Río Chilota	Abastecimiento	10	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHR-01	Río Chinchune	Abastecimiento	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	7	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLHUA-02	Humedal Huachunta	Abastecimiento	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-04	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Río Vizcachas	Abastecimiento	44	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-05	Río Vizcachas	Abastecimiento	23	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

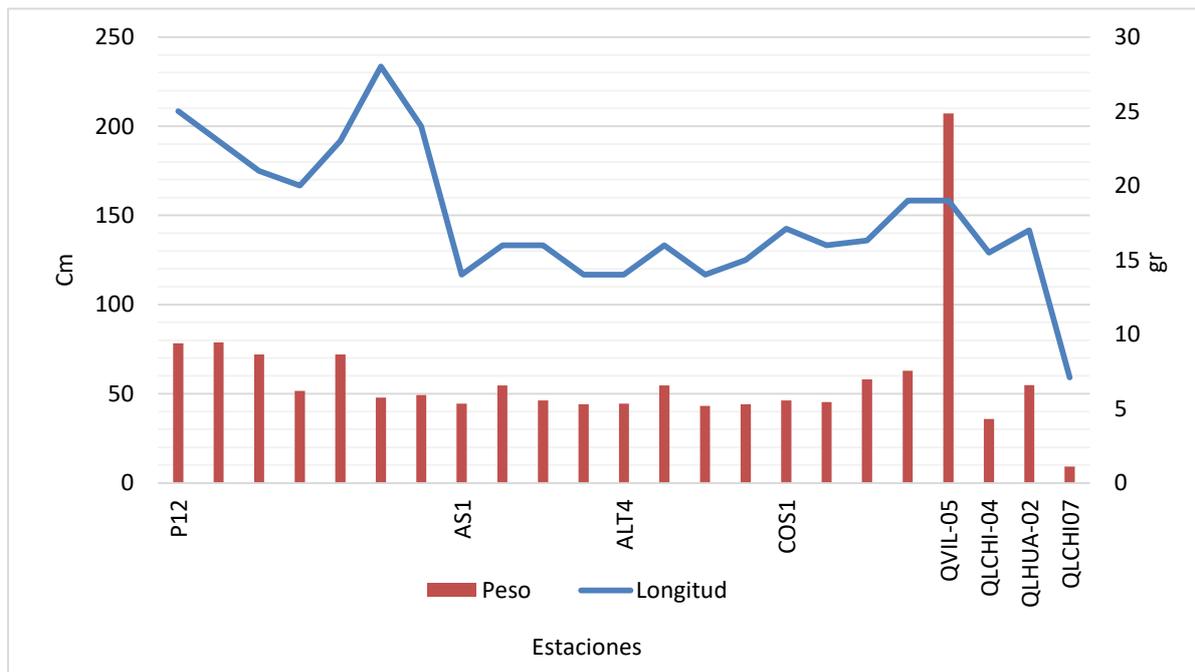
Temporada seca 2020

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.

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.

En la Figura 22 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

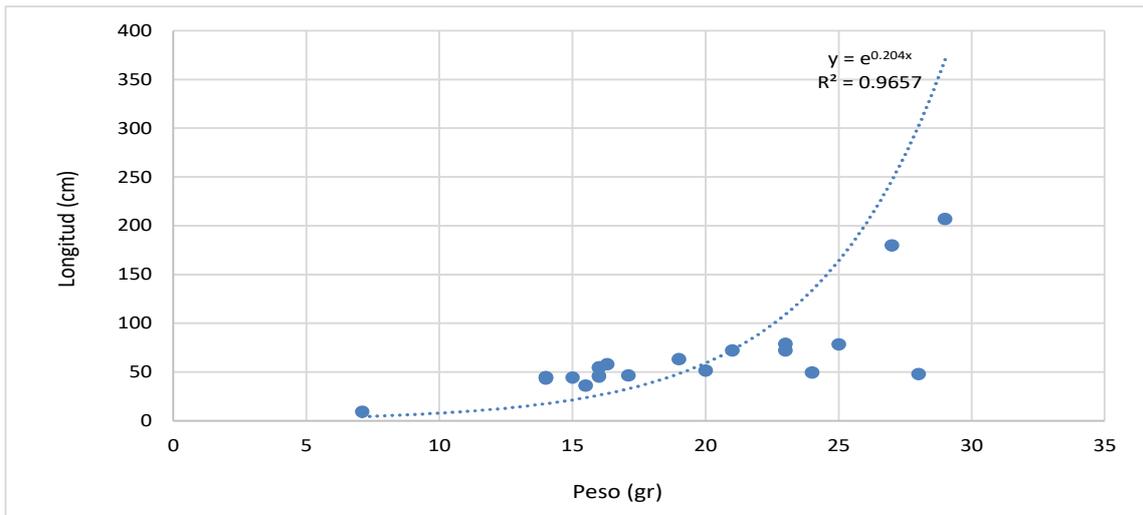
Figura 22. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 23, 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 23. Relación Longitud – Peso



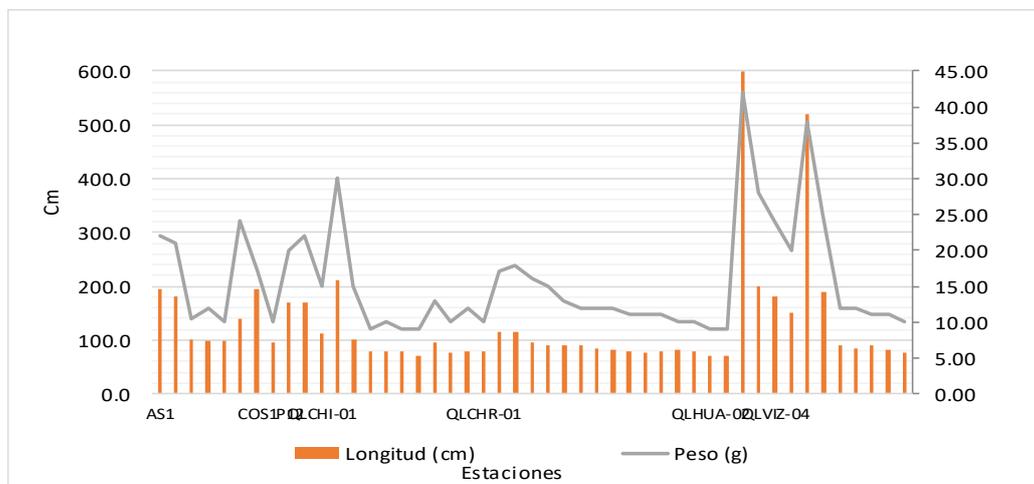
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

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.

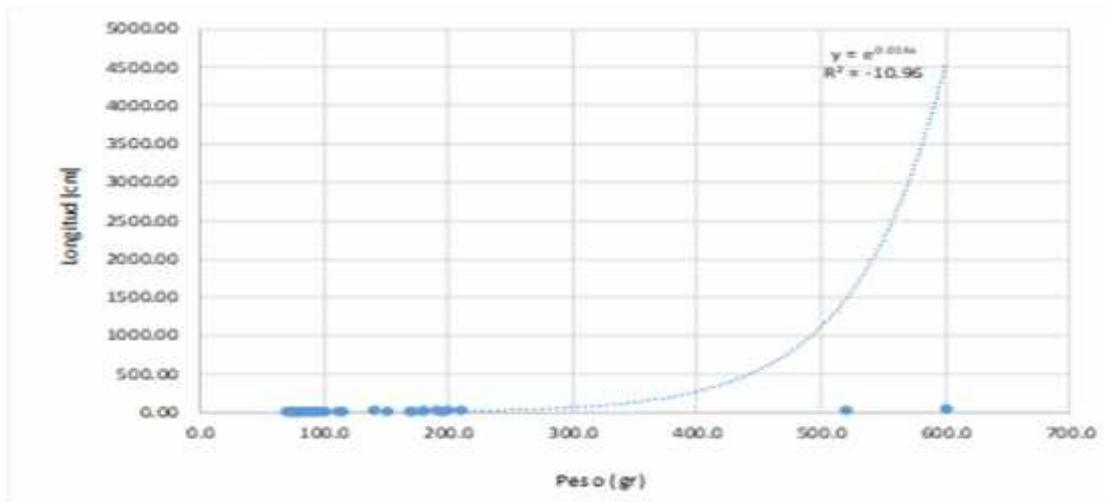
Figura 5.9. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 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 24. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

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.

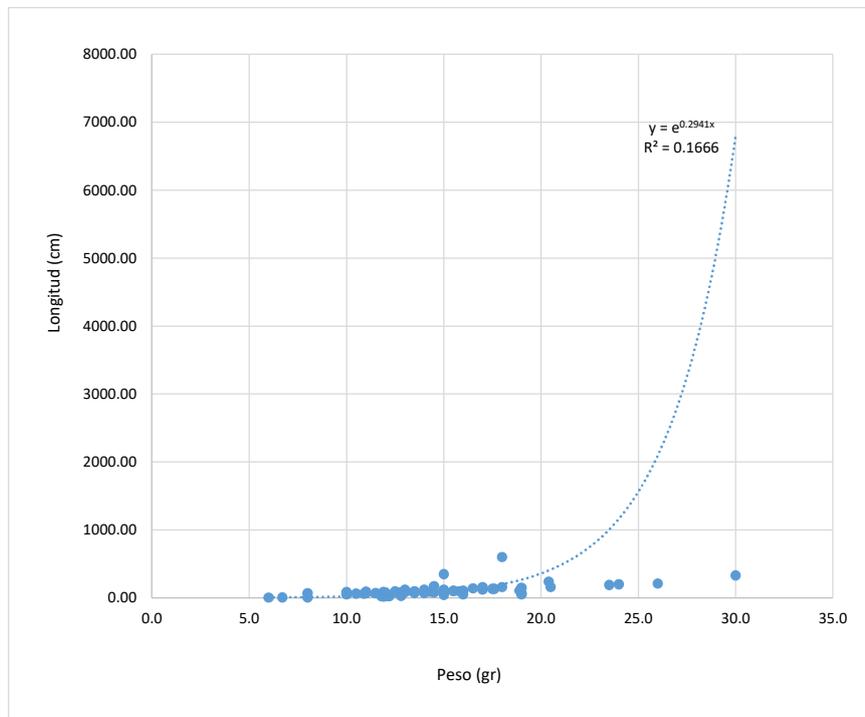
Figura 5.10. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 25, 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/cm³ situándose el valor promedio en 0.14 gr/cm³.

Figura 25. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

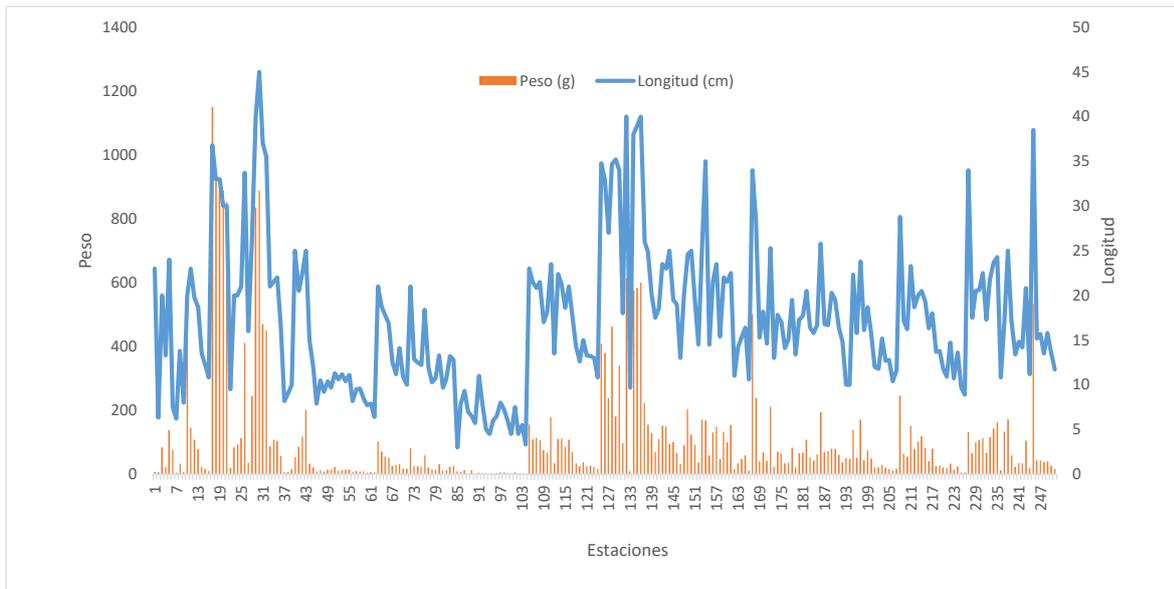
Temporada húmeda 2022

Un total de 251 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 5.5

La talla mínima fue de 3.0 cm y la máxima de 45.0 cm, situándose la talla promedio de 17.28 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 1.00 g. y el máximo de 1150.00 g, siendo el valor promedio de 109.34 g.

