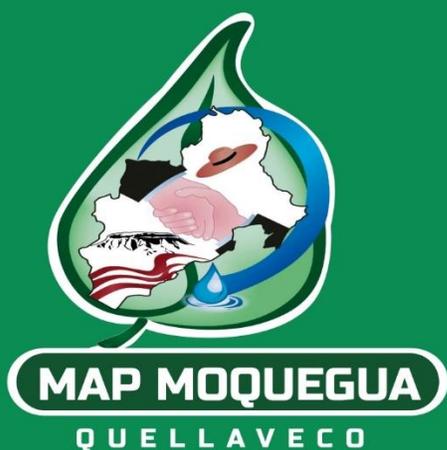
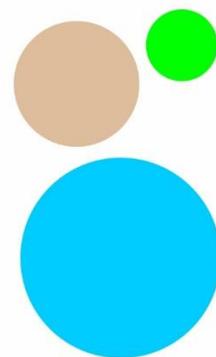


INFORME HIDROBIOLÓGICO

TEMPORADA SECA 2020

MAP 8 CAMPAÑA



Diciembre, 2020



El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP está relacionado con los compromisos N° 5, 7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática minera del departamento de Moquegua con la empresa Anglo American y también como una de las medidas establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Quellaveco.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	OBJETIVOS	7
2.1.	OBJETIVO GENERAL	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3.	METODOLOGÍA	8
3.1.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO	8
3.2.	MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	9
3.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	9
3.2.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	9
3.2.3.	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	11
3.2.4.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU	12
3.2.5.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	12
3.2.6.	ANÁLISIS DE DATOS	13
3.3.	CONSIDERACIONES.....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	21
4.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	23
4.2.1.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL).....	23
4.2.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	24
4.3.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CAMPO	25
4.3.1.	PH	27
4.3.2.	OXIGENO DISUELTO.....	28
4.3.3.	CONDUCTIVIDAD	28
4.3.4.	TEMPERATURA	30
4.4.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	30
4.4.1.	PLANCTON	30
4.4.2.	FITOPLANCTON.....	31
4.4.3.	ZOOPLANCTON	36
4.4.4.	PERIFITON.....	40
4.4.5.	BENTOS.....	45
4.4.6.	PECES.....	50
4.5.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	53
4.6.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	56
4.7.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL.....	56

4.8.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	56
5.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS	57
5.1.	PLANCTON	58
5.2.	PERIFITON.....	58
5.3.	BENTOS.....	59
5.4.	PECES.....	60
6.	CONCLUSIONES	61
6.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	61
6.2.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	61
6.3.	COMUNIDADES ACUÁTICAS.....	62
6.3.1.	PLANCTON	62
6.3.2.	PERIFITON.....	62
6.3.3.	BENTOS.....	63
6.3.4.	PECES	63
6.4.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	63
6.5.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS	64
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE CUADROS

CUADRO 3.1.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA FAUNA ACUÁTICA EN EL ÁREA DEL PROYECTO	8
CUADRO 3.2.	VALORES COMPARATIVOS DEL SVAP.....	10
CUADRO 3.3.	VALORES COMPARATIVOS DEL QBR-AND.....	10
CUADRO 3.4.	RANGOS DE VALORES PARA LA DIVERSIDAD DE MARGALEF.....	13
CUADRO 3.5.	RANGOS DE VALORES PARA LA DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER.....	14
CUADRO 3.6.	RANGOS DE VALORES PARA LA DIVERSIDAD DE SIMPSON.....	15
CUADRO 3.7.	RANGOS DE VALORES PARA EL ÍNDICE %EPT.....	16
CUADRO 3.8.	CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS Y SIGNIFICADO ECOLÓGICO DE ACUERDO AL ÍNDICE BMWP/COL.....	16
CUADRO 3.9.	PUNTAJE DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS DE ACUERDO AL ÍNDICE BMWP/COL.....	17
CUADRO 3.10.	ESCALA DE CALIDAD DE AGUA, ÍNDICE HBI.....	18
CUADRO 3.11.	ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE ACUERDO A LA PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE ABI.....	18
CUADRO 3.12.	PUNTAJE DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS DE ACUERDO AL ÍNDICE ABI.....	18
CUADRO 4.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PUNTOS DE EVALUACIÓN	21
CUADRO 4.2.	VALORES DE CLASIFICACIÓN Y CONDICIÓN DE LOS HÁBITATS EVALUADOS – SVAP	23
CUADRO 4.3.	VALORES DE CLASIFICACIÓN Y CALIDAD DE LOS HÁBITATS EVALUADOS - QBR-AND.....	24
CUADRO 4.4.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS POR PUNTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO.....	26
CUADRO 4.5.	COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL FITOPLANCTON POR ESTACIÓN DE MUESTREO	34
CUADRO 4.6.	DENSIDAD DEL FITOPLANCTON (CÉLULA/ML) E ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTACIÓN	35
CUADRO 4.7.	COMPOSICIÓN DE ESPECIES ZOOPLANCTON POR TEMPORADA DE EVALUACIÓN.....	38
CUADRO 4.8.	DENSIDAD DEL ZOOPLANCTON (ORGANISMO/L) E ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTACIÓN, TEMPORADA SECA. 39	
CUADRO 4.9.	COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL PERIFITON POR ESTACIÓN.....	43
CUADRO 4.10.	DENSIDAD DEL PERIFITON (CÉLULAS O UNIDADES/MM2) E ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTACIÓN..	44
CUADRO 4.11.	COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS POR PHYLLUM	48
CUADRO 4.12.	DENSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS (INDIVIDUOS/M2) E ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTACIÓN	49
CUADRO 4.13.	COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE PECES.....	50
CUADRO 4.14.	VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR DE CONDICIÓN (K)	51
CUADRO 4.15.	VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR DE CONDICIÓN (K)	53
CUADRO 4.16.	VALORES DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA.....	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1.	RESULTADOS DE PH DEL MONITOREO HIDROBIOLÓGICO.....	27
FIGURA 4.2.	RESULTADOS DEL OXÍGENO DISUELTO.....	28
FIGURA 4.3.	RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD DEL MUESTREO HIDROBIOLÓGICO.....	29
FIGURA 4.4.	RESULTADOS DE TEMPERATURA DE AGUA SUPERFICIAL DEL MUESTREO HIDROBIOLÓGICO.....	30
FIGURA 4.5.	CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE PLANCTON EN AMBAS TEMPORADAS DE EVALUACIÓN.....	31
FIGURA 4.6.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL TOTAL POR DIVISIÓN DEL FITOPLANCTON.....	32
FIGURA 4.7.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON POR DIVISIÓN (CÉLULA/ML)....	33
FIGURA 4.8.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL POR PHYLLUM DEL ZOOPLANCTON.....	36
FIGURA 4.9.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON POR DIVISIÓN (ORGANISMO/L), TEMPORADA SECA.....	37
FIGURA 4.10.	CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE MICROALGAS POR ESFUERZO DE MUESTREO (PUNTOS DE MUESTREO).....	40
FIGURA 4.11.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL POR DEL PERIFITON.....	41
FIGURA 4.12.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ABUNDANCIA DEL PERIFITON (CÉLULAS O UNIDADES/MM ²).....	42
FIGURA 4.13.	CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	45
FIGURA 4.14.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE MACROINVERTEBRADOS POR PHYLLUM.....	46
FIGURA 4.15.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS POR PHYLLUM (INDIVIDUOS/M ²).....	47
FIGURA 4.16.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS POR CLASE (INDIVIDUOS/M ²).....	47
FIGURA 4.17.	HISTOGRAMA DE TALLAS CON LÍNEAS DE PESO.....	52
FIGURA 4.18.	RELACIÓN LONGITUD – PESO.....	52
FIGURA 5.1.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE DIVERSIDAD DEL FITOPLANCTON.....	58
FIGURA 5.2.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE DIVERSIDAD DEL PERIFITON.....	59
FIGURA 5.3.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE DIVERSIDAD DEL PERIFITON.....	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

En esta campaña de monitoreo 2020 del MAP temporada seca se realizó en octubre del 2020 y se tomaron muestras de plancton, perifiton, bentos, peces; además de parámetros fisicoquímicos y, mediante los datos obtenidos se aplicó índices ecológicos y de calidad ambiental a fin de obtener datos sobre el estado hidrobiológico de los cuerpos de agua en las zonas de muestreo.

2. OBJETIVOS

2.1. 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.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ④ Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y necton dentro del área de estudio.
- ④ Elaborar un listado de los principales grupos taxonómicos que conforman las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y peces dentro del área de estudio para la actualización de la información hidrobiológica del EIA de la referencia.
- ④ 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.
- ④ Comparar los resultados de la temporada 2020 con monitoreos con años anteriores 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019

3. METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

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

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

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM-WGS84		Altitud msnm
				Este	Norte	
P12	Rio ASANA	Operaciones	18L	323118	8108112	3357
AS1	Rio ASANA	Operaciones	18L	331033	8107302	3167
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	18L	322437	8109190	1365
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	18L	330640	8107302	3166
P11	Rio ASANA	Operaciones	18L	329834	8107657	3166
COS1	Rio Coscore	Operaciones	18L	319090	8107910	249
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	18L	310270	8105874	2348
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	306970	8106621	2236
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	304599	8105308	1901
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	18L	325486	8102337	3420
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	18L	302070	8102936	1828
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	18L	349750	8161304	1332
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349118	8158175	4314
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	18L	351799	8169720	4340
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	357229	8152274	4431
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355452	8154002	4401

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM-WGS84		Altitud msnm
				Este	Norte	
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355626	8150428	4463
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	354879	8150125	4469
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349032	8151222	4366
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	351680	8148024	4422
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	349144	8151113	4467
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	18L	355116	8159234	4379
QLHUA-04,	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	356061	8159325	4368
QLCHR-01,	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18L	355914	8159292	4380
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	357041	8156730	4379

Elaboración: Asilorza, 2020

3.2. MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Durante las evaluaciones hidrobiológicas en campo se realizó una descripción del hábitat de cada una de las estaciones evaluadas, considerando su ubicación, tipo de ambiente acuático, tipo de hábitat, amplitud del cauce, profundidad, estado de conservación, entre otros, análisis respaldados y complementados con fotografías de las distintas zonas de estudio. En los Anexos 1 y 2 se muestra Mapas de Monitoreo y Descripción de Puntos Monitoreo.

3.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And), las que, además de generar información valiosa sobre la condición del hábitat fluvial o las riberas asociadas, generan un puntaje estandarizado a través del que se califica la condición del ambiente. Dicho puntaje permite realizar comparaciones

de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

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

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

Cuadro 3.2. Valores comparativos del SVAP

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

Fuente: NRCS- USDA 1999

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

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

Cuadro 3.3. Valores comparativos del QBR-And

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

Fuente: Munne et al. 2003

3.2.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS

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

Para realizar las colectas, el Ministerio de la Producción – PRODUCE, a través de la **Resolución Directoral N° 00347-2020-PRODUCE/DGPCHDI** resuelve otorgar la autorización para efectuar la investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, según la normatividad vigente. En el Anexo 3 se adjunta la autorización emitida por PRODUCE.

3.2.3.1. PLANCTON

Las muestras de Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) fueron colectadas filtrando 40 litros de agua superficial (tomados en diferentes puntos del cauce evaluado) a través de una red de plancton estándar de 30 micras de diámetro de poro. Luego se preservaron con solución de formol al 5% en frascos de 100 ml previamente rotulados para su posterior análisis.

3.2.3.2. PERIFITON

La colecta del perifiton se realizó mediante el raspado con una espátula de una superficie 5 x 5 cm sobre rocas, piedras, maderos o superficies de tamaños adecuados (sustrato que se encuentra en la estación a evaluar y que son seleccionados al azar). Se realizaron tres réplicas por cada estación de evaluación, 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%.

3.2.3.3. BENTOS

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados mediante el uso de una red Surber de marco metálico de 30 x 30 cm y malla de 500 μ que es sostenida en la parte central de la corriente, con la abertura hacia la corriente. En un movimiento vertical, desde la superficie del agua hacia el fondo, la red se colocó sobre el sustrato del fondo del río. Una vez ubicado el muestreador se extiende el marco frontal para delimitar un área de monitoreo, junto con la red para facilitar el flujo

de agua y arrastre de las muestras. Las piedras encontradas en el área demarcada por el marco frontal fueron removidas, lavándolas en el flujo de agua y asegurándose de no dejar organismos adheridos.

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

3.2.3.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Samus MP125. Se aplicaron descargas 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 fue de 30 minutos en una longitud de 100 m. Dichas descargas tienen como objetivo aturdir los peces para poder capturarlos mediante una red y realizar la toma de datos. Minutos después los peces fueron devueltos al río con normalidad.