En la Figura 26 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

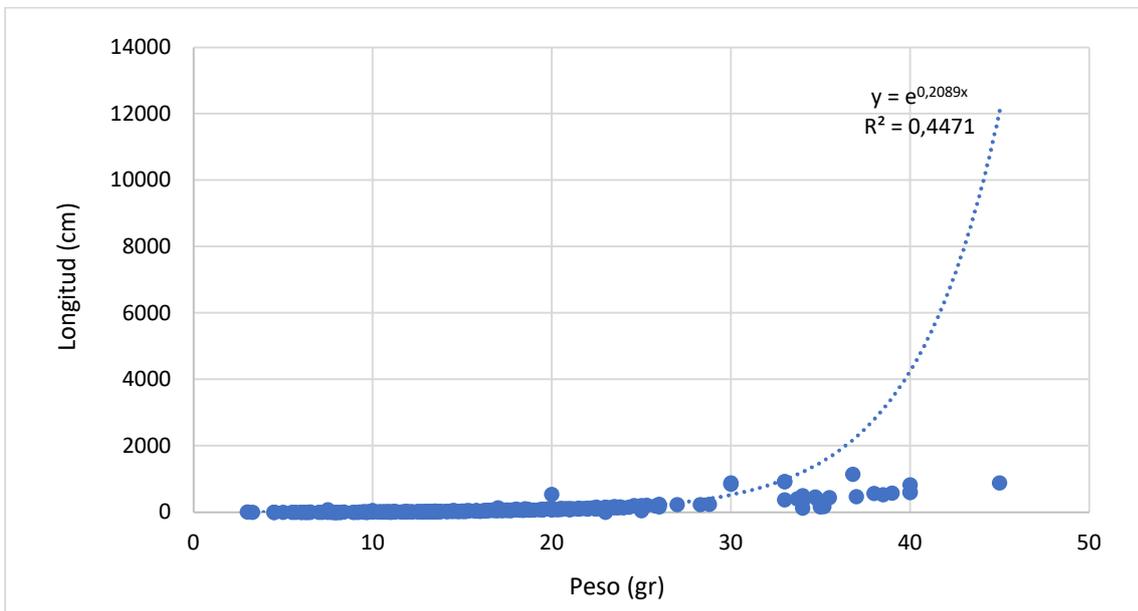
Figura 26. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 27 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 570 gr/cm³ situándose el valor promedio en 8.64 gr/cm³.

Figura 27. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada seca 2022

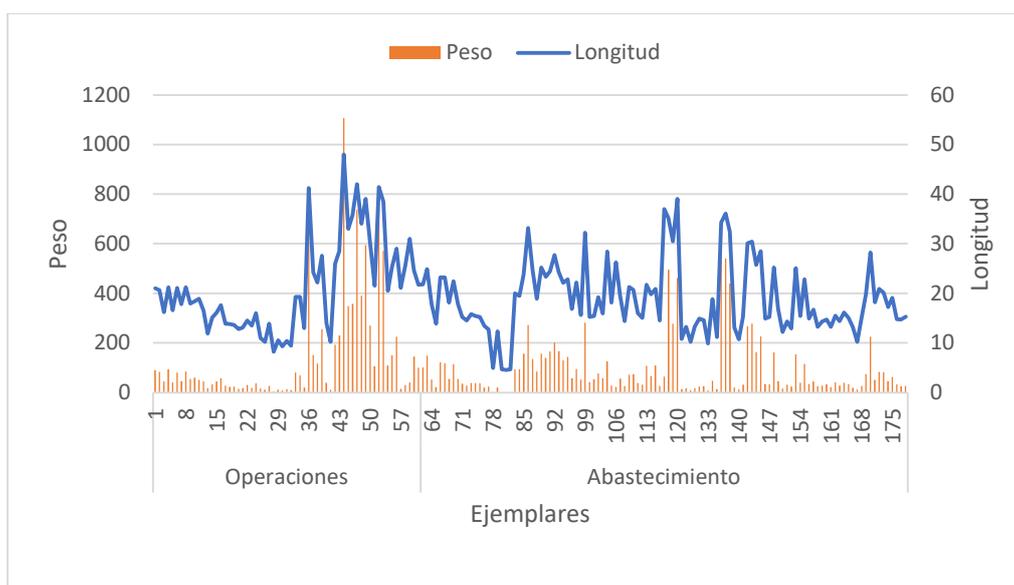
En la presente campaña de monitoreo se capturo para mediciones un total de 173 ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y 5 ejemplares de *Salvelinus fontinalis* “trucha de arroyo” mediante la misma metodología de pesca que en campañas anteriores. Adicionalmente a la identificación, para el caso de “trucha” se tomó las medidas necesarias para calcular el Factor de Condición.

La talla mínima fue de 4.6 cm y la máxima de 48.0 cm, situándose la talla promedio de 19.8 cm. En el peso individual, el valor mínimo es 1.00 g. y el máximo de 1106.4 g, siendo el valor promedio de 124.3 g. En ambas zonas se encontró ejemplares en diferentes estadios de desarrollo. En la zona de Abastecimiento, por sus mejores condiciones de hábitat, se encontró mayor abundancia respecto a Operaciones. En ambas zonas los especímenes de mayor tamaño fueron encontrados en los ríos de mayor caudal, a su vez estos puntos ofrecen las mejores condiciones para el desarrollo de esta especie y es donde mejor factor de condición presenta: En Abastecimiento el río Vizcachas (a la salida de la represa aguas abajo) y Chilota en Abastecimiento. En operaciones predomina el punto AS-1 (una de las estaciones ubicadas antes del ingreso del río al túnel) y P-12 (justo a la salida del túnel).

El QLVIZ-04 (abastecimiento) y P-12 (operaciones) son las estaciones donde se pudo encontrar especímenes en todos sus estadios con buena presencia de ejemplares adultos o hembras grávidas (QLVIZ-04). A su vez, el factor de condición demuestra que en promedio los especímenes de estos puntos están por encima de la media optima. En ambos estaciones se encontró buenas condiciones de hábitat para el desarrollo de esta especie, también se evidenció que por la dificultad del acceso son puntos donde la presión de pesca es nula o muy reducida.

En la Figura 28 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

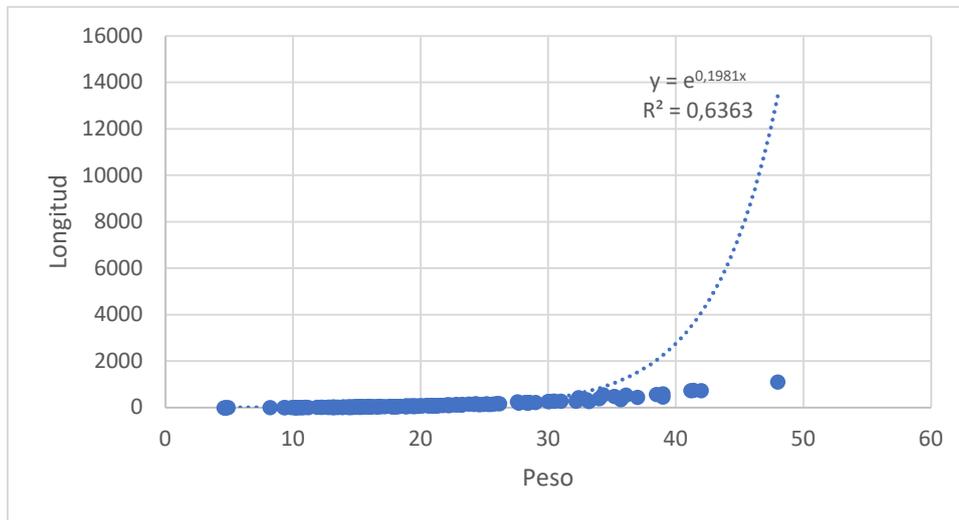
Figura 28. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022

Como se muestra en la Figura 29 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 $K=0.13$ hasta a 1.45 gr/cm^3 situándose el valor promedio en $K=0.96 \text{ gr/cm}^3$.

Figura 29. Relación Longitud- Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

Temporada seca 2020

En el Cuadro 5.38 se muestra el promedio del índice de Captura por Unidad de Esfuerzo (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 AS-1.

Cuadro 5.2. 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, 2022

Temporada húmeda 2021

En el Cuadro 5.39 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 registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHR-01.

Cuadro 5.3. 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, 2022

Temporada seca 2021

En el Cuadro 5.40 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 registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.4. 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, 2022.

Temporada húmeda 2022

En el Cuadro 5.41 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 registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.5. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
AS-01	9	623	0.0144
P11	12	618	0.019417476
P12	18	625	0.0288
COS1	5	632	0.007911392
QLCHI-01	43	619	0.069466882
QLBCHI-07	17	812	0.020935961
QLBHUA-05	20	947	0.021119324
QLVIZ-04	37	654	0.056574924
QLCHI-04	16	852	0.018779343
QLCHI-03	40	675	0.059259259
QLVIZ-05	34	668	0.050898204

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada Seca 2022

Hasta el momento se ha mantenido un incremento en el número de capturas en cada monitoreo, en la presente campaña se ha logrado registrar 338 ejemplares de 5 especies diferentes. Hasta el momento es la mayor riqueza y abundancia reportada en comparación con temporadas anteriores.

Para la zona de operaciones el mejor valor CPUE se obtuvo en la estación MQ-01, la especie capturada fue *Basilichthys semotilus* "pejerrey". También son importantes las estaciones AS-1 y P-12 ubicadas antes y después del túnel de desvío del río Asana respectivamente donde la especie capturada fue *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Si bien existe una diferencia en cuanto a la cantidad de individuos capturados en el punto P-12 los ejemplares son de mayor tamaño y estadios mas avanzados que en AS-1.

Cuadro 5.6. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Zona	Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
Operaciones	MQ-01	58	725	0.0800
	AS-1	39	621	0.0628
	P-12	25	805	0.0311
	TUM-01	6	612	0.0098
	COS-1	5	644	0.0078
	P-11	4	731	0.0055
	CAP-03	2	620	0.0032
	ALT-4	2	661	0.0030
Abastecimiento	QLBHUA-03	60	386	0.1554
	QLVIZ-04	44	615	0.0715
	QLVIZ-05	23	603	0.0381
	QLCHR-01	16	435	0.0368
	QLBHUA-05	21	724	0.0290
	QLCHI-01	16	720	0.0222
	QLCHI-04	10	619	0.0162
	QLHUA-02	7	614	0.0114

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.3. 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.

6.3.1. OPERACIONES

Para el índice EPT en general desde el año 20220 predomina el una calidad de agua regular. Las estaciones que mejor calidad presentan son las ubicadas en la quebrada Charaque y en los ríos Tumilaca (TUM-3), Capillune (CAP-1) y Moquegua (MQ-1) todas ubicadas aguas abajo del proyecto Quellaveco. En el índice BMWP para la zona de operaciones se evidencia una calidad de agua aceptable en la mayoría de los puntos. Las estaciones que mejor calidad tienen son TUM-3 (río

Tumilaca) y MQ-1 (río Moquegua). Desde la temporada seca del 2020 no se ha observado mayores variaciones en cuanto a la calidad de agua reportada según este índice. El índice IBF y ABI muestran que en las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones predomina una calidad de agua regular-buena, excepto en la presente campaña en donde para el índice ABI se obtuvo que la calidad fue buena en la mayoría de las estaciones.

6.3.2. ABASTECIMIENTO

En el índice EPT predomina una calidad de agua regular excepto en las estaciones QLHUA-2 y QLBHUA-03 ambas ubicadas en bofedales de Huachunta que presentan una calidad buena. En el índice BMWP se registra resultados similares a la zona de operaciones con una calidad de agua Aceptable en la mayoría de las estaciones y sin mayores cambios desde el MAP-8 TS del año 2022.

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada seca 2021 los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes durante las cuatro evaluaciones anteriores.

Cuadro 5.7. Valores de índices de calidad de agua, operaciones.

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022				Temporada Seca 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
OPERACIONES																					
P-12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	2%	56	7.75	49
AS-1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	18%	73	6.60	64
CH-3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	6%	80	7.78	60
ALT-4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	24%	56	6.20	59
P-11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	19%	73	7.06	73
COS-1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	17%	70	7.07	61
CAP-3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	43%	60	6.70	52
TUM-3	Rio Tumilaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70	91%	110	4	80	20%	100	4	70	96%	53	5.96	53
TUM-1	Rio Tumilaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	59%	51	6.54	42
CAP-1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	10%	64	6.84	44
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	54%	59	4.71	53

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.8. Valores de índices de calidad de agua, abastecimiento.

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022				Temporada Seca 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
ABASTECIMIENTO																					
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	47%	64	5.23	56
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	60%	62	6.25	61
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	22	7.05	16
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	15%	46	4.83	49
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	15%	75	5.84	74
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	23%	56	4.60	65
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	28%	52	6.45	52
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	21%	41	5.83	51
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	22%	56	6.63	48
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	18%	31	6.45	27
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	34%	155	5.13	53

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.4. 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.

6.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

Basilichthys semotilus “pejerrey de agua dulce”, del orden Atheriniformes, familia Atherinopsida, registrada en la estación MQ-1, especie endémica del Perú, consumida por la población. Su estatus en la lista roja de UICN es de Preocupación Menor.

6.6. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* “trucha”. También se sabe que *Basilichthys semotilus* “pejerrey de agua dulce” es usado para el consumo humano, aunque no se evidenció actividad su pesca durante la evaluación.

6.7. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos hasta la fecha desde el inicio de monitoreo de este componente.

- 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 2021
- Enero 2022, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada Seca 2021
- Julio 2022, Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco- Temporada Húmeda 2022
- Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco- Temporada Seca 2022

Tener en cuenta que según las condiciones de campo existen estaciones que no se han evaluado en ciertas temporadas, por ejemplo, aquellas en la zona de abastecimiento que han cumplido su temporalidad y que ahora se encuentran inundadas. Estos puntos de monitoreo y otros que se encuentran en una condición similar han sido considerados en la reciente malla de puntos de monitoreo aprobada por el Sub-Comité donde se ha homogenizado datos de ubicación y representatividad. Desde la presente campaña de monitoreo se cuenta con una malla de puntos actualizada a la nueva etapa del proyecto. 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 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, QL-BCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3. Para la presente evaluación se contó con 22 estaciones, 11 en operaciones-Moquegua y 11 en abastecimiento.

6.7.1. PLANCTON

Para la zona de operaciones, desde la temporada húmeda del 2014 hasta la actualidad predomina una diversidad media en la mayoría de las estaciones. Resalta la diversidad encontrada en la temporada húmeda del 2021 para las estaciones P-12 (río Asana, a la salida del túnel) y QL-CHA-02 (quebrada Charaque) con 4.12 y 4.09 bits/individuos respectivamente. A su vez en la temporada húmeda del 2019 se reportó la diversidad más baja en varias estaciones: río Tumilaca (QL-TUM-01), quebrada Charaque (CH-3, QL-CHA-02), río Asana (AS-1, QL-ASA-02, QL-ASA-03), río Altarani (ALT-1), río Capillune (CAP-1) y río Moquegua (MQ-1). La baja diversidad encontrada en esta temporada no guarda relación al patrón encontrado en monitoreos anteriores y recientes. Adicionalmente, lo en esta temporada se tuvo un periodo de alta precipitación lo cual tuvo un fuerte efecto sobre las comunidades hidrobiológicas dando por resultado la baja diversidad reportada. Para esta campaña se mantiene una diversidad media en todas las estaciones de monitoreo para la zona de operaciones.

Para la zona de abastecimiento se tiene una diversidad media- alta en el total de estaciones evaluadas. Para la temporada húmeda del 2021 se tuvo los registros más altos con para las estaciones ubicadas en la zona de Huachunta, río Chilota y río Vizcachas. Al igual que en la zona de operaciones se registró valores por debajo de la media para la temporada húmeda del 2019, comportamiento que obedece al alto nivel de precipitaciones reportado para esta época.

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.

6.7.2. BENTOS

Para ambas zonas de evaluación se sigue el mismo patrón desde la temporada húmeda del 2014 hasta la presente evaluación con una diversidad media-alta con dos excepciones: La temporada húmeda del 2019 donde producto de las altas precipitaciones producidas previamente al monitoreo en campo se reportó una baja diversidad. La temporada húmeda del 2019 se reporta la diversidad más alta en las estaciones evaluadas con resultados por encima de 3 bits/individuos. Existen variaciones entre temporadas de monitoreo, pero a la vez los resultados varían según los niveles de precipitación de cada año como se ha podido observar con los valores de diversidad reportados en la temporada seca del 2020 y húmeda del 2021, ambas con diversidad media-alta.

6.7.3. PECES

Hasta la campaña de monitoreo del MAP-9 TS 2021 se tenía registro de 3 especies: *Oncorhynchus mykiss* “trucha”, *Orestia aff. Ispi* “Ispi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre” en diferentes niveles de abundancia. En la campaña de monitoreo MAP-10 TH 2022 se tuvo registro de una nueva especie en la estación MQ-1 ubicada en Pte. Montalvo. Esta especie es *Basilichthys semotilus* “pejerrey”, de la cual se encontró un solo individuo. En la presente campaña (MAP-10 TS 2022) se reporta la misma cantidad de especies y adicionalmente la especie *Salvelinus fontinalis* “trucha de arroyo”, también una especie introducida *Poecilia sp.* Con eso se tiene en total seis especies identificadas en la zona siendo tres de ellas introducidas.

Con el incremento en las especies reportadas se tiene también un aumento en la abundancia encontrada por cada especie. En el caso de *Oncorhynchus mykiss* “trucha” la abundancia se ha ido incrementando de 31 en la temporada seca del 2020, el valor más bajo, a 251 ejemplares en la temporada húmeda del 2022. En la presente campaña (MAP-10 Temporada Seca) se reporta 191 ejemplares incluyendo aquellas avistadas.

Para el caso de *Orestias aff. Ispi* “Ispi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre” también se tuvo un incremento en la cantidad de ejemplares reportados.

7. CONCLUSIONES

7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

- ⑥ Las estaciones de operaciones y abastecimiento presentan una calidad de hábitat bueno con algunas excepciones entre temporadas que no obedecen a un patrón continuo. La estación QLTIT-1 presenta calidad de hábitat pobre en los monitoreos realizados hasta la presente temporada.
- ⑥ Los resultados de calidad de hábitat obtenidos en las temporadas seca 2020, húmeda 2021, seca 2021, húmeda 2022 y seca 2022 mantienen un patrón en cuanto a los resultados obtenidos.
- ⑥ De acuerdo a la evaluación de calidad de hábitat QBR-And se tiene una calidad intermedia para el presente monitoreo. En temporadas anteriores estos resultados se han mantenido con algunas excepciones como en la temporada seca 2021 en el anexo de Huachunta que reportó calidad muy buena y la temporada húmeda del 2022 que reportó mala calidad en dos puntos del río Vizcachas, resultados que no se han mantenido para esta última evaluación.

7.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

7.2.1. PLANCTON

- ⑥ Los grupos encontrados de fitoplancton (divisiones) se ha mantenido en las últimas tres últimas evaluaciones (TH 2021, TS 2021 TS 2022).
- ⑥ En base a la curva de acumulación de especies de fitoplancton el esfuerzo de muestreo fue el idóneo para en las temporadas de evaluación realizadas hasta la fecha.
- ⑥ Existen dos grupos predominantes en abundancia para ambas zonas de evaluación: Ochrophyta y Cyanobacteria. Los otros grupos presentes mantienen un patrón constante de abundancia pero considerablemente menor a los grupos mencionados.
- ⑥ El índice de Shannon-Wiener (H') mide la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, para esta temporada se presentó un registro alto (3.35 bits/Individuo).
- ⑥ La abundancia reportada en el presente monitoreo fue mayor a la temporada del 2021 y temporada húmeda 2022 pero menor a lo máximo reportado hasta la fecha en fitoplancton (TS 2020).

- La relación con respecto a los periodos hidrológicos fue un mayor registro de especies en la temporadas húmedas de evaluación. Aunque en cuanto a la abundancias se tiene que es mayor en las temporadas secas para fitoplancton y de manera inversa para zooplancton.
- En base a los índices evaluados se tiene que este grupo evaluado mantiene un patrón de comportamiento en las últimas temporadas de evaluación.

7.2.2. BENTOS

- En la presente temporada se tiene 41 especies reportadas. Hasta la temporada húmeda 2022 se tenía 112 especies encontradas; la riqueza (cantidad de especies) se ha incrementó en las dos evaluaciones anteriores. En el caso de la Temporada húmeda 2022 se registraron 20 nuevas especies para el área de evaluación
- Se mantiene la distribución de los macroinvertebrados desde la temporada seca 2020 hasta la presente evaluación con cinco phyla siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza hasta la actualidad y cuyo comportamiento se mantiene.
- En este monitoreo se ha registrado la mayor abundancia reportada hasta la fecha para este grupo con un total de 40247 Org./ 1.08m²). Sin embargo, la riqueza (cantidad de especies) fue menor a los dos últimos monitoreos.
- La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta (larvas de insectos), 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 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).
- El valor de diversidad reportado para este monitoreo fue alto (3.19 bits/individuo) al igual que los de la riqueza de Margalef (3.77 bits/individuo). Estos resultados de diversidad se han mantenido a lo largo de los monitoreos realizados (3.03- 4.51 bits/individuo)

7.2.3. PERIFITON

- La composición acumulada de especies del perifiton hasta la temporada húmeda 2022 incluye 161 especies. Para el presente monitoreo se tiene la menor riqueza reportada hasta la fecha con 79 especies.

- ⑥ Para este monitoreo la composición de especies estuvo distribuida en 12 taxones, 2 menos respecto al total de acumulado hasta la fecha. 5 de ellas corresponde a microinvertebrados (Arthropoda, Ciliophora, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta).
- ⑥ Los taxones con mayor riqueza de especies fue Bacillariophyta (o diatomeas) que representa el 41% del total acumulado, seguido de las Chlorophyta (25%), Charophyta (14%), Cyanobacteria (14%), Rotifera 3%. Amoebozoa (2%) y otros con 9%.
- ⑥ En el presente monitoreo se obtuvo 2.94 bits/individuo en el índice de Shannon-Wiener siendo una diversidad intermedia y por debajo de las temporadas anteriores aunque es necesario más datos para poder establecer un patrón de cambio. En cuanto a los valores de riqueza de Margalef varían entre 3.16 y 9.23 bits/individuos siendo un valor alto para todas las temporadas de evaluación hasta el momento, el registro más bajo se dio en la temporada húmeda del 2022.

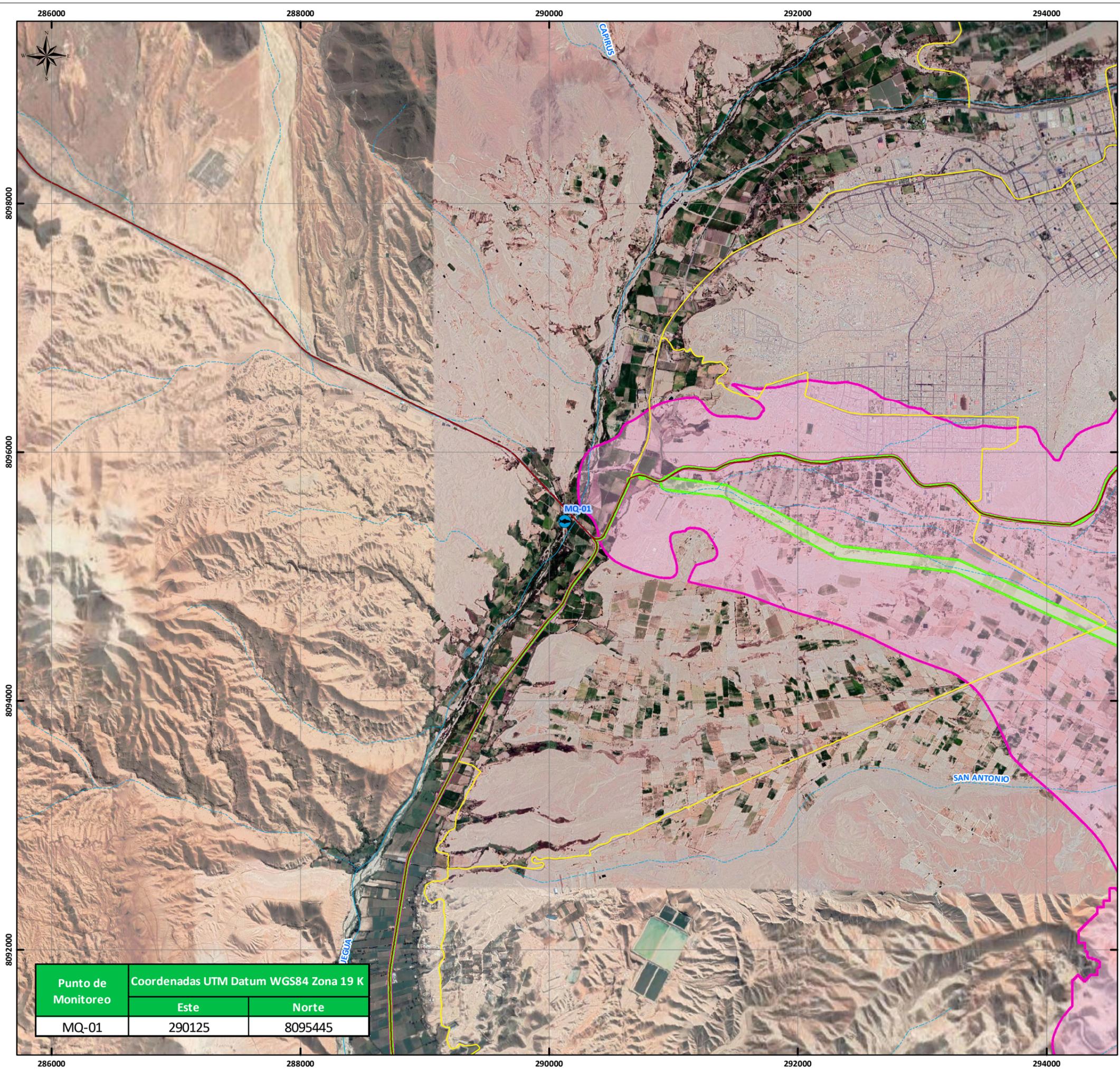
7.2.4. PECES

- ⑥ En el área de estudio se registraron y colectaron 6 especies de peces, tres de ellas nativas (*Orestias aff. Ispi* “ispi” o “carachi”, *Trichomycterus sp.* “bagre” y *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino”) y tres especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”, *Salvelinus fontinalis* “trucha” y *Poecilia sp.* “guppy”).
- ⑥ Las estaciones ubicadas en la zona de operaciones para ALT-4 y CAP-3 no se tenía registro hasta la temporada seca del 2021. Para la primera campaña del 2022 (MAP-10 TH) se registró 01 individuo de “trucha” en CAP-3 y se avistó en ALT-4. En la presente campaña (MAP-10 TS) se logró 2 capturas en la estación CAP-3. Así mismo, en el punto ALT-4 se capturó por primera vez dos individuos de “trucha” demostrando que en este río también existe población de esta especie.
- ⑥ Se colectaron 4 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y dos especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y *Odontesthes sp.* “pejerrey”).
- ⑥ En la temporada húmeda del 2022 se registra por primera vez en el MAP *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino” con la captura de 01 individuo en la estación MQ-1. Para la siguiente temporada MAP-10 TS la abundancia es mayor (56 individuos) con el mismo esfuerzo y metodología.