3.2.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU

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

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

3.2.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

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

3.2.6. ANÁLISIS DE DATOS

3.2.6.1. ÍNDICES COMUNITARIOS

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

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

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

Donde:

d= índice de riqueza;

S = número de géneros en la muestra;

N = número total de individuos en la muestra.

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

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

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

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

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

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

Dónde:

H = índice de diversidad de especies;

S = número de especies;

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

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

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

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

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

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

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

Dónde:

J' = índice de uniformidad de Pielou;

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener;

k = número total de especies en la muestra.

🌿 **Índice de diversidad o Dominancia de Simpson (1-λ')**: El índice de diversidad de Simpson (1-D) es la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos. El índice es

expresado como $1-D$, donde $D = \sum(P_i)^2$ y P_i = proporción de individuos de una especie en la comunidad. Los valores oscilan entre cero a uno. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros. Valores cercanos a uno tiene un gran número de grupos taxonómicos, pocos de los cuales son raros. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Simpson se muestran en el Cuadro 3.6.

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

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

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

3.2.6.2. ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA

- 🍷 **Captura por unidad de esfuerzo de peces (CPUE):** Tomando en cuenta a todos los peces capturados y el esfuerzo aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo en términos de número de peces por minuto de pesca eléctrica. Se realizó un promedio por estaciones de muestreo.
- 🍷 **Factor de condición:** Es un indicador del nivel de desarrollo de las especies ictiológicas basado en el concepto de crecimiento alométrico, que expresa el nivel de bienestar del pez (Lagler 1966) mediante la fórmula:

$$FC = P * 100/L^3$$

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).

3.2.6.3. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

Los índices ecológicos en su mayoría incluyen a los insectos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera como bioindicadores de buena calidad de agua. Adicionalmente a estos órdenes se encuentran también aquellos que se consideran como indicadores de aguas perturbadas como Diptera (Chironomidae) u Oligochaeta. Cabe resaltar que a falta de información de los

sistemas acuáticos para la zona de estudio; no se cuentan con índices establecidos para determinar la evaluación de la calidad del agua de los ríos y quebradas.

🌿 **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° 5 describe y proporciona rangos establecidos para la evaluación de los resultados obtenidos (%EPT), calificando los resultados en categorías Malo, Regular, Buena, y Muy Buena para calidad de agua (Cuadro 3.7).

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

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

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

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

Cuadro 3.8. Clasificación de las aguas y significado ecológico de acuerdo al 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

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
V Naranja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI Rojo	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas situación

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

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

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

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

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

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

$$IBF \text{ (ó HBI)} = \frac{\sum(VTi \times ni)}{N}$$

Dónde:

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

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

N: Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos en la muestra.

Los valores de Tolerancia por familia para el IBF, utilizados en el presente análisis provienen del trabajo de Figueroa et al. (2003), para ríos del sur de Chile y de valores desarrollados para Norteamérica (Hilsenhoff, 1988; Barbour et al., 1999; Carter et al., 2007). Es importante señalar

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

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

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

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999.

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

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

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

Fuente: Acosta et al., 2009.

Cuadro 3.12. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice ABI.

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyalellidae	6	Dixidae	4
Anomalopsychidae	10	Turbellaria	5	Dolichopodidae	4

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

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

3.3. CONSIDERACIONES

Inicialmente la malla de puntos dentro de los términos de referencia fueron 27 puntos de monitoreo, de los cuales dos no se evaluaron siendo CORT-1 quebrada cortadera ubicado en la zona de operaciones por estar intervenido por el proyecto Quellaveco donde estaban realizando actividades y QLCHI-03 río chilota se tuvo impedimento de realizar la evaluación por parte de una pobladora.

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

-  Municipalidad provincial de Ilo.
-  Gobierno Regional de Moquegua.
-  Área de influencia del proyecto.
-  Municipalidad provincial de Mariscal Nieto.
-  Angloamerican Quellaveco.

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

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

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmedas 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, QLBCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 25 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 13 cuencas como se muestra en el Cuadro 4.1 (Alatarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 4; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Represa, 2; Titire, 1; Tumulaca, 2; y Vizcachas, 2). Cuadro 4.1.

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

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

Cuadro 4.1. Características físicas de los puntos de evaluación

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
P-12	Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
AS-01	Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada
CH3	Charaque	lótico	quebrada	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja
ALT-04	Alatarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada
P11	Asana	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada
COS01	Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
QLVIZ-05	Vizcachas	lótico	río	rápidos	blanca	transparente	baja
QLCHI-04	Chilota	lótico	río	pedregoso/fango so/ rápidos	blanca	turbia	baja

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
CAP-03	Hunacane	lótico	río	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja
TUM-03	Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte
TUM-01	Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada
CAP-01	Capillune	lótico	río	pedregoso	blanca	transparente	baja
MQ-01	Moquegua	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	turbia	moderado
QLTIT-02	Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	baja
QLBHUA-01	Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento
QLHUA-02	Calasaya	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento
QLHUA-01	Calasaya	lótico	río	Pedregoso, Hojarasca/Troncos sumergidos	blanca	trasparente	lento
QLHUA-05	Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento
QLCH-01	Chilota	lótico	bofedal	fangoso	negra	trasparente	lento
QLBCHI-01	Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento
QLBCHI-07	Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento
QLVIZ-04	Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada alta
QLHUA-04	Rrepresa	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0
QLCHICR-01	Represa	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0
QLBHUA-03	Huachunta	lótico	bofedal	macrofitas, fangoso	blanca	trasparente	lento

Elaboración: Asilorza, 2020

4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

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

De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats cinco estaciones registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, Ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, Diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”. Cuadro 4.2.

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

Cuadro 4.2. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Valor	Categoría	Condición del hábitat
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	8.67	II	bueno
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	8.22	II	bueno
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	8.67	II	bueno
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	8.67	II	bueno
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9.00	I	excelente
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9.33	I	excelente
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	3.33	IV	pobre
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	5.33	IV	pobre
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	7.11	III	regular
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7.44	III	regular
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	7.56	III	regular
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	7.44	III	regular

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Valor	Categoría	Condición del hábitat
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	7.56	II	bueno
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	7.56	II	bueno
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	9.00	IV	excelente
COS1	Rio Coscore	Operaciones	9.00	I	excelente
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	9.33	I	excelente
P12	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular
AS1	Rio ASANA	Operaciones	7.11	III	regular
P11	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	6.56	III	regular
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	6.89	III	regular
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	6.67	III	regular

Elaboración: Asilorza, 2020

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

De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitat, dos estaciones evaluadas presentan una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Cuadro N° 15.

Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones y las QLTIT-02, y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad pésima. Estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería). Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-And

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Valor	Condición del hábitat
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	Degradación extrema, calidad pésima
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Valor	Condición del hábitat
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	Alteración fuerte, mala calidad
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	Alteración fuerte, mala calidad
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	Degradación extrema, calidad pésima
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	Degradación extrema, calidad pésima
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	50	Alteración fuerte, mala calidad
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	30	Alteración fuerte, mala calidad
AS1	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad
P11	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad
P12	Rio ASANA	Operaciones	20	Degradación extrema, calidad pésima
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad
COS1	Rio Coscore	Operaciones	35	Alteración fuerte, mala calidad
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia

Elaboración: Asilorza, 2020

4.3. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CAMPO

En cada estación de muestreo se registraron lecturas de los parámetros fisicoquímicos: temperatura superficial del agua, conductividad, pH y Oxígeno disuelto. Los resultados en ambas épocas de

evaluación se encuentran dentro de los valores establecidos, por el ECA¹ Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas animales (vegetales de tallo bajo y alto), y se muestran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Parámetros fisicoquímicos por punto de muestreo hidrobiológico

Parámetros	Cuerpo de agua	Zona	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (mS)	Temperatura (°C)
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	8.23	5.8	149.5	18.3
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	8.32	5.9	150.4	17.7
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	7.23	5	201	16.9
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7.66	5	208.6	17.6
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	7.4	5.2	115.6	14.8
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	8.1	5.5	220	16.7
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	7.9	5.8	537	15.2
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	8.15	6	138.7	13.4
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	4.5	5.2	460	20.7
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	6.98	6	198	15.2
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	7.01	6.4	200	17.1
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	7.84	5.9	529	10.8
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	7.7	5.5	532	10.9
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	7.94	5.3	588	11.3
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	8.1	6.2	1126	24
TUM-1	Rio Tumilaca	Operaciones	7.79	6	285	18.5
TUM-3	Rio Tumilaca	Operaciones	7.61	5.7	234	19.4
COS-1	Rio Coscore	Operaciones	7.54	5.6	155.9	15.4
P-11	Rio ASANA	Operaciones	7.5	6.8	125.9	12.9
P-12	Rio ASANA	Operaciones	7.5	6.8	158.3	14.4
ALT-4	Quebrada Altarani	Operaciones	7.8	6.4	165.6	15.2
AS-1	Rio ASANA	Operaciones	7.53	6.3	164.2	15.6
CAP-3	Rio Huancane	Operaciones	8.28	5.9	1093	16.9

¹ ECA CATEG. 3 D.S. N°004-2017 MINAN

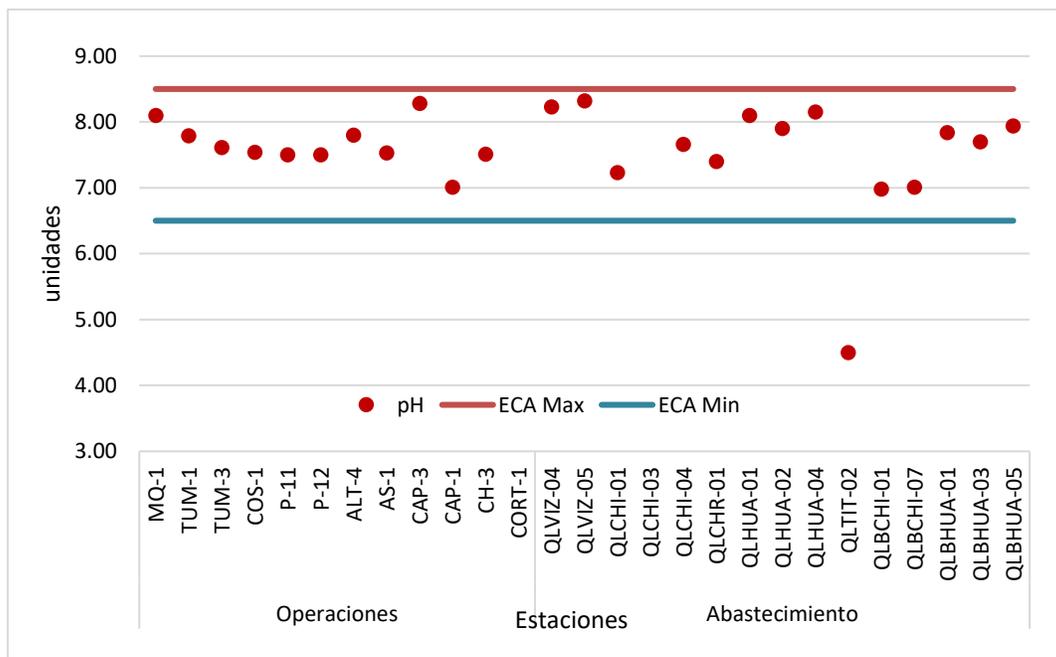
Parámetros	Cuerpo de agua	Zona	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (mS)	Temperatura (°C)
CAP-1	Río Capillune	Operaciones	7.01	4.9	105.7	19.2
CH-3	Quebrada Charaque	Operaciones	7.51	5.6	102.6	13.5

Elaboración: Asilorza, 2020

4.3.1. PH

Los valores registrados en 24 de los 25 puntos de muestreo evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles; valores establecidos por el ECA Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas animales (vegetales de tallo bajo y alto). Estos valores oscilaron entre 7.01 (CAP-1 ubicada en la zona de operaciones y QLBCHI-07 ubicada en la zona de abastecimiento) y 8.32 (QLVIZ-05 ubicada en la zona de abastecimiento), valores por encima de 7, es decir, son ambientes de carácter básico; a excepción del punto QLTIT-02, ubicado en el río Vizcacha en la zona de abastecimiento que registro un valor de 4.50 unidades con tendencia a la acidez debido a la presencia natural de aguas termales (geiser) que provienen del río Titire (Cuadro 4.4 y Figura 4.1).

Figura 4.1. Resultados de pH del monitoreo hidrobiológico.

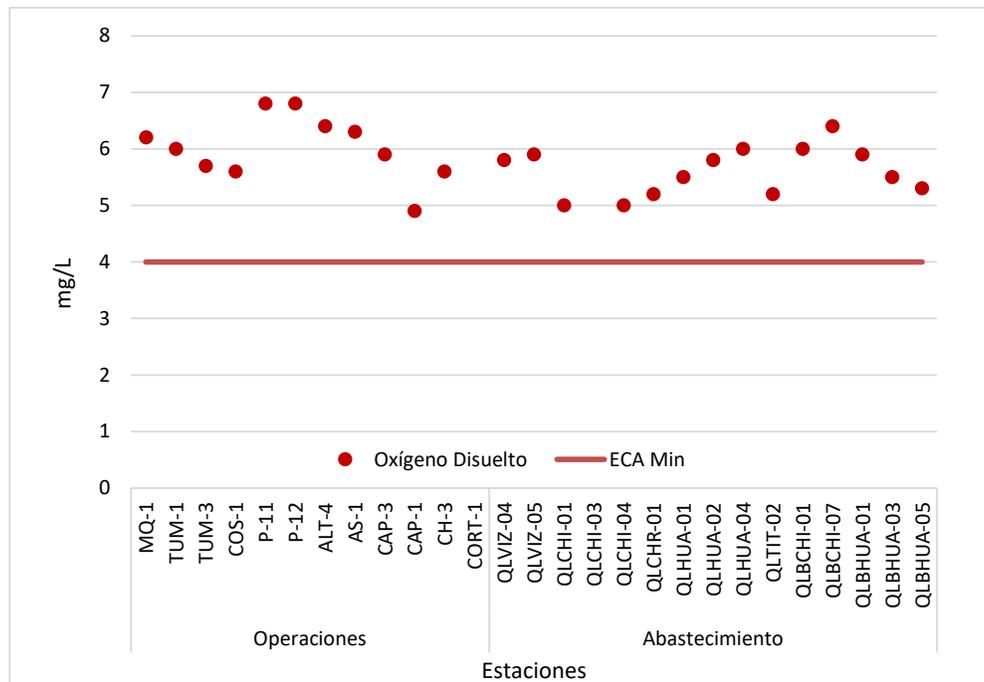


Elaboración: Asilorza, 2020

4.3.2. OXIGENO DISUELTO

Los valores registrados, como se aprecia en la FIGURA N° 5, fluctuaron ente 4.9 mg/L y 6.80 mg/L. Los valores registrados en las estaciones P11 y P12, ambas ubicadas en la zona de operaciones, registraron la mayor concentración de oxígeno debido a la corriente rápida que presentaron al momento de la evaluación; el movimiento de las aguas aumenta la oxigenación. Por otro lado, las estaciones CH-3 ubicada en la zona de operaciones, QLCHI-01 y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento, presentaron el menor valor de este parámetro debido al bajo caudal que presento durante la evaluación. Cuadro 4.4, Figura 4.2.

Figura 4.2. Resultados del Oxígeno disuelto



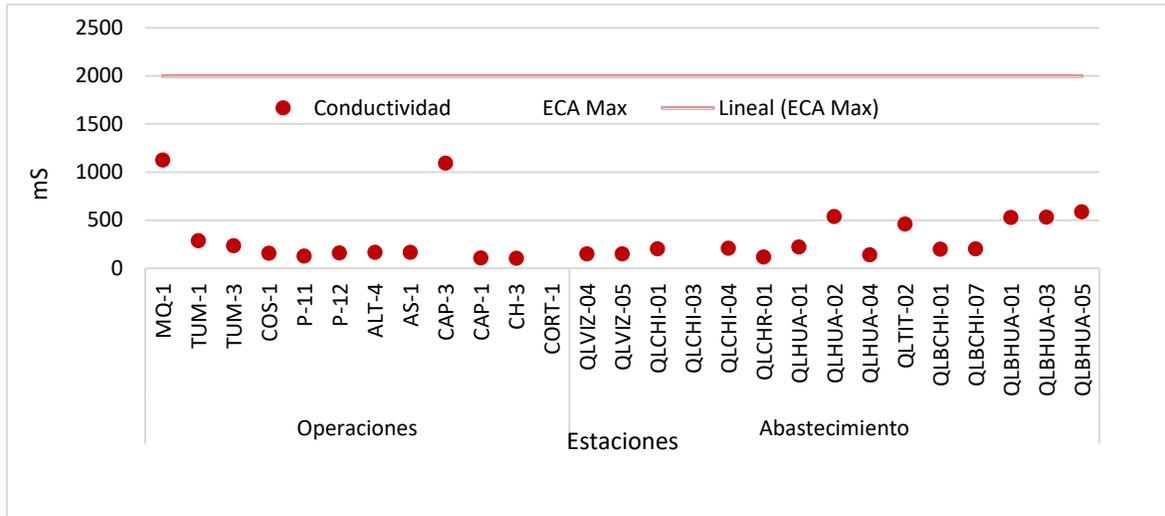
Elaboración: Asilorza, 2020

4.3.3. CONDUCTIVIDAD

La conductividad eléctrica es la capacidad del agua de conducir electricidad, es decir, es un indicador de la carga iónica presente en el volumen hídrico. Los valores habituales de conductividad son menores de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas de bajos contenido iónico y desde 500 hasta 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para las aguas fuertemente mineralizadas. Bajo condiciones naturales, en ecosistemas acuáticos de alta montaña, a medida que aumenta la conductividad disminuye la diversidad de especies (Roldán, 2003). Los valores de conductividad registrados en las estaciones de monitoreo fueron moderados, fluctuando entre 102.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1,126.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Asimismo, los valores cumplieron con el ECA

CATEG. 3 D.S. N°004-2017 MINAN Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas animales (vegetales de tallo bajo y alto), que establece valores por debajo de los 5000 uS/cm. (Cuadro 4.4, Figura 4.3)

Figura 4.3. Resultados de conductividad del muestreo hidrobiológico.

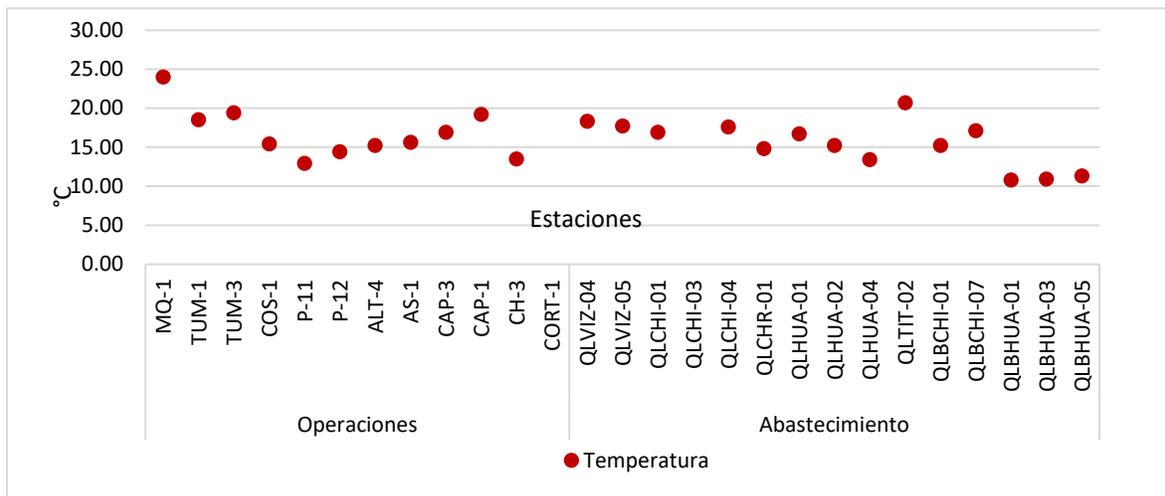


Elaboración: Asilorza, 2020

4.3.4. TEMPERATURA

La temperatura del agua es un factor importante en muchos ciclos biológicos, está relacionado directamente con las condiciones ambientales externas (temperatura del aire), la altitud, la mayor o menor radiación solar (hora de toma de muestra). En los sistemas altoandinos, debido a la elevada altitud, la temperatura del agua suele ser baja. Las estaciones QLBHUA-01 (10.80 °C), QLBHUA-03 (10.90 °C) y QLBHUA-05 (11.30 °C) presentaron las más bajas temperaturas y la más alta temperatura fue registrada en la estación MQ-1 (24.00 °C). (Cuadro 4.4 y Figura 4.4).

Figura 4.4. Resultados de temperatura de agua superficial del muestreo hidrobiológico



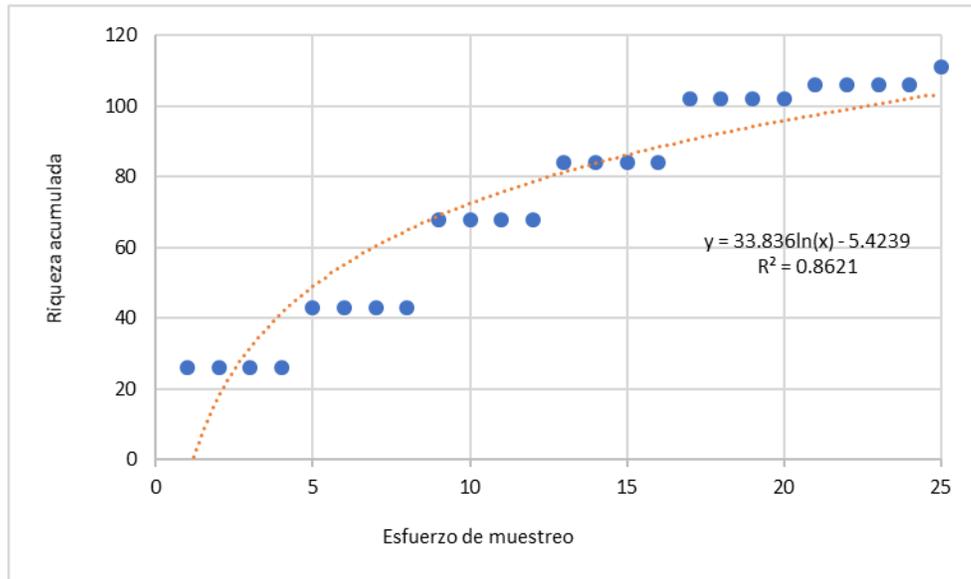
Elaboración: Asilorza, 2020

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

4.4.1. PLANCTON

Como se aprecia en la curva de acumulación de especies por punto de muestreo (Figura 4.5), se registró una riqueza acumulada de 111 especies de plancton (80 fitoplancton, 31 zooplancton), con un $R^2 = 0.86$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (25 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 4.5. Curva de acumulación de especies de plancton en ambas temporadas de evaluación



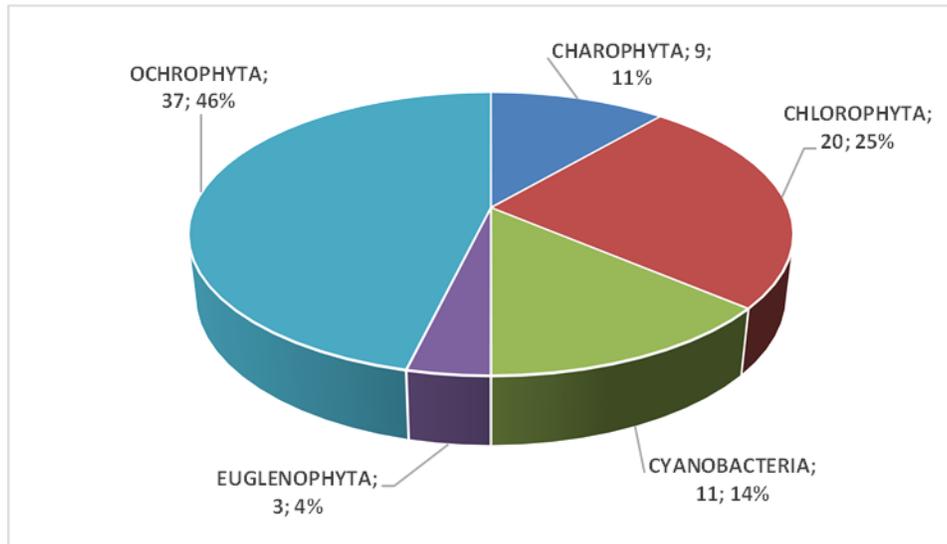
Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.2. FITOPLANCTON

4.4.2.1. COMPOSICIÓN

La composición de fitoplancton estuvo representada por 80 especies, distribuidas en cinco divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 46% (37 especies), Chlorophyta 25% (20 especies), Cyanobacteria 14% (11 especies), Euglenophyta 4% (tres especies) y Charophyta 11% (nueve especies). (Figura 4.6). Como se aprecia en el Cuadro 4.5, las divisiones Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta son frecuentes en las 25 estaciones evaluadas. La riqueza de especies total y por estación fue moderada; las estaciones QLBHUA-05, QLBCHI-07, QLCHI-01 y QLCHR-01 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una mayor riqueza de especies, registrándose 53 especies en cada una.