ANEXOS

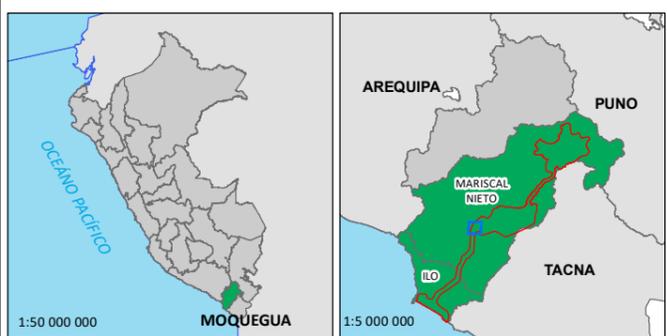
ANEXO 1

MAPAS



Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19 K	
	Este	Norte
MQ-01	290125	8095445

MAPA DE UBICACIÓN



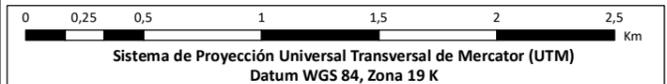
SIGNOS CONVENCIONALES

- Distritos
 - Provincia
 - Departamento
 - Red vial nacional
 - Red vial departamental
 - Red vial vecinal
 - Quebradas
 - Ríos
- Monitoreo Ambiental**
- Hidrobiología
- Áreas de influencia**
- Área de influencia ambiental directa
 - Área de influencia ambiental indirecta
- Componentes del proyecto**
- Botadero
 - Captación 2
 - Captación Asana
 - Plantas y áreas auxiliares
 - Presa Asana
 - Presa Vizcachas
 - Presa de relaves
 - Tajo
 - campamento y áreas auxiliares
 - Área auxiliar 1
 - Área auxiliar 2
 - Área auxiliar 3

REVISADO POR:



JOAN CATHERINE LOZA MONTOYA
BIÓLOGA
C.B.P. 5886



PROYECTO: MIN-17
MALLA DE PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

MAPA:
MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C.
Consultoría y Proyectos Ambientales

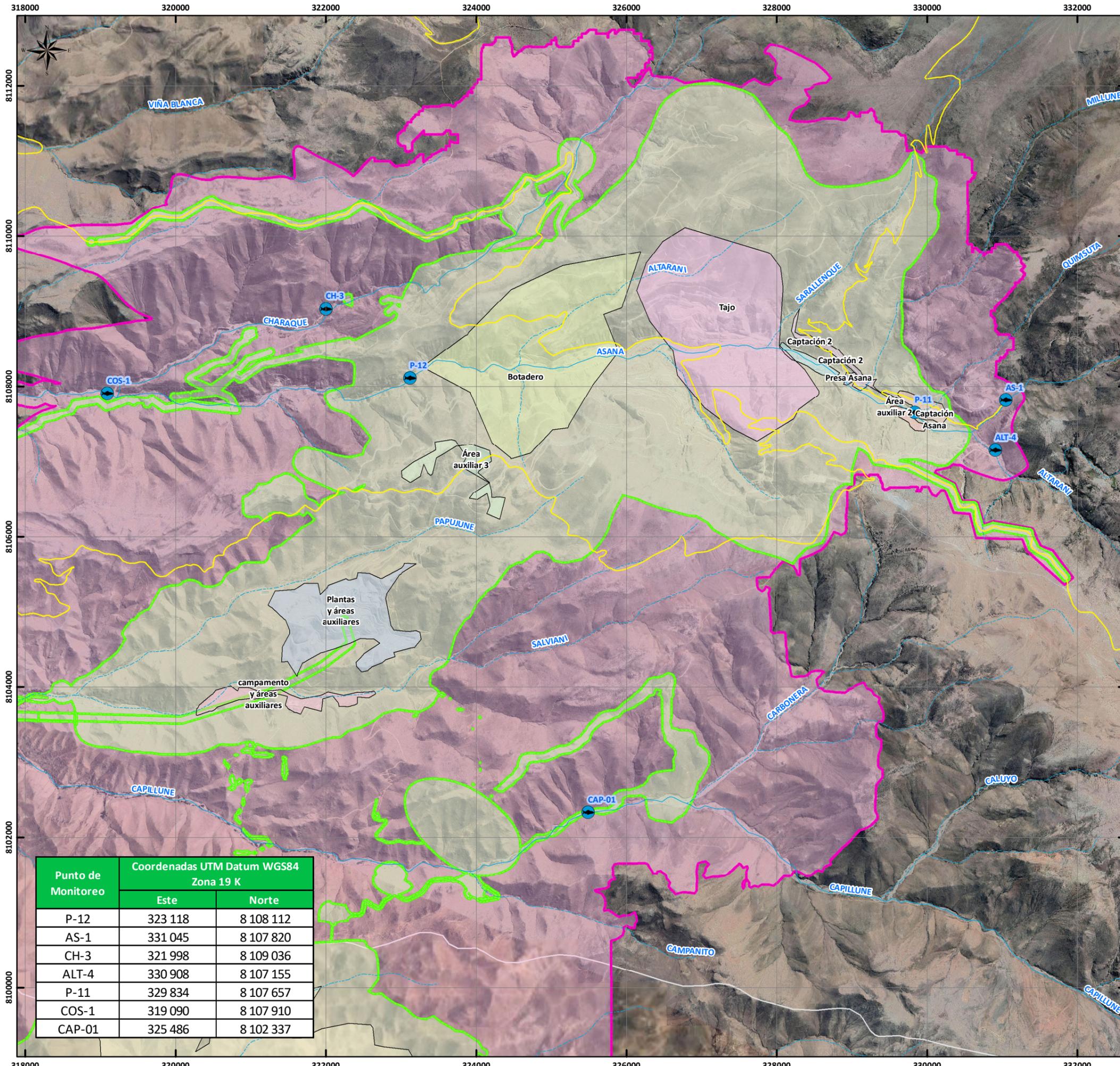
CLIENTE: FDM
Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:30 000

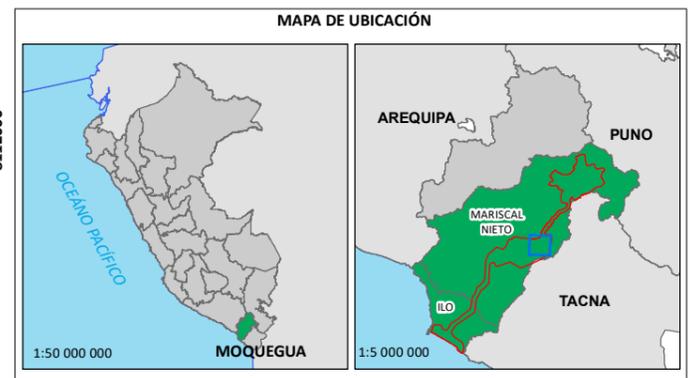
FECHA: AGOSTO, 2022

Nº MAPA: **HB-01**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19 K	
	Este	Norte
P-12	323 118	8 108 112
AS-1	331 045	8 107 820
CH-3	321 998	8 109 036
ALT-4	330 908	8 107 155
P-11	329 834	8 107 657
COS-1	319 090	8 107 910
CAP-01	325 486	8 102 337



SIGNOS CONVENCIONALES

- Districtos
- Provincia
- Departamento
- Red vial nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Quebradas
- Ríos

Monitoreo Ambiental

- Hidrobiología

Áreas de influencia

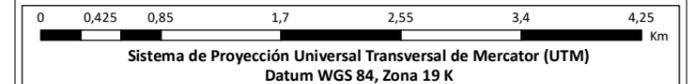
- Área de influencia ambiental directa
- Área de influencia ambiental indirecta

Componentes del proyecto

- Botadero
- Captación 2
- Captación Asana
- Plantas y áreas auxiliares
- Presa Asana
- Presa Vizcachas
- Presa de relaves
- Tajo
- campamento y áreas auxiliares
- Área auxiliar 1
- Área auxiliar 2
- Área auxiliar 3

REVISADO POR:

JOAN CATHERINE LOZA MONTOYA
BIÓLOGA
C.B.P. 5886



PROYECTO: MIN-17
MALLA DE PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

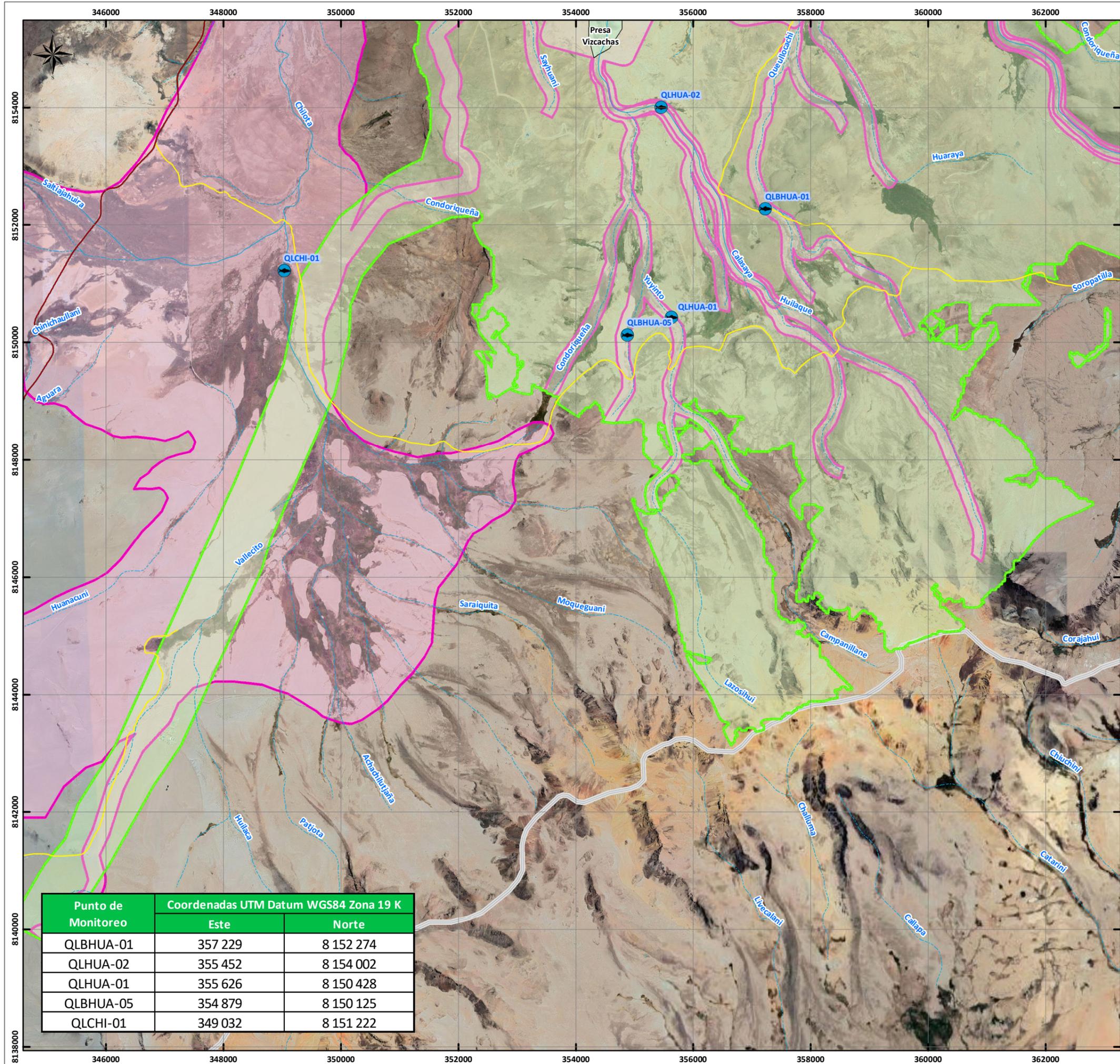
MAPA:
MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C. CONSULTORÍA Y PROYECTOS AMBIENTALES
CLIENTE: FDM