Figura 4.6. Composición porcentual total por división del Fitoplancton



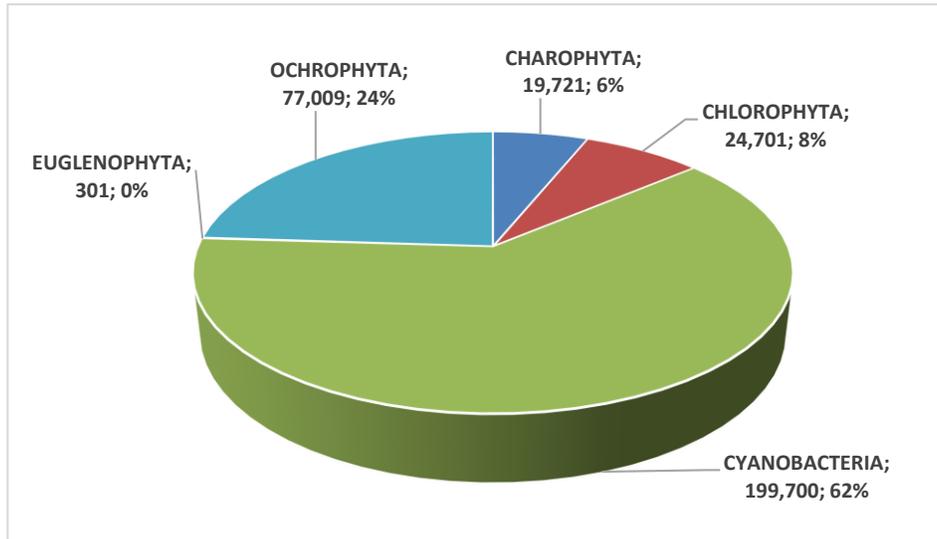
Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.2.2. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

La división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (62%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. Con respecto a las estaciones de muestreo, los valores de abundancia registrados son considerados altos (Figura 4.7). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de bajos a moderados (0,20 a 3,82 bits/Individuo).

Como se aprecia en el Cuadro 4.6, las estaciones QLHUA-01 ubicada en la zona de abastecimiento ($H'=3,82$ bits/individuo), y las estaciones ubicadas en la zona de operaciones CAP1 ($H'=3,63$ bits/individuo) y P11 ($H'=3,32$ bits/individuo) presentaron los mayores valores de diversidad. El factor que incide fundamentalmente en la diversidad en todas las estaciones evaluadas es la abundancia, debido a lo cual tenemos que el registro de dominancia de Simpson es bajo en todas las estaciones (entre 0,04 a 0,88 unidades), mientras que los registros de equidad de Pielou fueron altos y varían entre 0,04 y 0,76 unidades. Las estaciones con una mayor dominancia de especies, reflejados en los valores del índice de Simpson, puntualmente por la dominancia de las Chlorophyta; fueron CAP1 y P11 ($1-D=0,88$ en ambas); lo que se refleja además en los valores bajos de equidad de Pielou en ambas ($J=0,69$ y $J= 0,70$).

Figura 4.7. Distribución porcentual de la abundancia del Fitoplancton por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.5. Composición de especies del Fitoplancton por estación de muestreo

DIVISIÓN	Operaciones											Abastecimiento											Total			
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
CHAROPHYTA					1	118	10	32	4	17	5	398	26	117	14	8	25	47	123	5,271	74	3,343	10,071	5	12	19,721
CHLOROPHYTA	2,687	2	2	14	7	7	67	189	273	250	8	436	541	176	3,575	23	488	2,044	777	1,937	5,242	830	4,522	9	595	24,701
CYANOBACTERIA	2,652	2	29	2	3	2,271	3	110,278	2,664	3	472	507	595	3,270	1,251	842	1,804	316	1,243	12,779	3,733	20,927	24,134	6	9,914	199,700
EUGLENOPHYTA	1	1	1	1							1			1	1	4	1	1	3	2	218	58	2	4	301	
OCHROPHYTA	406	1,965	88	734	642	91	3,569	2,000	1,278	323	385	872	2,575	235	434	188	45,119	2,082	4,928	1,182	449	1,008	4,516	77	1,863	77,009
Número de especie (S)	17	17	17	17	27	27	39	39	39	39	44	27	27	44	44	53	53	53	53	39	39	39	39	39	30	80
Número de individuos (N)	5,746	1,970	120	751	653	2,487	3,649	112,499	4,219	593	871	2,213	3,737	3,799	5,275	1,065	47,437	4,490	7,072	21,172	9,500	26,326	43,301	99	12,388	321,432
Riqueza de Margalef (d):	1.85	2.11	3.34	2.42	4.01	3.33	4.63	3.27	4.55	5.95	6.35	3.38	3.16	5.22	5.02	6.17	4.83	6.18	5.87	5.22	4.15	3.73	3.56	8.27	3.08	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.7	0.76	0.61	0.7	0.13	0.51	0.04	0.37	0.69	0.44	0.6	0.58	0.3	0.36	0.27	0.3	0.35	0.51	0.36	0.41	0.27	0.38	0.72	0.47	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.89	2.85	3.11	2.51	3.32	0.63	2.72	0.2	1.95	3.63	2.42	2.85	2.76	1.65	1.99	1.49	1.7	2.01	2.92	2.04	2.17	1.45	2.01	3.82	2.3	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.65	0.84	0.86	0.72	0.88	0.17	0.79	0.04	0.57	0.88	0.66	0.83	0.73	0.51	0.55	0.37	0.62	0.65	0.69	0.61	0.69	0.4	0.64	0.85	0.68	-

Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.6. Densidad del Fitoplancton (célula/ml) e índices de diversidad por estación

DIVISIÓN	Operaciones												Abastecimiento												Total	
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	QLBH-01	QLHU-02	QLBH-05	QLBC-07	QLCHI-01	QLCH-R-01	QLVIZ-04	QLHU-A-04	QLBC-HI-01	QLHU		QLBH-UA-03
CHAROPHYTA					1	118	10	32	4	17	5	398	26	117	14	8	25	47	123	5,271	74	3,343	10,071	5	12	19,721
CHLOROPHYTA	2,687	2	2	14	7	7	67	189	273	250	8	436	541	176	3,575	23	488	2,044	777	1,937	5,242	830	4,522	9	595	24,701
CYANOBACTERIA	2,652	2	29	2	3	2,271	3	110,278	2,664	3	472	507	595	3,270	1,251	842	1,804	316	1,243	12,779	3,733	20,927	24,134	6	9,914	199,700
EUGLENOPHYTA	1	1	1	1							1			1	1	4	1	1	1	3	2	218	58	2	4	301
OCHROPHYTA	406	1,965	88	734	642	91	3,569	2,000	1,278	323	385	872	2,575	235	434	188	45,119	2,082	4,928	1,182	449	1,008	4,516	77	1,863	77,009
Número de especie (S)	17	17	17	17	27	27	39	39	39	39	44	27	27	44	44	44	53	53	53	53	39	39	39	39	30	80
Número de individuos (N)	5,746	1,970	120	751	653	2,487	3,649	112,499	4,219	593	871	2,213	3,737	3,799	5,275	1,065	47,437	4,490	7,072	21,172	9,500	26,326	43,301	99	12,388	321,432
Riqueza de Margalef (d):	1.85	2.11	3.34	2.42	4.01	3.33	4.63	3.27	4.55	5.95	6.35	3.38	3.16	5.22	5.02	6.17	4.83	6.18	5.87	5.22	4.15	3.73	3.56	8.27	3.08	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.7	0.76	0.61	0.7	0.13	0.51	0.04	0.37	0.69	0.44	0.6	0.58	0.3	0.36	0.27	0.3	0.35	0.51	0.36	0.41	0.27	0.38	0.72	0.47	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.89	2.85	3.11	2.51	3.32	0.63	2.72	0.2	1.95	3.63	2.42	2.85	2.76	1.65	1.99	1.49	1.7	2.01	2.92	2.04	2.17	1.45	2.01	3.82	2.3	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.65	0.84	0.86	0.72	0.88	0.17	0.79	0.04	0.57	0.88	0.66	0.83	0.73	0.51	0.55	0.37	0.62	0.65	0.69	0.61	0.69	0.4	0.64	0.85	0.68	-

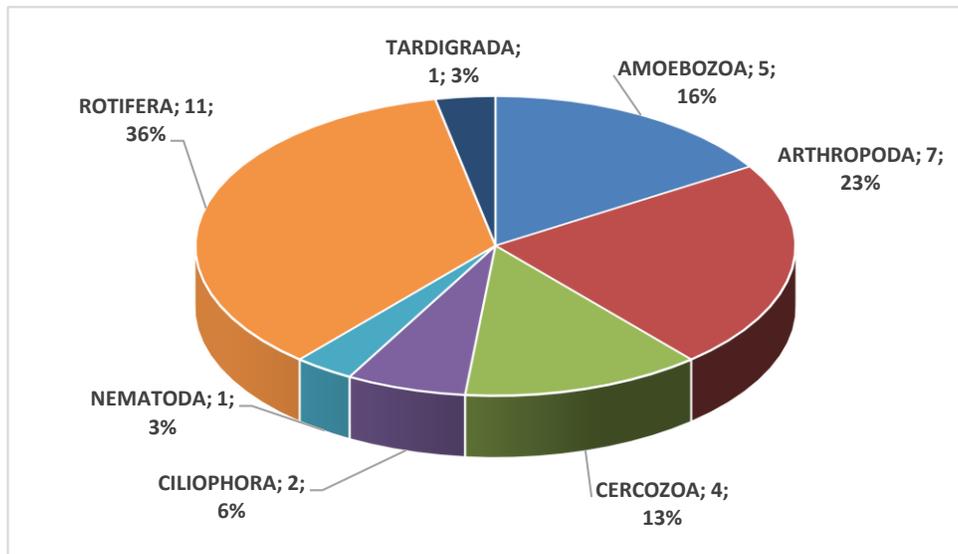
Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.3. ZOOPLANCTON

4.4.3.1. COMPOSICIÓN

La composición del zooplancton estuvo representada por 31 especies agrupadas en siete phyla. El phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (36%, 11 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (13%), Amoebozoa (16%), Ciliophora (6%), Nematoda (3%) y Tardigrada (3%) (Figura 4.8). Como se aprecia en el Cuadro N° 4.7, los phylla Amoebozoa, Arthropoda, Ciliophora y Rotifera fueron registrados en las 25 estaciones. Las estaciones donde se registró una mayor riqueza de especies fueron QLBHUA-05, QLBCHI-07 QLCHI-01 y QLVIZ-04 ubicadas en la zona de abastecimiento, donde se registraron 19 de las 31 especies colectadas para el área evaluada. Cuadro 4.7.

Figura 4.8. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



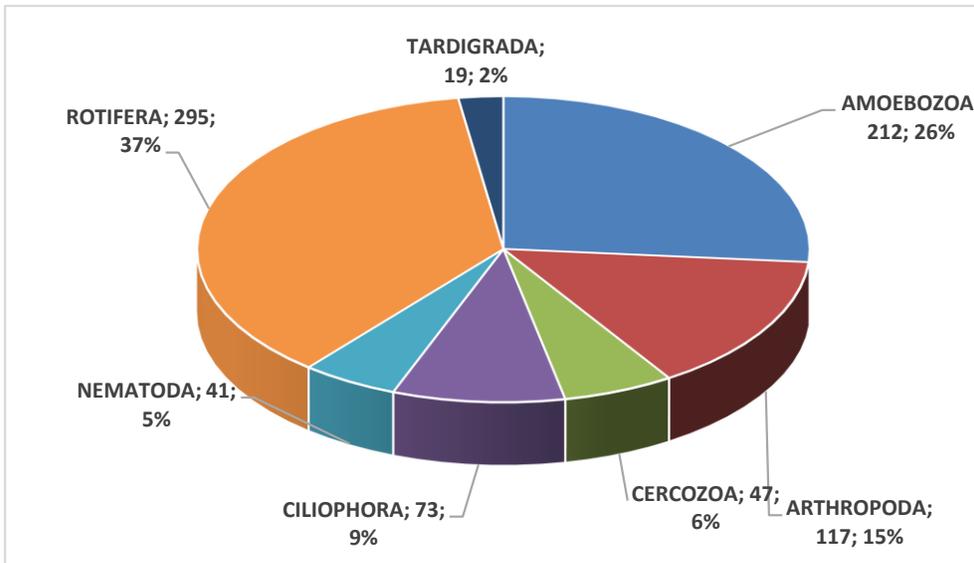
Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.3.2. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

La abundancia del zooplancton fue moderada (804 organismo/L). La estación QLCHR-01 ubicada en la zona de abastecimiento, obtuvo el mayor registro de individuos (139 organismos/L). El phylum Rotifera presentó la mayor abundancia, correspondiente a 295 organismo/L, 37% del total. (Figura 4.9).