ESCALA: 1:50 000
FECHA: AGOSTO, 2022
N° MAPA: HB-02

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19 K	
	Este	Norte
QLBHUA-01	357 229	8 152 274
QLHUA-02	355 452	8 154 002
QLHUA-01	355 626	8 150 428
QLBHUA-05	354 879	8 150 125
QLCHI-01	349 032	8 151 222

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Distritos
- Provincia
- Departamento
- Red vial nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Quebradas
- Ríos

Monitoreo Ambiental

- Hidrobiología

Áreas de influencia

- Área de influencia ambiental directa
- Área de influencia ambiental indirecta

Componentes del proyecto

- Botadero
- Presa de relaves
- Captación 2
- Tajo
- Captación Asana
- campamento y áreas auxiliares
- Plantas y áreas auxiliares
- Área auxiliar 1
- Presa Asana
- Área auxiliar 2
- Presa Vizcachas
- Área auxiliar 3

REVISADO POR:

JOAN CATHERINE LOZA MONTOYA
 BIÓLOGA
 C.B.P. 5886



Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Datum WGS 84, Zona 19 K

PROYECTO: MIN-17
MALLA DE PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP)
 QUELLAVECO

MAPA:
MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
 Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C.
 Consultoría Proyectos Ambientales

CLIENTE: FDM
 Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:63 360

FECHA: AGOSTO, 2022

Nº MAPA: **HB-04**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM

ANEXO 2

LISTA DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	Melosira sp.					7	107	64	48	110	184	15	535		20				614	496					1130	1665
CYANOBACTERIA	Merismopedia sp.																	1		2					3	3
CHLOROPHYTA	Monoraphidium sp.															6			8	4					18	18
CHAROPHYTA	Mougeotia sp.					1		10		2			13							2					2	15
BACILLARIOPHYTA	Navicula sp.	30	1	15		2			14	5	2	10	79		10	6	3	7	14	150	4	2	1		197	276
BACILLARIOPHYTA	Nitzschia acicularis											1	1							50					50	51
BACILLARIOPHYTA	Nitzschia linearis			4								2	6	1	4			9		32	2	2			50	56
BACILLARIOPHYTA	Nitzschia sigmaidea													3	6	6				2		2	1		20	20
BACILLARIOPHYTA	Nitzschia sp.	101	14	182	5		8	275	8	10	1	85	689	19	176	44	1	60	54	117	26	62	21		580	1269
CYANOBACTERIA	ND	2						286					288	34		2			4	2		6	6	1	55	343
CHLOROPHYTA	Oedogonium sp.							18	2				20						2		8			1	11	31
CHLOROPHYTA	Oocystis sp.							30					30													30
CYANOBACTERIA	Oscillatoria sp.														8	20				2					30	30
CYANOBACTERIA	ND			6			30			53	20	18	127	5		72		5	6	2	2			4	96	223
MIOZOA	ND											1	1													1
MIOZOA	Peridinium sp.													2	2					168			26		198	198
EUGLENOZOA	Phacus sp.																			2					2	2
BACILLARIOPHYTA	Pinnularia sp.	2		6		1		2					11	9		2		11			4				26	37
CYANOBACTERIA	ND														4										4	4
CHLOROPHYTA	Pseudopediastrum sp.					1							1	10	44	4			4		1	2	3	6	74	75
CHLOROPHYTA	ND							64					64													64
BACILLARIOPHYTA	Rhoicosphenia sp.	6	16	14	1				2	2			41							6					6	47
BACILLARIOPHYTA	Rhopalodia sp.			6									6		6					4			1		11	17
CYANOBACTERIA	Scytonema sp.													16					10		6				32	32
CHAROPHYTA	Spirogyra sp.	8					10			3	3		24	54	6	2				4					66	90
CHAROPHYTA	Staurodesmus sp.													1											1	1
BACILLARIOPHYTA	Stauroneis sp.														8			1							9	9
CHLOROPHYTA	Stigeoclonium sp.									3	9		12							2					2	14
BACILLARIOPHYTA	Surirella sp.											3	3	1	2			1							4	7
BACILLARIOPHYTA	Tabellaria flocculosa																						580		580	580
BACILLARIOPHYTA	Ulnaria sp.																						203	7	210	210
BACILLARIOPHYTA	Ulnaria ulna	24		44	2	2			2	6	28	4	112	3	89	56		4	52	10	8	12	1	1	236	348

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL
CHLOROPHYTA	Ulothrix sp.						10	84				2	96			2			18	4					24	120
CHAROPHYTA	Zygnema sp.					1		4					5							2			3		5	10
RIQUEZA		13	8	13	8	12	8	17	9	14	11	16	38	21	24	18	2	18	23	26	15	15	21	8	55	61
ABUNDANCIA		1868	96	2031	81	148	350	1135	150	371	499	200	6929	278	6011	670	4	468	1510	3948	1099	597	1164	29	15778	22707

Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 2. Lista total de género y/o especies de zooplancton (cel/mL) registradas en la temporada Seca 2022.

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL
ARTHROPODA	Alona sp.							4					4	1	11	2			20		4		2		40	44
PROTOZOA	Arcella discoides												0						9		1		2		12	12
PROTOZOA	Arcella sp.		1				1	5	1				8			2						1			3	11
ROTIFERA	ND	6	25	8			5	15	6	3	5	12	85	24	55	3	1	5	5	5	5	1	52		156	241
ARTHROPODA	Boeckella gracilis												0							14					14	14
ROTIFERA	Brachionus calyciflorus												0							25			33		58	58
ROTIFERA	Brachionus sp.											6	6												0	6
ARTHROPODA	ND												0							15					15	15
ARTHROPODA	Campocercus sp.												0						2						2	2
PROTOZOA	Centropyxis cf. Platystoma												0	2											2	2
PROTOZOA	Centropyxis sp.			1		5		3	5				14	2	5	3			5		2				17	31
ROTIFERA	Cephalodella sp.			1		3			1		1		6	1	2	1				3					7	13
GASTROTRICHA	Chaetonotus sp.												0	1											1	1
ARTHROPODA	Chydorus sp.												0	1	12				12	1	1		11		38	38
ROTIFERA	Colurella sp.												0										2		2	2
ARTHROPODA	ND						1	1					2	1						39	1		30		71	73
ARTHROPODA	Daphnia sp.												0							14			4		18	18
PROTOZOA	Diffugia sp.												0	5	2										7	7
ROTIFERA	Euchlanis sp.							3					3		2	5			1		1				9	12
PROTOZOA	Euglypha sp.							1					1	2					2						4	5
ROTIFERA	Filinia sp.												0							55			155		210	210
ARTHROPODA	ND			1						1			2	6	2	1	1	1			1				12	14
ROTIFERA	Keratella cochlearis												0		1					61			36		98	98
ROTIFERA	Lecane curvicornis												0								1				1	1
ROTIFERA	Lecane sp.											1	1	3	2						2				7	8
ROTIFERA	Lepadella ovalis												0		1						1				2	2
ROTIFERA	Lepadella sp.			1									1	3					1						4	5
ARTHROPODA	Leydigia sp.												0										3		3	3
ROTIFERA	Macrochaetus sp.												0								1				1	1
ROTIFERA	Mytilina sp.												0										2		2	2
ARTHROPODA	ND (Larva nauplio)	1					2						3	12		1	1		1	20			28		63	66

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL
NEMATODA	ND	5		7	2	6	3	1		1	3	1	29	2	9	4	1	1	1			1	9	2	30	59
ROTIFERA	Notholca sp.												0	2	1	1		5		3			4		16	16
ARTHROPODA	ND		1					3	111	2		4	121		5	1					1		2		9	130
ROTIFERA	Polyarthra sp.												0										5		5	5
TARDIGRADA	ND	2	1	3		1				1			8												0	8
ROTIFERA	Testudinella sp.												0		2			1					1		4	4
ROTIFERA	Trichotria pocillum												0		2				1	10	1		3		17	17
CILIOPHORA	Vorticella sp.	1	2										3	2	2			1					35		40	43
RIQUEZA		5	5	7	1	4	5	9	5	5	3	5	39	17	17	11	4	6	12	13	14	3	20	1	39	1297
ABUNDANCIA		15	30	22	2	15	12	36	124	8	9	24	297	70	116	24	4	14	60	265	23	3	419	2	1000	2550

Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 3. Lista total de género y/o especies de macroinvertebrados (org./muestra) registradas en la temporada Seca 2022.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MO-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-02	ABASTECIMIENTO	TOTAL	
ANNELIDA	CLITELLATA	HIRUDINIDA	ND	ND		1							1			2	233	13	2		3	40		2	4			297	299	
ANNELIDA	CLITELLATA	LUMBRICULIDA	LUMBRICULIDAE	ND	3				2						3	8						12			4			16	24	
ANNELIDA	CLITELLATA	TUBIFICIDA	NAIDIDAE	ND								112				112						80						80	192	
ARTHROPODA	ARACHNIDA	TROMBIDIFORMES	LIMNESIIDAE	ND	204	3	135	9	117	32	59	12			8	579	80				576	476		12	136	168	1448	2027		
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE (Adulto)	ND	2		1			2		4	1	8	4	22	84	512	17	6	14	4	1	1	48	10	1	698	720	
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE (Larva)	ND	104	8	51	2	1	28			5	3	418	620	392	1376	103	20	576	296	15	52	172	123	1	3126	3746	
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	ND																	4							4	4	
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE (Adulto)	ND					10							10													10	
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE (Larva)	ND					2		3					5													5	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	BLEPHARICERIDAE	ND						1			1			2													2	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE (Larva)	ND						2	1623	1		16		1642			1			12							13	1655
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE (Pupa)	ND	9	5	21			4	437					476													476	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE (Larva)	ND	1566	503	2237	316	2386	448	2688	376	20	185	272	10997	840	896	61	247	907	568	100	272	972	163	10	5036	16033	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE (Pupa)	ND	177		188	127	343	8	45			8	4	900		72		64		32	4	1			2	175	1075	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	MUSCIDAE	ND	3	3	4		9	2	41		1			63	4	12	2	2	4		1	1				26	89	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	EMPIDIDAE	ND	5	8	18	17		19	13			10	72	162		2		9		4				9		25	187	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	EPHYDRIDAE	ND				1	1							2													2	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SYRPHIDAE	ND														6			1	4						11	11	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE (Larva)	ND	9	23	88	10	28	28		12	17	6	12	233								1				1	234	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE (Pupa)	ND			24			4						28									4			4	32	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	ND			1		1			1			1	4			2			8						10	14	
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	ND			2	1		2	19	8	4	5		41		8				4	7		4	2		25	66	

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MO-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-02	ABASTECIMIENTO	TOTAL
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Andesiops sp.</i>	112	36	406	3	114	87	64	152	706	41	83	1804	220	688	18	8	161		6	36	1820	228	3	3188	4992
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Baetodes sp.</i>								204	456	286		946									4			4	950
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Camelobaetidius sp.</i>											1	1													1
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	ND													40				4							44	44
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridalaris sp.</i>	8	3	55	1	34	6	48		1			156										1	1	157	
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	ND											655	655					2							2	657
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	CORIXIDAE	ND													8	112			3						2	125	125
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	AESHNIDAE	ND								1			3	4													4
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	COENAGRIONIDAE	ND													1											1	1
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	GRIPOPTERYGIDAE	<i>Claudioperla sp.</i>	315	136	168	4	3	12						638		539	63	68	204	24	1		124	85		1108	1746
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	<i>Cailloma sp.</i>	4		2		1	11	3	40	14	12		87			1		1		5	1	12	6		26	113
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	ND	24	1	10	2	35	4	418	8	2	4	215	723	368	320	43		12	364	30	104	40	104		1385	2108
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	<i>Oxyethira sp.</i>													8				16							24	24
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LIMNephilidae	<i>Anomalocosmoecus sp.</i>			2									2													2
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	AMPHIPODA	HYALELLIDAE	<i>Hyalella sp.</i>	2											2	1964		168		136		11	24	16	6		2325	2327
MOLLUSCA	GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	ND															58									58	58
MOLLUSCA	GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	PHYSIDAE	<i>Physa sp.</i>								17			8	25													25
MOLLUSCA	BIVALVIA	SPHAERIIDA	SPHAERIIDAE	ND													5											5	5
PLATYHELMINTHES	TREPAXONEMATA	NEOOPHORA	DUGESIIDAE	ND											1	1					4							4	5
RIQUEZA					16	12	18	12	16	18	13	14	13	12	16	33	14	13	13	8	17	15	12	13	14	12	6	32	41
ABUNDANCIA					2547	730	3413	493	3087	700	5461	948	1229	584	1760	20952	4247	4556	539	424	2612	1932	193	508	3360	905	192919	40247	

Elaboración: ASILORZA, 2022

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL
PROTOZOA	Diffugia sp.													1		1			2						4	4
BACILLARIOPHYTA	Encyonema sp.	187	1640	861	34	78	142	16	12	3	74		3047		16	14		24	94	120	44	6			318	3365
BACILLARIOPHYTA	Epithemia sp.								138				138	6	4		1		42			30	382		465	603
CHAROPHYTA	Euastrum sp.													4											4	4
PROTOZOA	Euglypha sp.											4	4		2				4	2					8	12
BACILLARIOPHYTA	Eunotia sp.															24	2								26	26
BACILLARIOPHYTA	Fragilaria sp.			133	24	32	48	24		7	18		286				1				18	90			109	395
BACILLARIOPHYTA	ND	275				40		30				30	375	48	217	115		160	179		266	142	96		1223	1598
BACILLARIOPHYTA	Frustulia sp.																2								2	2
BACILLARIOPHYTA	Gomphonema sp.		85									22	107						24	72					96	203
BACILLARIOPHYTA	ND	96		161	14	34	12	168	82	5	208		780			2			40	2	8	304	122		478	1258
BACILLARIOPHYTA	Gyrosigma sp.																					2	8		10	10
BACILLARIOPHYTA	Hannaea arcus		2					138		2	2		144													144
ARTHROPODA	ND																1								1	1
CHAROPHYTA	Klebsormidium sp.	2		2									4	2	2				4	14	2			2	26	30
ROTIFERA	Lecane sp.				2	1							3	6									2		8	11
ROTIFERA	Lepadella sp.													1											1	1
CYANOBACTERIA	ND											88	88		2							40			42	130
BACILLARIOPHYTA	Melosira sp.					30	12		250	5	222	60	579		16				144	215					375	954
CYANOBACTERIA	Merismopedia sp.																2		2						4	4
CHLOROPHYTA	Monoraphidium sp.					44							44					6	20	2	10		2		40	84
CHAROPHYTA	Mougeotia sp.							18					18													18
BACILLARIOPHYTA	Navicula sp.	8	8	16	30	2	10		47	4	98	40	263	4		2		12	787	634	168	77	144		1828	2091
ARTHROPODA	ND (Larva nauplio)													4		2									6	6
NEMATODA	ND	6		2	2	2		2			4	22	40			2		2	2	2	6		8		22	62

Phylum	Género y/o Especie	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	OPERACIONES	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL	
TARDIGRADA	ND						2						2													2	
CHLOROPHYTA	Tetradasmus sp.					14							14		44											44	58
PROTOZOA	Trinema sp.													2			1									3	3
BACILLARIOPHYTA	Ulnaria sp.	43		96	4	10							153	2		6				166		6	14	1	195	348	
BACILLARIOPHYTA	Ulnaria ulna		2	5			18	330	2	5	56	16	434		68			2	38	4	132			1	245	679	
CHLOROPHYTA	Ulothrix sp.		8	5				16					29		4				6	10						20	49
CILIOPHORA	Vorticella sp.	14		2				2	2				20	12					2							14	34
CHAROPHYTA	Zygnema sp.							24					24							4		46				50	74
RIQUEZA		19	13	20	15	20	9	17	14	8	15	21	49	30	24	22	9	19	34	29	21	22	23	4	71	80	
ABUNDANCIA		889	1975	1977	152	440	552	852	842	41	2990	990	11700	729	646	3171	13	766	2418	2485	1298	1283	1390	6	14205	25905	

Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5. Lista total de género y/o especies de necton (peces) registradas en la temporada Seca 2022.

Orden	Familia	Especie	ALT-4	AS-1	CAP-03	CH-3	COS-1	MQ-01	P-11	P-12	OPERACIONES	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-02	QLHUA-03	QLHUA-04	QLHUA-05	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TUM-01	ABASTECIMIENTO	TOTAL	
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>						56			56														56	
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. ispi</i>										39		11											39	50
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>						2			2															2
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Onchorincus mykiss</i>	2	39	2	2	5		4	25	79		17	2	10	9	4	1	1	1	44	23		11 2	19 1	
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>											4	1											5	5
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>										21		2		7							6		36	36
RIQUEZA			1	1	1	1	1	2	1	1	3	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	6	
ABUNDANCIA			2	39	2	2	5	58	4	25	137	60	21	16	10	16	4	1	1	1	44	23	6	192	340	

Elaboración: ASILORZA, 2022

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ESPECIES



Foto N° 01		
Cuerpo de agua	<i>Salvelinus fontinalis</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	No determinado
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	Introducido desde EE.UU. actualmente con poca presencia en la sierra sur	
Uso	Alimentación por parte de la población	

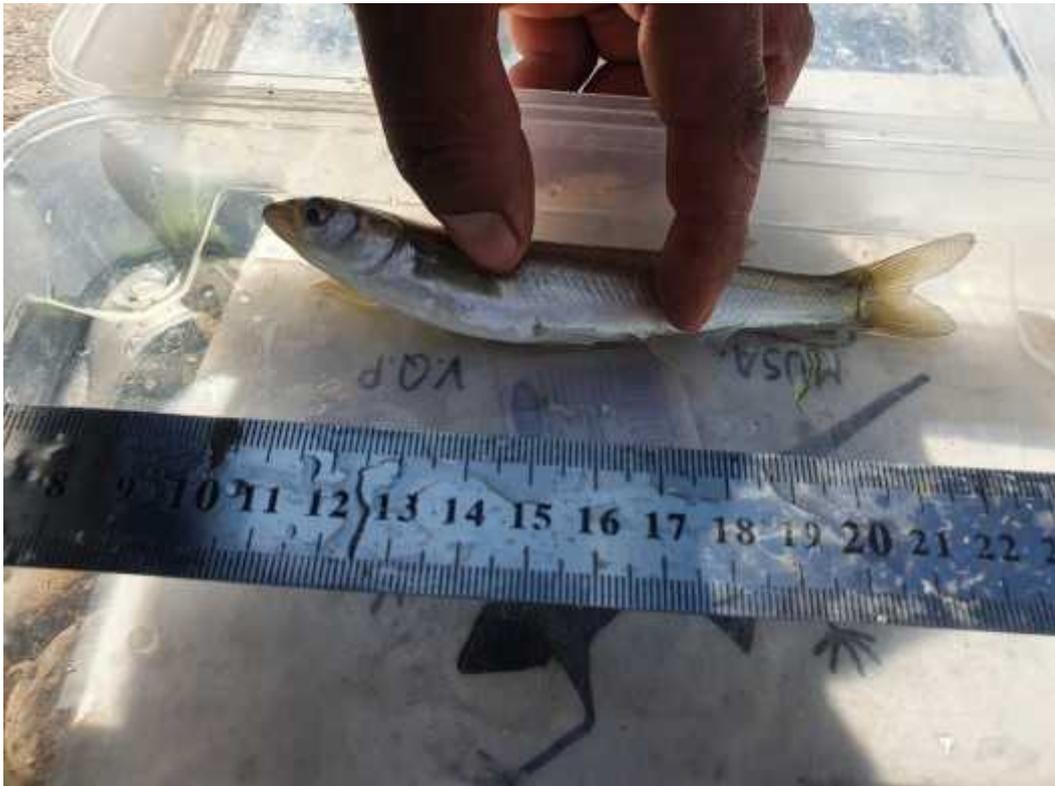


Foto N° 01		
Cuerpo de agua	<i>Basilichthys semotilus</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	Preocupación menor (LC)
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	Ríos de costa en Perú y Chile	
Uso	Alimentación por parte de la población	



Foto N° 01		
Cuerpo de agua	<i>Poecilia sp</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	Preocupación menor (LC)
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	Ampliamente distribuido en río de selva y costa del Perú.	
Uso	Usado para control vectorial, acuarofilia	



Foto N° 01		
Especie	<i>Orestias aff. ispi</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	No determinado
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	El género es endémico y está presente en cuerpos de agua altoandinos.	
Uso	Poco usado para alimentación por parte de la población	



Foto N° 01		
Cuerpo de agua	<i>Trichomycterus aff. rivulatus.</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	Especie casi amenazada (NT)
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	El género <i>Trichomycterus</i> corresponde a peces endémicos y está distribuido en cuerpos de agua altoandinos desde el lago Junín hasta Bolivia	
Uso	Poco usado para alimentación por parte de la población	



Foto N° 01		
Cuerpo de agua	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 004-2014-MINAGRI)	No determinado	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	No determinado
	CITES	No determinado
Endemismo y Distribución	Introducido en el Perú, ampliamente distribuido en los ríos y lagos altoandinos del Perú.	
Uso	Descripción relacionada al uso de la especie	

ANEXO 4

GALERIA DE PUNTOS DE MUESTREO

PUNTOS DE MUESTREO DE COMPONENTE HIDROBIOLÓGICO



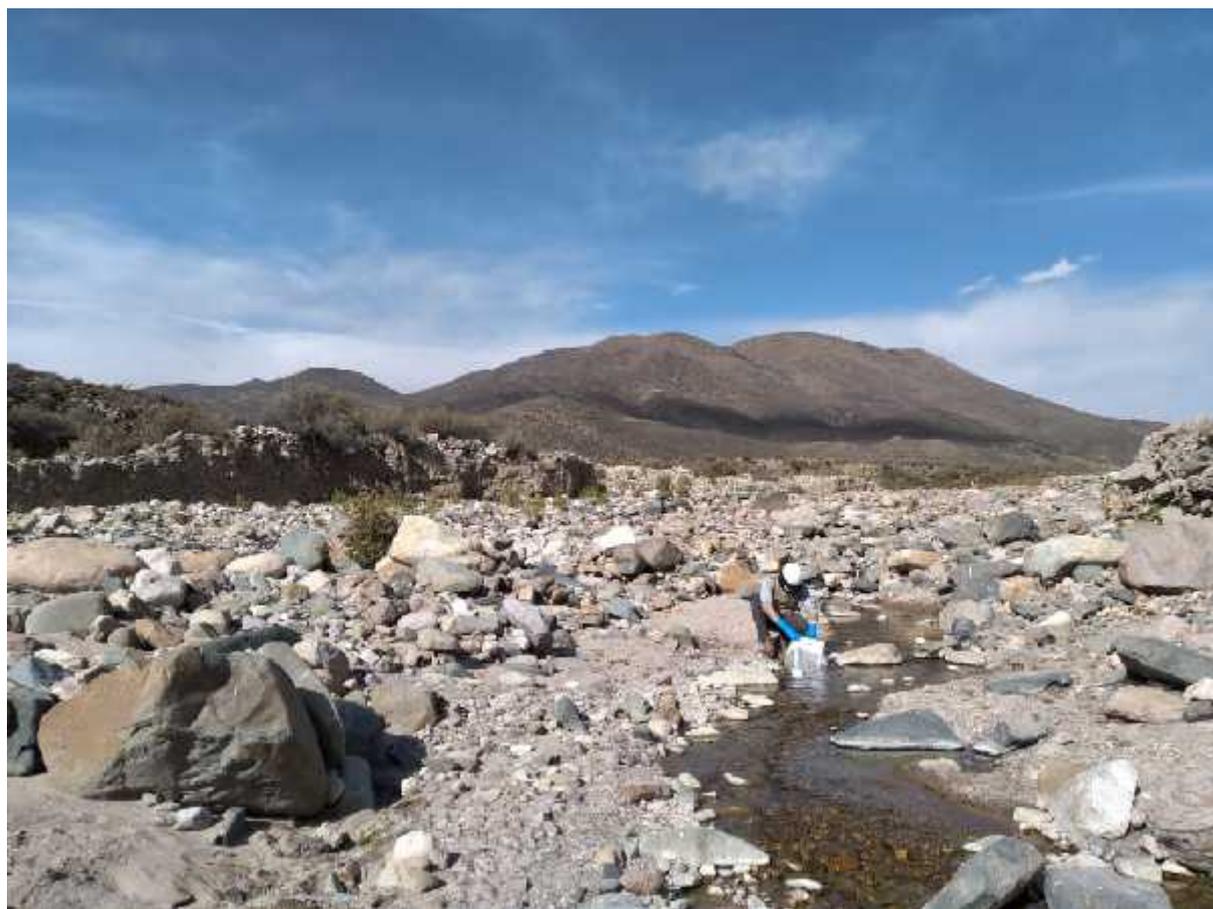
Punto de muestreo: ALT-4

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Quebrada Altarani	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 330908	Norte: 8107155
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	25/08/2022	
Descripción	Quebrada pedregosa de agua clara y rápida velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: AS-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 331045	Norte: 8107820
	Altitud (msnm): 3167	
Fecha de evaluación	25/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: CAP-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 325486	Norte: 8102337
	Altitud (msnm): 3420	
Fecha de evaluación	28/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y moderada velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: CAP-03