Comparando los índices de diversidad, en el Cuadro 4.8 se aprecia que los valores variaron entre 2,02 - 4,02 bits/Individuos. En la mayoría de estaciones ubicadas en la zona de abastecimiento se registraron valores altos de diversidad, QLBHUA-05 (4.01 bits/individuos), QLBCHI-07 (4.02 bits/individuos), QLCHI-01 (3.78 bits/individuos). Asimismo, los valores de riqueza de Margalef fueron altos, en algunos casos mayores a 5 bits/individuo como en las estaciones QLBHUA-05 (5.40 bits/individuos), QLBCHI-07 (5.66 bits/individuos). Estos valores se correlación con los resultados encontrados para los índices de Uniformidad de Pielou y de Dominancia de Simpson, en ambos casos cercanos a la unidad en la mayoría de las estaciones evaluadas.

Figura 4.9. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por división (organismo/L), temporada seca



Elaboración: ASILORZA, 2020

Cuadro 4.7. Composición de especies Zooplancton por temporada de evaluación

DIVISIÓN	Operaciones											Abastecimiento											Total			
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
AMOEBOZOA	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	1	5
ARTHROPODA	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	4	4	4	4	3	3	3	3	1	7
CERCOZOA					1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		4
CILIOPHORA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2
NEMATODA							1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
ROTIFERA	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	5	11
TARDIGRADA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1													1
Total general	9	9	9	9	9	9	14	14	14	14	8	9	9	8	8	8	19	19	19	19	15	15	15	15	8	31

Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.8. Densidad del Zooplancton (organismo/L) e índices de diversidad por estación, Temporada seca.

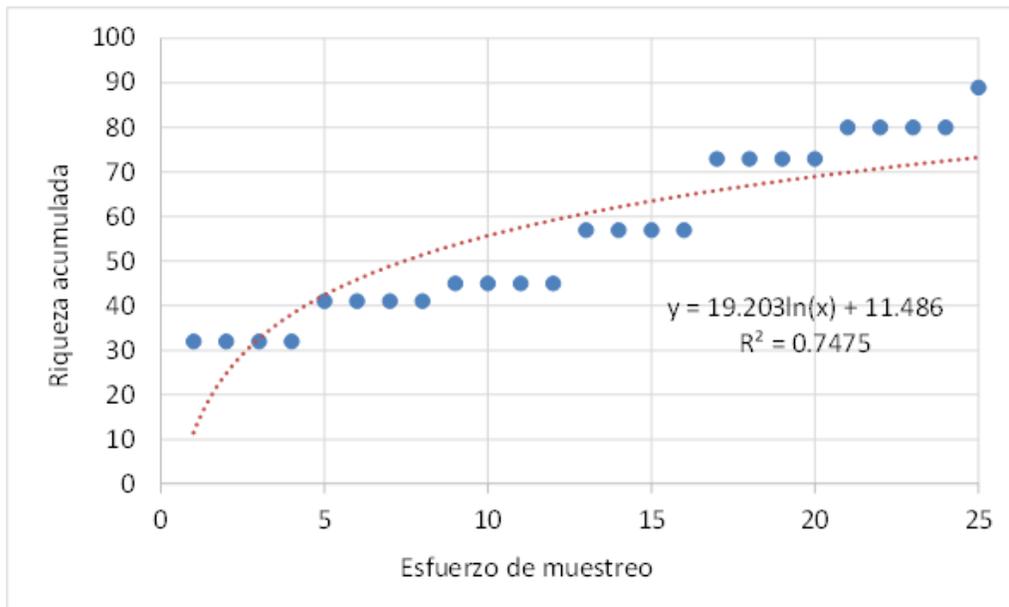
DIVISIÓN	Operaciones											Abastecimiento											Total			
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-	TUM-	CAP-1	MO-1	QLVIZ	QLCH	QLTIT	QLBH	QLHU	QLBH	QLBC	QLCH	QLCH	QLVIZ	QLHU		QLBC	QLHU	QLBH
AMOEBOZOA	13	11	5	8	7	4	17	22	4	10	3	2	14	2	4	2	7	4	9	37	2	16	4	2	3	5
ARTHROPODA	3	5	3	3	2	2	2	7	2	2	1	2	8	1	1	2	5	4	5	31	4	3	10	3	6	7
CERCOZOA					1	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	2	2	3	10	2	2	6	2		4	
CILIOPHORA	4	3	3	1	1	4	3	1	1	1	1	1	12	3	1	1	2	3	2	2	1	6	12	1	3	2
NEMATODA							1	4	3	1	3			3	1	1	1	2	6	1	3	1	9		1	
ROTIFERA	2	5	2	4	2	2	7	11	6	4	2	5	10	4	30	5	11	10	19	53	33	29	14	7	18	1 1
TARDIGRADA	1	3	1	1	1	1	1	4	1	1		3	1													1
Número de especie (S)	9	9	9	9	9	9	14	14	14	14	8	9	9	8	8	8	19	19	19	19	15	15	15	15	8	3 1
Número de individuos (N)	23	27	14	17	14	14	33	51	19	23	11	14	46	14	38	12	28	24	40	13 9	43	59	47	24	30	8 0 4
Riqueza de Margalef (d):	2. 55	2. 43	3. 03	2. 82	3. 03	3. 03	3. 72	3. 31	4. 42	4. 15	2. 92	3. 03	2. 09	2. 65	1. 92	2. 82	5. 4	5. 66	4. 88	3. 65	3. 72	3. 43	3. 64	4. 41	2. 06	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0. 73	0. 85	0. 91	0. 84	0. 85	0. 91	0. 82	0. 85	0. 96	0. 9	0. 95	0. 91	0. 83	0. 93	0. 67	0. 95	0. 94	0. 95	0. 89	0. 77	0. 65	0. 82	0. 84	0. 85	0. 97	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2. 31	2. 7	2. 9	2. 65	2. 7	2. 9	3. 11	3. 25	3. 64	3. 44	2. 85	2. 9	2. 64	2. 79	2. 02	2. 86	4. 01	4. 02	3. 78	3. 27	2. 52	3. 21	3. 3	3. 31	2. 92	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0. 72	0. 83	0. 9	0. 82	0. 84	0. 9	0. 85	0. 88	0. 96	0. 92	0. 93	0. 9	0. 83	0. 9	0. 68	0. 92	0. 96	0. 96	0. 92	0. 86	0. 66	0. 87	0. 88	0. 87	0. 89	-

Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.4. PERIFITON

La composición del perifiton estuvo representada por 89 especies distribuidas en 10 taxa; cinco de ellas correspondientes a las divisiones de microalgas Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Ochrophyta; y cinco a los phylla de microinvertebrados Amoebozoa, Cercozoa, Ciliophora, Nematoda y Rotifera. Como se aprecia en la Figura 4.10, la riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (25 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 4.10. Curva de acumulación de especies de microalgas por esfuerzo de muestreo (puntos de muestreo).



Elaboración: Asilorza, 2020

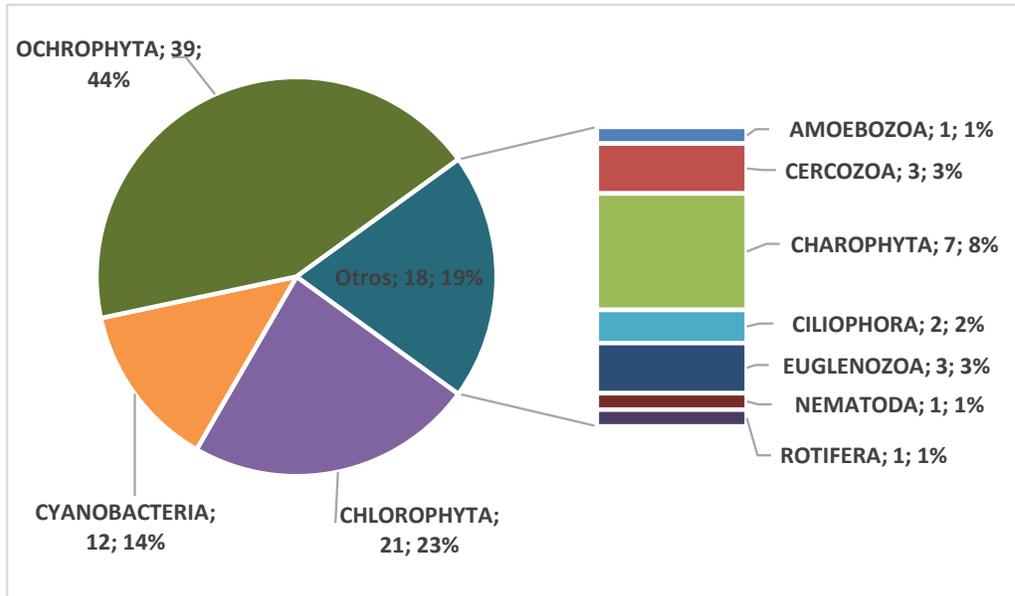
4.4.4.1. COMPOSICIÓN

Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por taxa: Amoebozoa 1% (una especie), Cercozoa 3% (3 especies), Ciliophora 2% (dos especies), Nematoda 1% (una especie), Rotifera 1% (una especie), Charophyta 8% (7 especies), Chlorophyta 23% (21 especies), Cyanobacteria 13% (12 especies), Euglenozoa 3% (una especie) y Ochrophyta 43% (39 especies). (Figura 4.11).

Las divisiones Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta fueron registradas en las 25 estaciones evaluadas. Las estaciones con mayor riqueza de especies fueron QLBHUA-05, QLBCHI-07, QLCHI-01

y QLCHR-01 ubicadas en la zona de abastecimiento, donde se registraron 61 especies en cada una. Cuadro 4.9.

Figura 4.11. Composición porcentual por del Perifiton



Elaboración: Asilorza, 2020

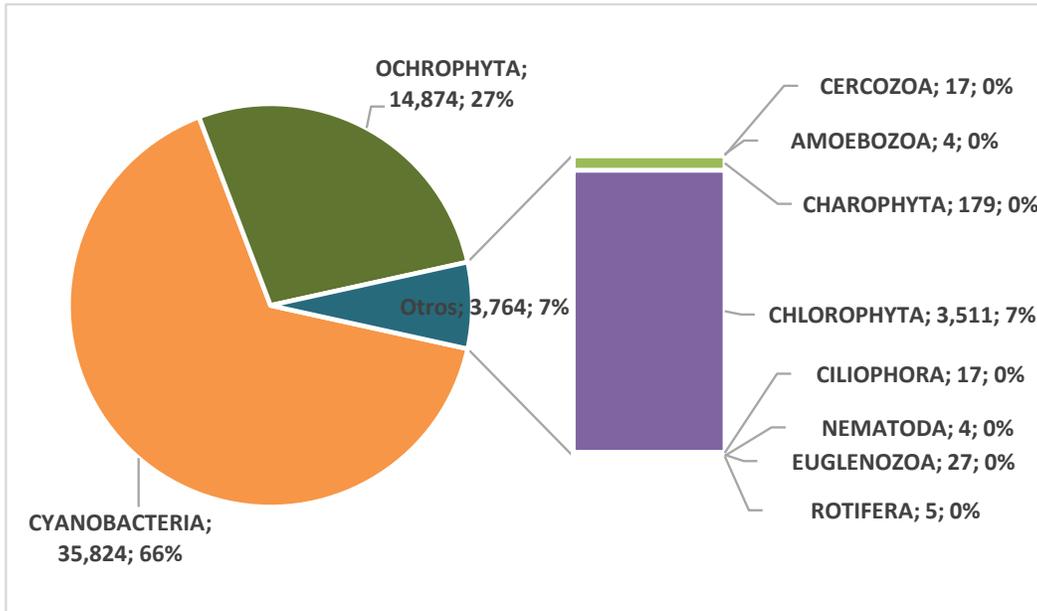
4.4.4.2. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

La abundancia estuvo distribuida en 66% Cyanobacteria, 27% Ochrophyta, 7% Chlorophyta y menos del 1% que reúne a los otros taxa registrados. (Figura 4.12).

Las estaciones COS1 ubicada en la zona de operaciones (12,629 unidades/mm²), y las estaciones ubicadas en la zona de abastecimiento QLCHI-04 (7,688 unidades/mm²), QLCHR-01 (6,184 unidades/mm²) y QLBCHI-01 (5,303 unidades/mm²) registraron el mayor número de individuos, abundancia considerada como alta.