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Huancane	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 310270	Norte: 8105874
	Altitud (msnm): 2348	
Fecha de evaluación	31/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y moderada velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: CH-3

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Quebrada Charaque	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 321998	Norte: 8109036
	Altitud (msnm): 1365	
Fecha de evaluación	27/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y lenta velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: COS-1

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Coscore	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 319090	Norte: 8107910
	Altitud (msnm): 3034	
Fecha de evaluación	29/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de corriente. La orilla es moderadamente amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



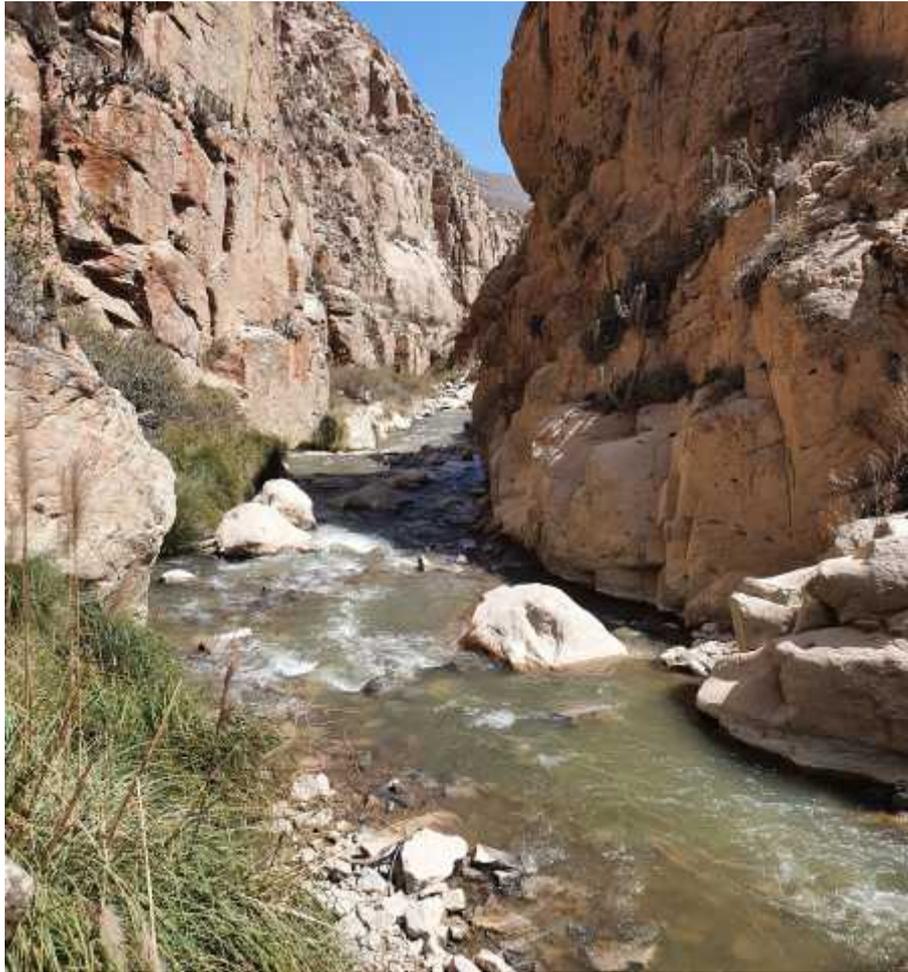
Punto de muestreo: MQ-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Moquegua	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 290125	Norte: 8095445
	Altitud (msnm): 1828	
Fecha de evaluación	3/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y moderada velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por hierbas y árboles ribereños.	



Punto de muestreo: P-11

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 329834	Norte: 8107657
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	26/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereños.	



Punto de muestreo: P-12

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 323118	Norte: 8108112
	Altitud (msnm): 3357	
Fecha de evaluación	26/08/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de corriente. La orilla es amplia y está semiprotectida por matorral ribereños.	



Punto de muestreo: QLBHUA-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355626	Norte: 8150428
	Altitud (msnm): 4463	
Fecha de evaluación	4/09/2022	
Descripción	Quebrada de sustrato mixto, agua clara y moderada velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLBHUA-03

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357593	Norte: 8155783
	Altitud (msnm): 4379	
Fecha de evaluación	5/09/2022	
Descripción	Quebrada de sustrato mixto, agua clara y lenta velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprottegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLBHUA-05

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 354879	Norte: 8150125
	Altitud (msnm): 4469	
Fecha de evaluación	4/09/2022	
Descripción	Quebrada pedregosa, agua clara y moderada velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLCHI-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349032	Norte: 8151222
	Altitud (msnm): 4366	
Fecha de evaluación	6/09/2022	
Descripción	Río de sustrato mixto, agua clara y lenta velocidad de agua. La orilla es estrecha y está protegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLCHI-04

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349118	Norte: 8158175
	Altitud (msnm): 4314	
Fecha de evaluación	6/09/2022	
Descripción	Río de sustrato duro, agua clara y rápida velocidad de agua. La orilla es estrecha y está protegida por pastos.	



Punto de muestreo: QLCHR-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Tipo de cuerpo de agua – Nombre Ej: Río Chillón	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357772	Norte: 8159582
	Altitud (msnm): 4380	
Fecha de evaluación	5/09/2022	
Descripción	Río de sustrato duro, agua clara y moderada velocidad de agua. La orilla es moderada y está semiprotegida por pastos.	



Punto de muestreo: QLHUA-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Calasaya	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355626	Norte: 8150428
	Altitud (msnm): 4463	
Fecha de evaluación	4/09/2022	
Descripción	Quebrada de sustrato mixto, agua clara y moderada velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLHUA-02

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Calasaya	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355452	Norte: 8154002
	Altitud (msnm): 4398	
Fecha de evaluación	8/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y lenta velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotectida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLTIT-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Titire	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 350186	Norte: 8168742
	Altitud (msnm): 4427	
Fecha de evaluación	7/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y color beige aparente. La velocidad de corriente es lenta y la orilla es amplia y poco protegida por roquedal y pastos.	



Punto de muestreo: QLVIZ-04

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Vizcacha	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 354352	Norte: 8159462
	Altitud (msnm): 4379	
Fecha de evaluación	5/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotegida por césped de puna.	



Punto de muestreo: QLVIZ-05

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Vizcacha	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349733	Norte: 8161288
	Altitud (msnm): 4296	
Fecha de evaluación	7/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de agua. La orilla es amplia y está poco protegida por pastos.	



Punto de muestreo: TUM-01

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Tiumilaca	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 304539	Norte: 8105287
	Altitud (msnm): 1901	
Fecha de evaluación	1/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y moderada velocidad de agua. La orilla es amplia y está semiprotegida por matorral ribereño.	



Punto de muestreo: TUM-3

Empresa	FDM	
Nombre del proyecto	Monitoreo Biológico MAP Quellaveco Campaña N°10 – Temporada Seca 2022	
Cuerpo de agua	Río Tiumilaca	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 309066	Norte: 8106446
	Altitud (msnm): 2236	
Fecha de evaluación	1/09/2022	
Descripción	Río pedregoso de agua clara y rápida velocidad de agua. La orilla es moderada y está semiprotegida por matorral ribereño.	

ANEXO 5

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXO 5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Atarraya: Aparejo de pesca unipersonal, red de lance. Forma de cono provisto de una línea de plomos en el borde de la circunferencia, una bolsa del mismo material para retener a los peces capturados y una cuerda en el otro extremo para lanzar la red.

Bentos: Es una comunidad que comprende tanto animales invertebrados como vertebrados, y está caracterizada por habitar el sedimento acuático (fondo) y su superficie. Las respuestas de estas comunidades a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar posibles impactos.

Bioindicadores: Un indicador de biodiversidad puede ser una variable cuantitativa o cualitativa que puede ser descripta o medida, la cual, cuando se observa periódicamente, muestra tendencias en las características de la biodiversidad a lo largo del tiempo.

Clorofila "a": Pigmento verde encontrado en organismos fotosintéticos, tales como algas.

Comunidad: Todos los organismos que conforman las diversas poblaciones de un área conocida y que al funcionar en conjunto con el medio inerte constituyen el Ecosistema.

CPUE: (Captura por Unidad de Esfuerzo) En pesquería, ningún número ni peso es medido en su totalidad, por lo que son utilizados valores relativos o índices que dan valores de abundancia o densidad, tales como la CPUE, que mide la totalidad de lo capturado en un tiempo, área o con un método de pesca determinado.

Época Húmeda: Periodo del año coincidente con las máximas lluvias, caracterizado por el aumento del caudal del río. Comprende para la mayoría de cuencas hidrográficas en el Perú los meses de diciembre a abril.

Época Seca: Periodo del año caracterizado por la disminución de las precipitaciones pluviales y disminución de los niveles de agua de los ambientes acuáticos, siendo más evidente en la mayoría de cuencas hidrográficas en el Perú entre los meses de junio a setiembre.

Equidad o Índice de Pielou: Índice para la estimación de la estabilidad de las poblaciones de comunidades biológicas. El máximo valor es la unidad (1).

Especie: Conjunto de individuos que viven en una misma área, con características físicas comunes, igual número de cromosomas, y que pueden reproducirse y tener crías fértiles. El conjunto de individuos de la misma especie constituye la Población.

Eutrofización: Proceso biológico de modificación del ecosistema acuático por el incremento de nutrientes orgánicos.

Fitoplancton: Algas microscópicas que viven suspendidas en la columna de agua.

Oligotrófico: Cuerpo de agua pobre en nutrientes que no favorecen la proliferación de algas. Muchos lagos no disturbados están en este estado.

Plancton: Compleja comunidad microscópica, formada por microalgas, protozoarios, hongos, rotíferos, micro crustáceos y otros animales microscópicos. Son útiles para evaluar los efectos de los contaminantes en lagos y corrientes de agua.

Población: Grupo o conjunto de individuos de una sola especie.

Red Surber: Equipo para muestrear macroinvertebrados en ambientes lóticos.

Riqueza de especies: Número de especies en una muestra o hábitat.

Taxonomía: Ciencia que clasifica organismos biológica, sistemática y de manera jerarquizada.

Visibilidad: Llamada también transparencia, es la medida de la profundidad que permite ver a través del agua; varía con las condiciones del día y el observador.

Zooplankton: Componente animal del plancton conformado por organismos microscópicos con movilidad limitada.

ANEXO 6

TABLAS DE RESULTADOS DE CALIDAD DE HÁBITAT

ANEXO 6. Tablas de resultados de calidad de hábitat

Cuadro 5.1. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9	9.00	8,78	9.00	8,6
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8,22	8.20	7,56	6.00	9
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8,22	8.20	7,78	6.00	8,6
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	8,67	8.50	7,89	-	8,3
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	7,44	7.44	7,11	7.88	8,2
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	8,67	8.50	8,22	9.00	9
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9,33	9.33	5,33	8.22	8,6
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	8,67	8.50	7,33	7.17	8,6
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7,44	7.44	8	7.63	8,6
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	7,11	7.11	5,44	7.89	7,3
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	3,33	3.33	2,89	4.00	6,5
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	7,11	7.00	6,67	8.22	8,66
ALT-04	Quebrada Altarani	Operaciones	9	9.00	7,89	8.22	8,66
P-11	Rio ASANA	Operaciones	6,89	6.89	4,56	7.11	8,4
P-12	Rio ASANA	Operaciones	6,89	6.89	5,67	4.89	7,4
CH-03	Quebrada Charaque	Operaciones	7,56	7.56	7,56	7.67	7,3
COS-01	Rio Coscore	Operaciones	9	9.00	7,56	7.89	8,6
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	6,89	6.89	6,33	7.44	8,3
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	6,56	6.50	9	7.00	8
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	7,56	7.56	4,89	7.56	8,6
TUM-03	Rio Tumilaca	Operaciones	9,33	9.33	9	8.88	8,6
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	6,67	6.50	3,22	6.22	7,55

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.2. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-AND

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	85	75	70	60
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	20	20	25	65
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	80	80	60	55
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	100	100	60	40
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	95	95	60	60
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	55	55	-	55
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	55	55	60	60
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	40	40	40	55
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	20	20	20	35
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	15	15	15	45
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	50	50	50	35
ALT-04	Quebrada Altarani	Operaciones	50	50	45	45	50
12AS-01	Rio ASANA	Operaciones	45	45	45	45	55
P-11	Rio ASANA	Operaciones	45	45	30	40	40
P-12	Rio ASANA	Operaciones	20	20	15	0	60
CH-03	Quebrada Charaque	Operaciones	30	30	30	30	35
COS-01	Rio Coscore	Operaciones	35	35	45	35	40
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	40	40	35	40	40
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	55	55	40	60	55
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	70	75	55	70	35
TUM-03	Rio Tumilaca	Operaciones	40	40	40	40	50
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	55	60	45	55	50

Elaboración: ASILORZA, 2022.

ANEXO 7

**TABLAS DE VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR
DE CONDICIÓN (K) 2020-2022**

ANEXO 7. TABLAS DE VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR DE CONDICIÓN (K) 2020-2022.

Temporada seca 2020

Cuadro 5.1. 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
	17.1	46.20	0.924
COS1	16.0	45.30	1.106
	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
	19.0	207.00	3.018
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
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: ASILORZA, 2022.

(*) Ejemplares hembras grávidas

Temporada húmeda 2021

Cuadro 5.2. 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

Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
P11	95.0	10.00	9.500
P12	170.0	20.00	2.125
QLBHUA-05	169.0	22.00	1.587
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
QLCHI-03	75.0	10.00	7.500
	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, 2022. (*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.32 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

Temporada seca 2021

Cuadro 5.3. 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	
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	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	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	
Mínimo	6.00	4.86	0.00
Máximo	30.00	600.00	5.23
Promedio	14.44	107.56	0.14

Elaboración: ASILORZA, 2022

(*) Ejemplares hembras grávidas

Temporada húmeda 2022

Cuadro 5.4. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS-1	23	7.5	5.452
	6.3	6	2.917
	20	84	0.003
	13.3	22	0.125
	24	138	0.001
	7.5	76	0.002
	6.2	5	4.96
	13.8	33	0.038
	8	6	3.704
P-11	20	538	0
	23	146	0.001
	19.8	108	0.002
	18.7	79	0.004
	13.5	23	0.111
	12.2	17	0.248
	10.8	10	1.08
	36.8	1150	0
	33	929	0
	33	928	0
	30	888	0
	30	852	0
	P-12	9.5	19
20		84	0.003
20		93	0.002
21		113	0.001
33.7		411	0
16		36	0.034
26		244	0
40		835	0
45		888	0
37		470	0
35.5		450	0
21		87	0.003
21.5		108	0.002
22		104	0.002
16.5		57	0.009
8.2	6	3.796	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	9	7	2.624
	10	16	0.244
COS-1	25	53	0.017
	20.5	86	0.003
	22.5	118	0.001
	25	201	0
	15	33	0.042
QLCHI-01	11.9	21	0.128
	7.9	8	1.543
	10.5	12	0.608
	9.2	8	1.797
	10.4	14	0.379
	9.7	15	0.287
	11.3	22	0.106
	10.6	11	0.796
	11.2	13	0.51
	10.4	14	0.379
	11.1	15	0.329
	8.2	6	3.796
	9.5	10	0.95
	9.6	8	1.875
	8.4	9	1.152
	7.7	5	6.16
	7.9	7	2.303
	6.4	6	2.963
	21	103	0.002
	18.8	71	0.005
	17.7	55	0.011
	16.9	52	0.012
	12.5	26	0.071
	11.2	28	0.051
	14.1	31	0.047
	10.9	17	0.222
	10	16	0.244
	21	81	0.004
	12.9	25	0.083
	12.5	25	0.08
	12.2	22	0.115
	18.4	59	0.009
11.9	21	0.128	
10.3	15	0.305	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³	
	10.7	14	0.39	
	13.3	31	0.045	
	9.7	11	0.729	
	10.6	13	0.482	
	13.2	23	0.108	
	12.8	26	0.073	
	3	9	0.412	
	7.8	7	2.274	
	9.3	13	0.423	
	7	2	87.5	
QLBCHI-07	6.5	13	0.296	
	5.7	1	570	
	11	5	8.8	
	8	4	12.5	
	5	2	62.5	
	4.5	1	450	
	6	3	22.222	
	6.5	4	10.156	
	8	6	3.704	
	7.2	6	3.333	
	6	3	22.222	
	4.5	1	450	
	7.5	6	3.472	
	4.5	2	56.25	
	5.5	2	68.75	
	3.3	1	330	
	QLBHUA-05	23	155	0.001
		21.5	109	0.002
		20.8	114	0.001
		21.5	106	0.002
17		75	0.004	
18.2		67	0.006	
23.5		178	0	
13.5		34	0.034	
22.4		110	0.002	
21.2		112	0.002	
18.6		86	0.003	
21		108	0.002	
17.5		69	0.005	
14.4		34	0.037	
12.6		25	0.081	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	15	38	0.027
	13.3	25	0.085
	13.2	27	0.067
	13	22	0.122
	10.8	16	0.264
QLVIZ-04	34.8	409	0
	33	380	0
	27	239	0
	34.7	462	0
	35.2	181	0.001
	34	340	0
	18	97	0.002
	40	614	0
	9.7	9	1.331
	38	575	0
	39	584	0
	40	600	0
	26	223	0
	24.9	155	0.001
	20	128	0.001
	17.5	69	0.005
	18.5	110	0.001
	23.5	152	0.001
	23	149	0.001
	25	94	0.003
	19.5	101	0.002
	19	67	0.006
	13	32	0.04
	20	90	0.003
	24.6	203	0
	25	124	0.001
	19.5	92	0.003
	14.5	36	0.031
	26	171	0.001
	35	168	0.001
	14.5	59	0.007
	21.5	131	0.001
23.5	149	0.001	
15.4	47	0.015	
22	133	0.001	
21.5	100	0.002	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	22.5	154	0.001
QLCHI-04	11	16	0.269
	14.2	34	0.036
	15.3	48	0.014
	16.4	59	0.008
	10.6	10	1.06
	34	502	0
	28.3	239	0
	15.3	40	0.024
	18.2	68	0.006
	14.6	42	0.02
	25.3	211	0
	13	23	0.107
	17.8	70	0.005
	17	65	0.006
	14.1	34	0.036
	15.1	36	0.032
	QLCHI-03	19.5	83
13.4		21	0.145
17.3		66	0.006
17.7		67	0.006
20.5		108	0.002
16.4		53	0.011
15.8		43	0.02
16.7		62	0.007
25.8		194	0
16.8		70	0.005
16.7		72	0.004
20.3		80	0.004
19.5		79	0.004
16.3		60	0.008
14.8		37	0.029
10		51	0.008
10		48	0.009
22.3		138	0.001
15.8		51	0.012
23.8		171	0
16.1	44	0.019	
18.7	75	0.004	
15.8	49	0.013	
12	21	0.13	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	11.8	21	0.127
	15.2	29	0.062
	12.7	20	0.159
	12.8	16	0.313
	10.4	11	0.781
	11.6	17	0.236
	28.8	246	0
	17.2	64	0.007
	16.2	55	0.01
	23.3	150	0.001
	18.7	79	0.004
	20	102	0.002
	20.5	119	0.001
	19.3	82	0.004
	16.3	41	0.024
	18	80	0.004
QLVIZ-05	13.7	26	0.078
	13.8	27	0.07
	11.8	21	0.127
	10.9	19	0.159
	14.7	33	0.041
	10.7	14	0.39
	13.6	24	0.098
	9.7	5	7.76
	8.9	5	7.12
	34	132	0.001
	17.5	66	0.006
	20.5	100	0.002
	20.6	107	0.002
	22.5	112	0.002
	17.3	67	0.006
	21.8	116	0.001
	23.7	143	0.001
	24.3	162	0.001
	10.8	12	0.625
	17	134	0.001
	25	172	0
	17.2	59	0.008
13.4	23	0.11	
14.8	35	0.035	
14.2	34	0.036	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	20.8	105	0.002
	11.2	18	0.192
	38.5	534	0
	15.2	43	0.019
	15.7	43	0.02
	13.5	38	0.025
	15.8	40	0.025
	13.5	27	0.069
	11.7	16	0.286
Mínimo	3	1	0
Máximo	45	1150	570
Promedio	17.28	109.34	8.94

Elaboración: ASILORZA, 2022

Temporada seca 2022

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
ALT-4	21	89.4	0.965
	20.6	83.7	0.957
AS-1	16.2	44.1	1.037
	21.2	93.5	0.981
	16.6	41	0.896
	21.1	81	0.862
	17.8	46	0.816
	21.2	84	0.882
	17.9	55	0.959
	18.4	59.7	0.958
	18.9	51	0.755
	16.5	45	1.002
	11.9	17	1.009
	15.1	33	0.958
	16.1	44	1.054
	17.6	57	1.046
	13.9	28	1.043
	13.8	23	0.875
	13.6	24	0.954
	12.8	15	0.715
13.1	18	0.801	
14.5	30	0.984	
13.5	19	0.772	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	16	37	0.903
	11	16	1.202
	10.2	11	1.037
	13.9	26	0.968
	8.2	4	0.725
	10.5	11	0.950
	9.3	8	0.995
	10.4	13	1.156
	9.4	10	1.204
P-11	19.3	81	1.127
	19.3	68.7	0.956
	13	20	0.910
	41.2	731	1.045
P-12	24.2	151.2	1.067
	22.2	117	1.069
	27.6	256	1.218
	14	39	1.421
	10.2	11	1.037
	26	193	1.098
	28.5	229.8	0.993
	48	1106.4	1.000
	33	348.6	0.970
	35.7	357	0.785
	42	737.3	0.995
	34	390.4	0.993
	39	593.4	1.000
	30	269.3	0.997
	21.5	106	1.067
	41.4	748	1.054
38.5	571.2	1.001	
20.5	109	1.265	
CH-3	25.3	150	0.926
	29	225.3	0.924
COS-1	21.1	79.7	0.848
	25.5	151.4	0.913
CAP-03	31	281.9	0.946
	24.6	145.2	0.975
QLBHUA-05	21.7	99.5	0.974
	21.8	101.6	0.981
	24.9	149.4	0.968
	17.8	52.4	0.929
	13.9	20.9	0.777

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	23.2	121.9	0.976
	23.2	117.9	0.944
	18.1	54.3	0.916
	22.4	113.4	1.009
	17.8	54.4	0.965
	15.2	36.1	1.028
	14.5	27.5	0.902
	15.8	37.4	0.949
	15.4	38.5	1.055
	15.2	37.1	1.057
	13.4	20.1	0.834
	12.7	23.5	1.146
	4.9	1.2	1.020
	12.3	19.6	1.054
	4.7	1.0	0.963
	4.6	1.1	1.130
	4.7	1.1	1.059
QLVIZ-04	20	93	1.163
	19.5	94	1.268
	23.8	156	1.157
	33.2	272	0.743
	24.6	134	0.900
	18.9	84	1.244
	25.2	156	0.975
	23.3	140	1.107
	24.4	165	1.136
	27.7	201	0.946
	24.3	167	1.164
	22.1	130	1.204
	22.8	144	1.215
	16.8	57	1.202
	22.2	95	0.868
	15.6	52	1.370
	32.2	281	0.842
	15.2	42	1.196
	15.4	53	1.451
	19.2	77	1.088
15.9	57	1.418	
28.4	201.4	0.879	
18.1	47.5	0.801	
26.2	166.9	0.928	
19.5	56	0.755	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	14.4	27	0.904
	21.3	72	0.745
	20.7	74	0.834
	16	38	0.928
	15	31	0.919
	21.7	108	1.057
	19.8	67	0.863
	20.9	109	1.194
	14.5	27	0.886
	37	445.7	0.880
	35.2	495	1.135
	30.5	278	0.980
	39	462	0.779
QLCHR-01	10.8	14	1.111
	13.2	17	0.739
	10.2	10	0.942
	13.3	18	0.765
	14.9	24	0.726
	14.6	25.4	0.816
	9.9	8.4	0.866
	18.8	47	0.707
	11.2	13.5	0.961
QLCHI-01	34.3	561	1.390
	36.1	540	1.148
	32.4	440	1.294
QLHUA-02	13.1	20.5	0.911
	10.7	12.3	1.004
	15.3	31.8	0.888
	30.1	266.7	0.978
	30.4	277.9	0.989
	25.7	162.7	0.959
	28.5	226.5	0.978
QLVIZ-05	14.9	34.1	1.030
	15.2	33.1	0.943
	25.2	161.0	1.006
	16.9	45.3	0.938
	12.2	16.2	0.890
	14.3	31.2	1.068
	12.9	23.5	1.093
	25.1	154.1	0.975
	15.4	39.5	1.082
22.8	115.5	0.975	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	14.9	34.1	1.030
	16.7	44.6	0.957
	13.2	25.0	1.087
	14.3	28.2	0.966
	14.7	32.8	1.031
	13.2	21.0	0.913
	15.5	40.2	1.081
	14.4	27.9	0.933
	16.1	38.7	0.928
	15	34.8	1.030
	13.2	19.0	0.826
	10.2	12.6	1.188
	15.2	27.1	0.772
QLCHI-04	19.8	74.6	0.961
	28.2	225.3	1.004
	18.2	51.3	0.851
	20.9	83.3	0.912
	20.1	82.2	1.012
	17.2	45.9	0.902
	19.1	62.7	0.900
	14.8	33.4	1.031
	14.7	25.8	0.811
	15.3	26.8	0.749
Máximo	48.0	1106.4	1.45
Mínimo	4.6	1.0	0.71
Promedio	19.8	124.3	0.99

Elaboración: ASILORZA, 2022

ANEXO 8

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO 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 runnig-waters 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 Conjugatphyceae, Zygnematales und Desmidiáles*. 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 Zygnemales = 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.
- *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú* / Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural/ Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente, 2014.

- MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- MOREIRA, J.A. 1988. Productividad primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahía, 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.