Los valores de los índices de diversidad registrados en la materia de estaciones fueron altos. Los resultados de la riqueza de Margalef alcanzaron valores de 11,5 bits/individuos y los resultados de la diversidad de Shannon-Wiener valores de 5.52 bits/individuos, valores que reflejan una alta diversidad en la estación QLHUA-01 ubicada en la zona de abastecimiento. (Cuadro 4.10)

Figura 4.12. Distribución porcentual de la abundancia del perifiton (células o unidades/mm2)



Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.9. Composición de especies del perifiton por estación

Taxa	Operaciones											Abastecimiento											Total			
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MO-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTTT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
AMOEOZOA																					1	1	1	1		1
CERCOZOA																	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
CHAROPHYTA	1	1	1	1			1	1	1	1	4			4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5		7
CHLOROPHYTA	8	8	8	8	10	10	7	7	7	7	11	10	10	11	11	11	17	17	17	17	12	12	12	12	5	21
CILIOPHORA											1			1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2		2
CYANOBACTERIA	4	4	4	4	5	5	3	3	3	3	6	5	5	6	6	6	10	10	10	10	6	6	6	6	6	12
EUGLENOZOA																	3	3	3	3	1	1	1	1		3
NEMATODA																					1	1	1	1		1
OCHROPHYTA	19	19	19	19	14	14	18	18	18	18	21	14	14	21	21	21	23	23	23	22	19	19	19	19	24	39
ROTIFERA																	1	1	1	1					1	1
Total general	32	32	32	32	29	29	29	29	29	29	43	29	29	43	43	43	61	61	61	60	48	48	48	48	39	90

Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.10. Densidad del perifiton (células o unidades/mm²) e índices de diversidad por estación

Taxa	Operaciones											Abastecimiento											Total			
	P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
AMOEBOZOA																					1	1	1	1		4
CERCOZOA																1	1	1	4	1	1	3	1	4	17	
CHAROPHYTA	1	1	18	1			1	1	1	13	4			18	4	4	5	8	5	30	14	16	29	5	179	
CHLOROPHYTA	8	18	82	8	10	10	16	7	55	35 2	11	22 3	10	11	46	33	18	17	97	34 7	15 4	58	1,8 76	12	32	3,5 11
CILIOPHORA											1			1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	17	
CYANOBACTERIA	4	17	49 0	4	66	12, 589	14 2	32 9	21 2	19 7	57	93	7,4 47	38	73	73 6	44 4	53 8	1,3 84	4,0 97	58 9	29	3,0 10	6	3,2 33	35, 824
EUGLENOZOA																	3	3	3	14	1	1	1	1	27	
NEMATODA																					1	1	1	1	4	
OCHROPHYTA	21	2,5 85	14 2	75	58	30	1,1 44	29	50	22 9	85	30 1	23 1	23	62	49 1	1,2 85	28 2	45 8	1,6 89	3,4 46	31	38 0	22	1,7 25	14, 874
ROTIFERA																	1	1	1	1					1	5
Número de especie (S)	32	32	32	32	29	29	29	29	29	29	43	29	29	43	43	43	61	61	61	60	48	48	48	48	39	90
Número de individuos (N)	34	2,6 21	73 2	88	13 4	12, 629	1,3 03	36 6	31 8	79 1	15 8	61 7	7,6 88	91	18 6	1,2 65	1,7 58	85 1	1,9 50	6,1 84	4,2 09	14 0	5,3 03	51	4,9 95	54, 462
Riqueza de Margalef (d):	8. 79	3.9 4	4. 7	6. 92	5. 72	2.9 6	3.9	4. 74	4. 86	4. 2	8. 3	4. 36	3.1 3	9. 31	8. 04	5.8 8	8.0 3	8. 89	7.9 2	6.7 6	5.6 3	9. 51	5.4 8	11. 95	4.4 6	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0. 99	0.1 9	0. 49	0. 66	0. 58	0.0 1	0.5 3	0. 23	0. 41	0. 66	0. 68	0. 78	0.0 6	0. 74	0. 72	0.5 4	0.4 3	0. 51	0.4 2	0.4 0.4	0.4 7	0. 75	0.4 0.4	0.9 9	0.3 9	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	4. 95	0.9 7	2. 47	3. 28	2. 81	0.0 5	2.5 6	1. 11	1. 98	3. 19	3. 71	3. 78	0.2 9	4. 03	3. 92	2.9 2	2.5 5	3. 03	2.4 9	2.3 5	2.6 3	4. 2	2.2 2	5.5 2	2.0 4	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0. 99	0.2 4	0. 63	0. 78	0. 72	0.0 1	0.7 6	0. 24	0. 54	0. 84	0. 85	0. 9	0.0 6	0. 85	0. 89	0.7 9	0.7 6	0. 78	0.6 6	0.7 1	0.7 5	0. 89	0.7 2	1	0.6 2	-

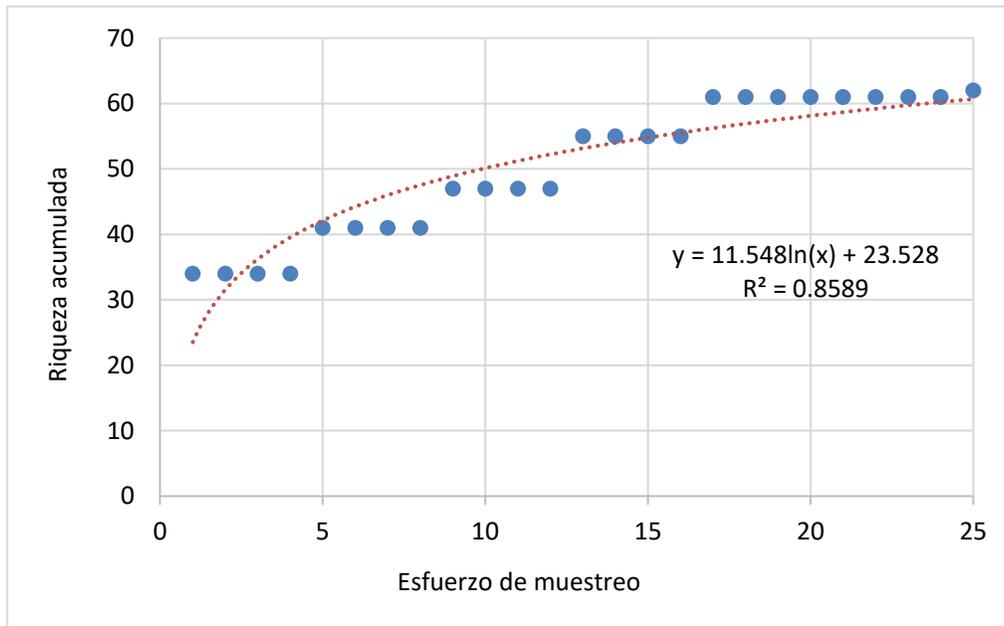
Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.5. BENTOS

4.4.5.1. COMPOSICIÓN

La composición acumulada de macroinvertebrados incluyó 62 especies como se muestra en la curva de acumulación (Figura 4.13), con un $R^2 = 0.85$.

Figura 4.13. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados del área de estudio



Elaboración: Asilorza, 2020

Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cuatro phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 55 especies (89%), seguido de los phylum Annelida (cuatro especies, 6%), Mollusca (dos especies, 3%) y Nematoda (una especie, 2%). La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 71% de las especies registradas (44 especies). (Cuadro 4.11, Figura 4.14).

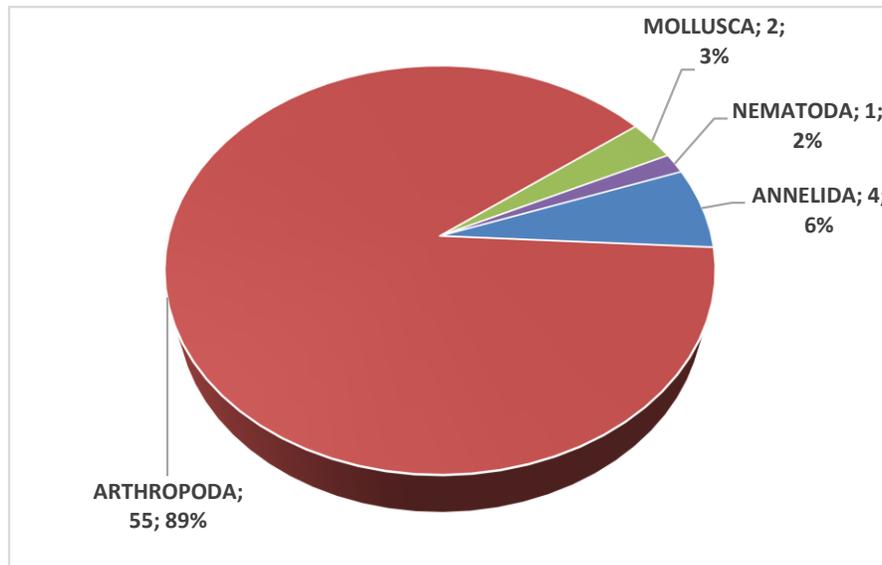
4.4.5.2. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

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 8,537 organismo/muestra. El phylum con una mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (98%) como se aprecia en la Figura 4.15, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (7,055 organismo/muestra; 83%). La especie más abundante en la evaluación fue *Baetodes*

sp., larva de Ephemeroptera indicador de aguas limpias y de buena calidad (1,629 organismo/muestra; 14% de la abundancia total). (Figura 4.16)

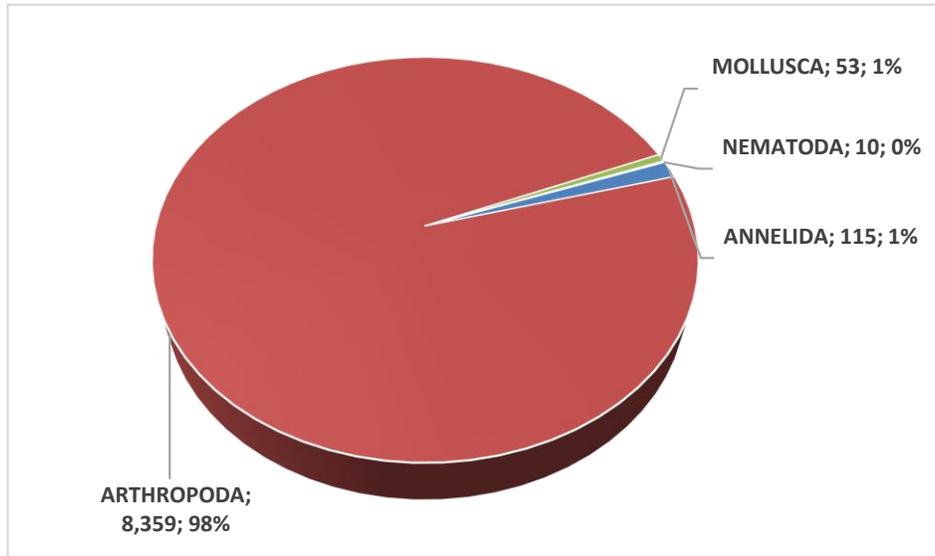
Los valores de diversidad registrados fueron altos, la riqueza de Margalef alcanzo valores de 8,16 bits/individuos y la diversidad de Shannon-Wiener de 4.36 bits/individuos. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron los mismos patrones de variación que el índice de diversidad de Shannon-Wiener, de 0,95 y 0,96 bits individuos, respectivamente. La estación más diversidad fue QLCHR-01 ubicada en la zona de abastecimiento, donde se registraron 8 de las 9 clases de macroinvertebrados registrados. Cuadro 4.12.

Figura 4.14. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum



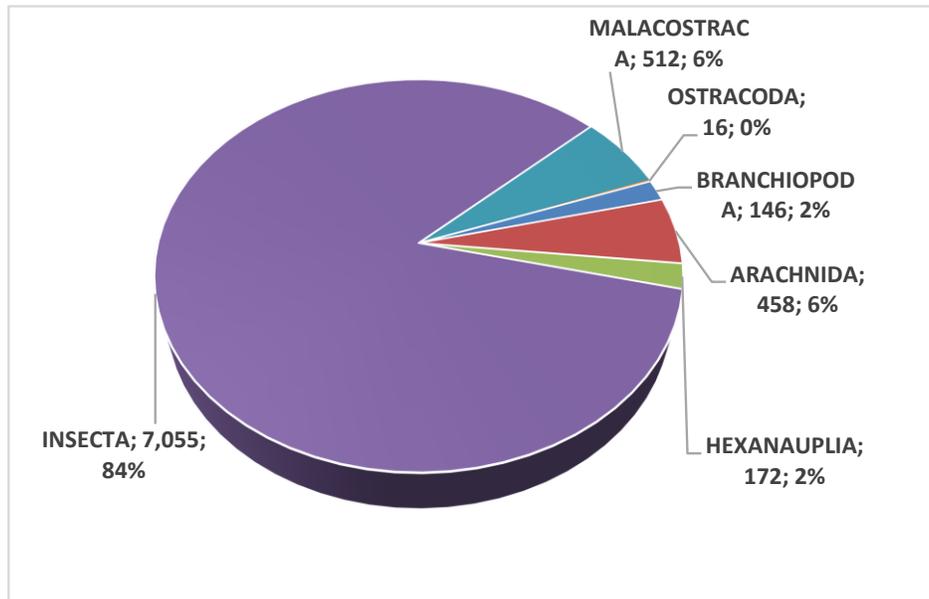
Elaboración: Asilorza, 2020

Figura 4.15. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por phylum (individuos/m2)



Elaboración: Asilorza, 2020

Figura 4.16. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por clase (individuos/m2)



Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.11. Composición taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados por phyllum

PHYLLUM	Clase	Operaciones												Abastecimiento										Total			
		P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLTIT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
ANNELIDA	CLITELLATA	1	1	1	1					1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	1	4
ARTHROPODA	BRANCHIOPODA	2	2	2	2	1	1	1	1								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ARACHNIDA	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3
	HEXANAUPLIA	2	2	2	2	2	2	2	2									3	3	3	3	2	2	2	2		3
	INSECTA	26	26	26	26	25	25	25	25	26	26	26	26	29	29	29	29	24	24	24	24	13	13	13	13	10	44
	MALACOSTRACA					1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	OSTRACODA									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	2
MOLLUSCA	GASTROPODA												1	1	1	1	1	1	1	1						2	
NEMATODA	NEMATODA	1	1	1	1	1	1	1	1																	1	
Total general		34	34	34	34	32	32	32	32	29	29	29	29	36	36	36	36	38	38	38	38	23	23	23	23	14	62

Elaboración: Asilorza, 2020

Cuadro 4.12. Densidad de Macroinvertebrados (individuos/m²) e índices de diversidad por estación

PHYLLUM	Clase	Operaciones												Abastecimiento										Total			
		P-12	AS-1	CH-3	ALT-4	P-11	COS-1	QLVIZ-05	QLCHI-04	CAP-3	TUM-3	TUM-1	CAP-1	MQ-1	QLTIT-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLBHUA-05	QLBCHI-07	QLCHI-01	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLHUA-04		QLBCHI-01	QLHUA-01	QLBHUA-03
ANNELIDA	CLITELLATA	1	1	1	1					1	1	1	1	2	3	50	2	4	6	6	3	4	4	8	9	6	115
ARTHROPODA	BRANCHIOPODA	2	2	2	7	1	1	23	1								2	2	65	14	3	17	2	2		146	
	ARACHNIDA	3	16	338	15	11	6	14	2	1	1	1	3	3	4	5	16	3	3	5	3	1	1	1	1	1	458
	HEXANAUPLIA	2	2	2	8	3	3	35	3								3	3	14	21	9	58	3	3		172	
	INSECTA	90	253	375	309	275	256	91	68	103	700	1,390	401	340	471	170	453	370	103	377	44	22	68	16	39	271	7,055
	MALACOSTRACA					1	1	1	3					1	1	356	84	37	10	2	6	1	1	4	1	2	512
	OSTRACODA									1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1					1	16
MOLLUSCA	GASTROPODA												1	1	10	1	37	1	1	1						53	
NEMATODA	NEMATODA	1	3	1	1	1	1	1	1																	10	
Número de especie (S)		34	34	34	34	32	32	32	32	29	29	29	29	36	36	36	36	38	38	38	38	23	23	23	23	14	62
Número de individuos (N)		99	277	719	341	292	268	165	78	106	703	1,393	406	348	481	592	559	458	129	471	93	40	149	34	55	281	8,537
Riqueza de Margalef (d):		7.18	5.87	5.02	5.66	5.46	5.54	6.07	7.12	6.00	4.27	3.87	4.66	5.98	5.67	5.48	5.53	6.04	7.61	6.01	8.16	5.96	4.40	6.24	5.49	2.31	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')		0.68	0.62	0.53	0.62	0.58	0.61	0.78	0.77	0.59	0.26	0.34	0.72	0.49	0.50	0.46	0.52	0.49	0.74	0.67	0.83	0.92	0.57	0.95	0.83	0.57	-
Índice de Shannon-Wiener (H')		3.46	3.15	2.68	3.16	2.92	3.07	3.92	3.84	2.89	1.27	1.63	3.49	2.51	2.58	2.36	2.67	2.59	3.90	3.50	4.36	4.18	2.58	4.27	3.78	2.17	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')		0.79	0.79	0.73	0.76	0.75	0.79	0.90	0.84	0.69	0.33	0.54	0.88	0.70	0.72	0.66	0.77	0.78	0.84	0.80	0.93	0.95	0.73	0.96	0.90	0.67	-

Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.6. PECES

Se colectaron 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”). En el Cuadro 4.13 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada y el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Cuadro 4.13. Composición de especies de Peces

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS1	Rio Coscore	Operaciones	4	Adultos			
QVILZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	4	Adultos			
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-04,	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLCHR-01,	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				
TUM 3	Rio Tumulaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>

Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.6.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

Un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha" fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. De estos 23 especímenes, 2 fueron hembras grávidas. Cuadro 4.14.

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

Cuadro 4.14. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

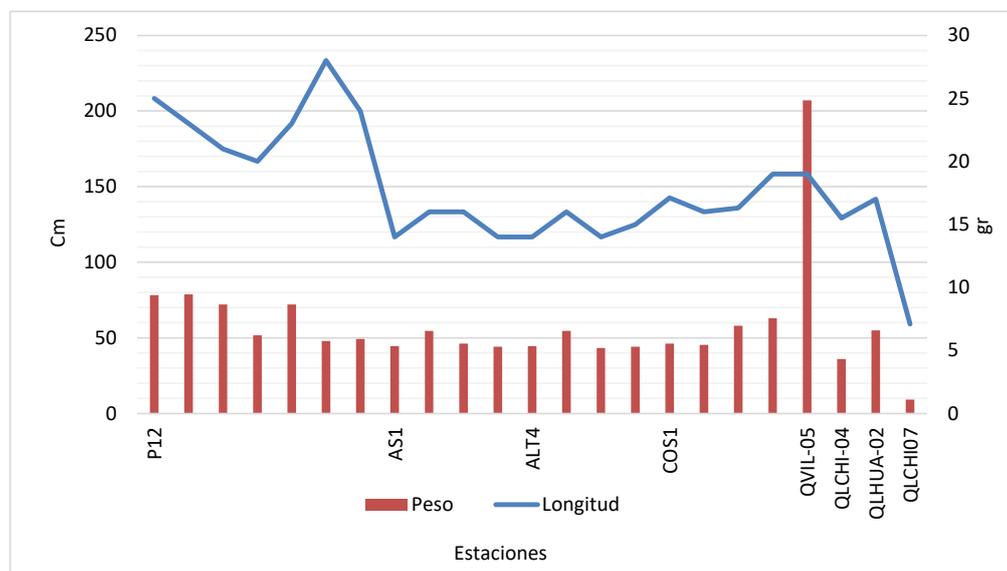
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
P12	25.0	78.24	0.005
	23.0	78.80	0.005
	21.0	72.00	0.006
	20.0	51.59	0.015
	23.0	72.00	0.006
	28.0	47.90	0.025
	24.0	49.30	0.020
AS1	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	16.0	46.10	1.125
	14.0	44.10	1.607
ALT4	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	14.0	43.20	1.574
	15.0	44.20	1.310
COS1	17.1	46.20	0.924
	16.0	45.30	1.106
	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
QVIL-05(*)	19.0	207.00	3.018
QLCHI-04	15.5	35.90	0.964
QLHUA-02(*)	27.0	180.00	0.914
QLCHI07	7.1	9.10	2.543
Mínimo	7.10	9.10	0.005
Máximo	28.00	207.00	3.018
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: Asilorza, 2020

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 4.17 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g)

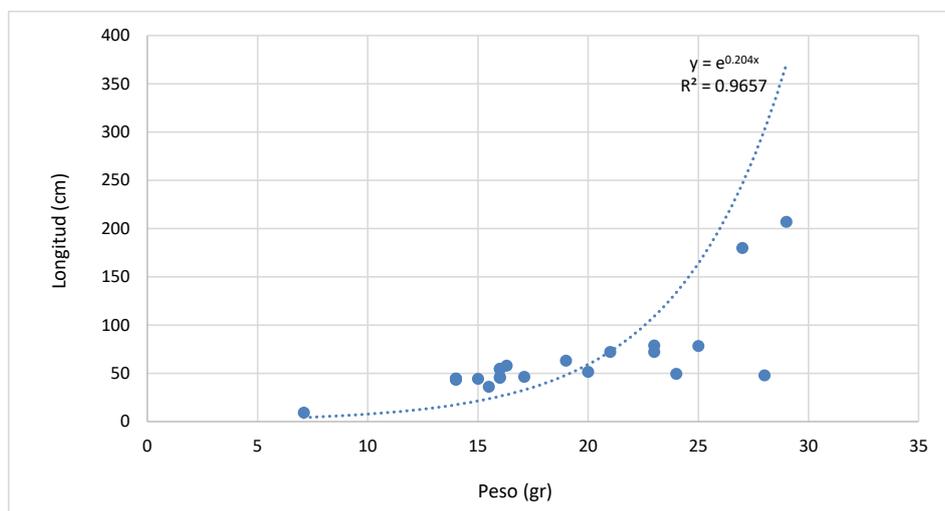
Figura 4.17. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2020

Como se muestra en la Figura 4.18, 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 4.18. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2020

4.4.6.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

En el Cuadro 4.15 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue AS1.

Cuadro 4.15. 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, 2020

4.5. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado y tradicionalmente basado en el análisis fisicoquímico. 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 cuyo resumen de valores se presenta en el Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16. Valores de índices de calidad de agua

Estaciones	Cuerpo de agua	Zona	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	19%	50	4.30	40
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	19%	50	4.50	40
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	16%	70	5.20	37
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9%	65	5.30	32
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	16%	70	5.01	37
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	45%	80	4.26	45
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	22%	68	5.40	40
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	50%	72	4.30	40

Estaciones	Cuerpo de agua	Zona	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9%	65	5.06	31
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	8%	65	5.20	35
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	2%	65	5.50	34
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	9%	65	5.04	32
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	20%	70	4.40	30
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	13%	68	4.40	35
P12	Rio ASANA	Operaciones	5%	65	5.04	30
AS1	Rio ASANA	Operaciones	13%	68	4.50	35
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	16%	70	4.50	37
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	8%	65	5.05	28
P11	Rio ASANA	Operaciones	13%	68	4.20	35
COS1	Rio Coscore	Operaciones	10%	66	5.10	32
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	63%	75	4.50	50
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	91%	110	4.00	80
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	69%	80	3.90	60
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	15%	68	5.10	40
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	86%	102	4.30	75

Elaboración: Asilorza, 2020

Como esperado, debido a que el área de evaluación es un área de bajo manejo ambiental, los valores registrados para la calidad ambiental, reflejan un estado de conservación muy bueno. Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico.

En relación al oxígeno disuelto, pH, conductividad, temperatura y sólidos en suspendidos, los valores se encuentran dentro de los límites del Estándar de calidad de agua superficial.

A continuación, se presenta la descripción de las características de cada índice:

4.5.1.1. ÍNDICE %EPT

El índice EPT expresa la abundancia proporcional de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (órdenes normalmente considerados indicadores de buena calidad de aguas o poco tolerantes a la contaminación orgánica). Se registraron especies indicadoras de agua limpia, en las estaciones TUM 3 y MQ-1, ubicadas en la zona de operaciones, que indicaron una calidad de agua

muy buena ($75\% < \text{EPT} < 100\%$), mientras que las estaciones TUM 1 y CAP3, ubicadas en la zona de operaciones, mostraron una calidad de agua buena ($50\% < \text{EPT} < 75\%$). Las demás estaciones presentaron una calidad de agua regular.

Se debe precisar que muchos organismos del orden EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) no necesariamente están presentes en todos los hábitats acuáticos, por ello la importancia de conocer la geoquímica de los cuerpos de agua evaluados, estacionalidad, flujos en los cuerpos de agua y condiciones de la roca madre, además que el índice EPT es referencial, por tanto los resultados de las estaciones mencionadas no son definitivos, hasta compararlos con los resultados de la evaluación de temporada húmeda y otras datas de un rango de tiempo no menor a 5 años.

4.5.1.2. ÍNDICE BMWP/COL

A diferencia de otros métodos que suelen considerar la abundancia proporcional de cada taxón contabilizado, este índice sólo considera la presencia o ausencia de cada familia de macroinvertebrados en determinada muestra; es decir, basta con que una familia esté presente en la muestra para que el valor correspondiente a su nivel de sensibilidad a parámetros orgánicos sea adicionado al puntaje definitivo. En términos generales, si bien el índice BMWP/COL es referido a una contaminación sin precisar el tipo de contaminación, no todas las familias reportadas en las estaciones cuentan con una ponderación para ser incluidas por el índice.

En las estaciones evaluadas, se registró una alta diversidad de macroinvertebrados, lo que se refleja en una calidad de agua de aceptable (61-100) a buena (>150 , $<101-120$) en la mayoría de estaciones y de muy buena en la estación TUM 3, ubicada en la zona de operaciones, (≥ 121) donde se observaron aguas limpias.

4.5.1.3. ÍNDICE IBF

Si bien el índice IBF presenta las mismas desventajas con respecto a que no todas las familias altoandinas cuentan con una ponderación, toma en cuenta las abundancias de los organismos de las familias registradas y la abundancia total de cada estación evaluada. En base a este análisis, se aprecia que en la mayoría de las estaciones se presentó una calidad de agua buena, y en las estaciones ubicadas en la zona de operaciones TUM 3, TUM 1 y la estación ubicada en la zona de abastecimiento QLBHUA-05 muy buena.

4.5.1.4. ÍNDICE ABI

De forma similar al índice BMWP/Col, los valores registrados en las mismas estaciones las califican con un estado de moderado a bueno, siendo muy bueno en la estación MQ-1, ubicada en la zona de operaciones. Al igual que la interpretación del índice BMWP/Col, se debe tener en cuenta que

los valores resultantes del índice ABI son referenciales y pueden variar entre temporadas, seca y de lluvias.

4.6. 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.

4.7. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

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

4.8. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

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

5. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos en la presente evaluación de temporada seca 2020 con las evaluaciones previas desarrolladas por Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza.

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

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

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmedas 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, QLBCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

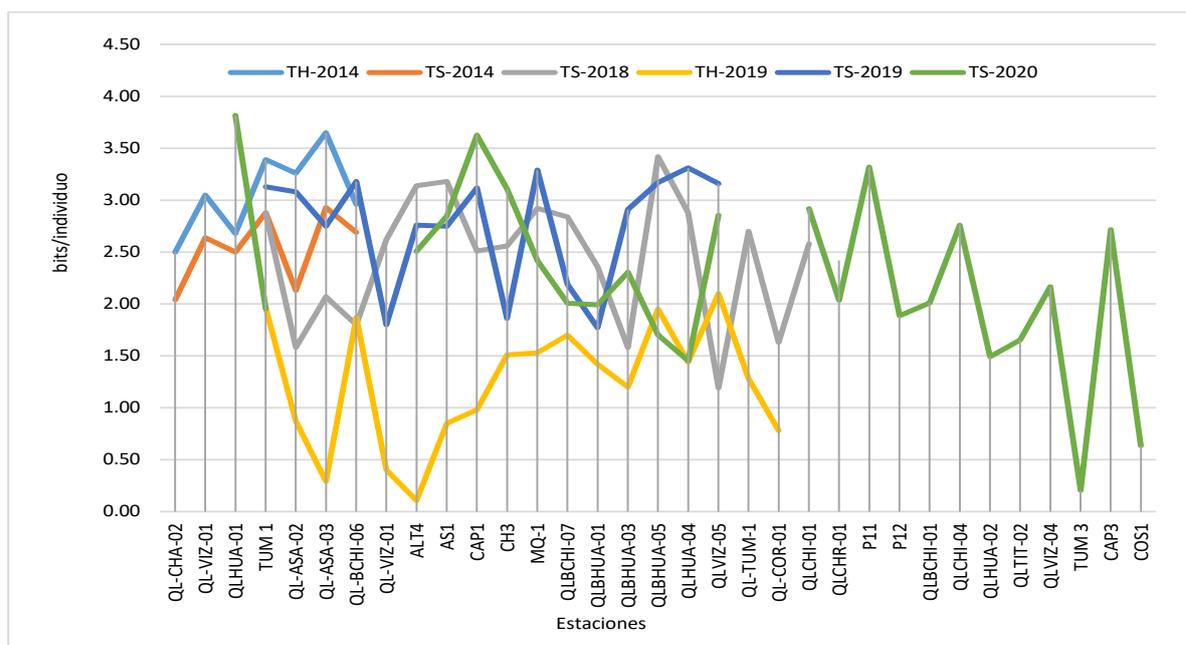
5.1. PLANCTON

En todas las evaluaciones realizadas se registraron organismos del fitoplancton. Como se observa en la figura 5.1, la diversidad de esta comunidad vario entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las 3 temporadas secas 2018, 2019 y 2020 en comparación a la temporada húmeda.

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

Como se muestra en la Figura 5.1, la diversidad sigue un patrón, manteniéndose en un rango aceptable de diversidad, con valores de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 5.1. Comparación de los valores de diversidad del fitoplancton



Elaboración: Asilorza, 2020

5.2. PERIFITON

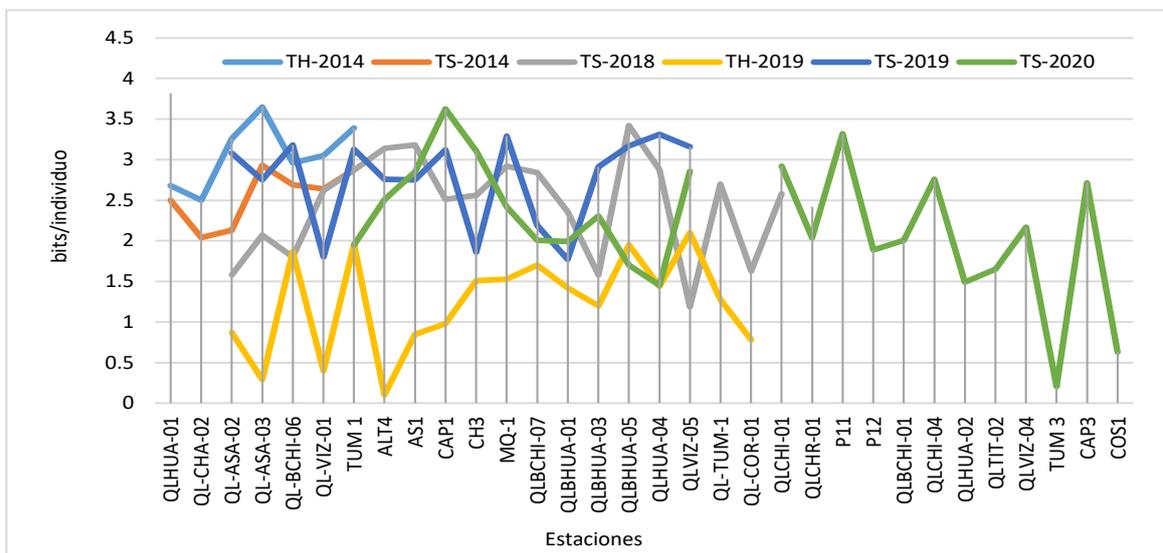
Como se observa en la Figura 5.2, la diversidad de esta comunidad vario entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las 3 temporadas secas 2018, 2019 y 2020 en comparación a la temporada húmeda.

Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (3.5 bits/individuo, estación QL-VIZ-01), temporada seca 2018 (3.46 bits/individuos, estación QLBHUA-05) y temporada seca 2019 (4.01 bits/individuo, QLCHR-01) y temporada seca 2020 (5.52 bits/individuos, QLBHUA-

01) son considerados valores altos de diversidad.

En la Figura 5.2, se observa que los valores de diversidad del perifiton fluctúan de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 5.2. Comparación de los valores de diversidad del perifiton

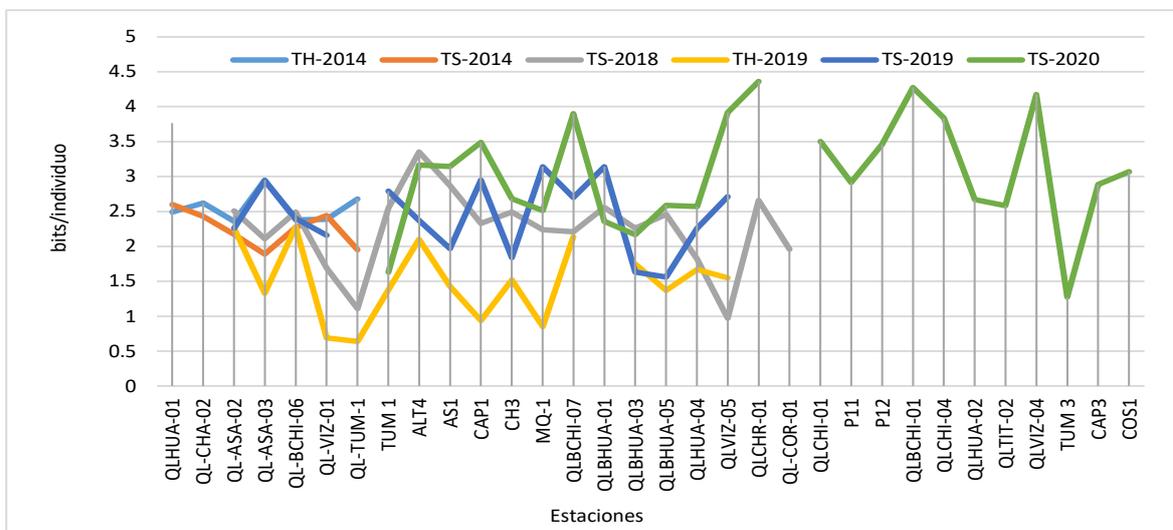


Elaboración: Asilorza, 2020

5.3. BENTOS

Los valores de diversidad de los bentos, siguieron la misma tendencia que los valores registrados para el fitoplancton y el plancton, manteniendo valores de intermedios a altos en las temporadas secas. En la Figura 5.3, se observa que los valores de diversidad están influenciados por la temporalidad. Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (2.95 bits/individuo, estación QLHUA-01), temporada seca 2018 (3.35 bits/individuos, estación ALT4) y temporada seca 2019 (3.14 bits/individuo, QLBHUA-01) y temporada seca 2020 (4.36 bits/individuos, QLCHR-01) son considerados valores altos de diversidad.

Figura 5.3. Comparación de los valores de diversidad del perifiton



Elaboración: Asilorza, 2020

5.4. PECES

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

En la temporada seca del 2018 solo se colectaron *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", mientras que en siguientes temporadas (temporada seca 2019, húmeda 2019 y seca 2020) se colectaron las tres especies mencionadas.

6. CONCLUSIONES

6.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

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

6.2. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

-  Los resultados de la evaluación se encuentran dentro de los valores establecidos, por el ECA² Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas animales (vegetales de tallo bajo y alto)

² ECA CATEG. 3 D.S. N°004-2017 MINAN

- Con respecto al punto QLTIT-02, ubicado en el río Vizcacha, el valor registrado para el pH (4.50 unidades) mostro una tendencia a la acidez debido a la presencia natural de aguas termales (geiser) que provienen del río Titire.

6.3. COMUNIDADES ACUÁTICAS

6.3.1. PLANCTON

- Se registró una riqueza de 111 especies de plancton (80 fitoplancton, 31 zooplancton).
- La composición de fitoplancton estuvo representada por 80 especies, distribuidas en cinco divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. La riqueza de especies total y por estación fue moderada; las estaciones con una mayor riqueza de especies fueron las QLBHUA-05, QLBCHI-07, QLCHI-01 y QLCHR-01 donde se registraron 53 especies en cada una.
- La división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (62%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. Los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de bajos a moderados (0,20 a 3,82 bits/Individuo).
- La composición del zooplancton estuvo representada por 31 especies agrupadas en siete phyla. El phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (36%, 11 especies. Las estaciones donde se registró una mayor riqueza de especies fueron QLBHUA-05, QLBCHI-07 QLCHI-01 y QLVIZ-04, donde se registraron 19 de las 31 especies colectadas para el área evaluada.
- La abundancia del zooplancton fue moderada (804 organismo/L). La estación QLCHR-01 obtuvo el mayor registro de individuos (139 organismos/L). El phylum Rotifera presentó la mayor abundancia, correspondiente a 295 organismo/L, 37% del total. Los valores de diversidad variaron entre 2,02 - 4,02 bits/Individuos.

6.3.2. PERIFITON

- La composición del perifiton estuvo representada por 89 especies distribuidas en 10 taxa; cinco de ellas correspondientes a las divisiones de microalgas Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Ochrophyta; y cinco a los phylla de microinvertebrados Amoebozoa, Cercozoa, Ciliophora, Nematoda y Rotifera.
- Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por taxa: Amoebozoa 1% (una especie), Cercozoa 3% (3 especies), Ciliophora 2% (dos especies), Nematoda 1% (una especie), Rotifera 1% (una especie), Charophyta 8% (7 especies), Chlorophyta 23% (21

especies), Cyanobacteria 13% (12 especies), Euglenozoa 3% (una especie) y Ochrophyta 43% (39 especies).

-  Las divisiones Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta fueron registradas en las 25 estaciones evaluadas. Las estaciones con mayor riqueza de especies fueron QLBHUA-05, QLBCHI-07, QLCHI-01 y QLCHR-01 donde se registraron 61 especies en cada una.
-  La abundancia estuvo distribuida en 66% Cyanobacteria, 27% Ochrophyta, 7% Chlorophyta y menos del 1% que reúne a los otros taxa registrados. Los valores de los índices de diversidad registrados en la materia de estaciones fueron altos. Los resultados de la diversidad de Shannon-Wiener (5.52 bits/individuos) reflejan una alta diversidad en la estación QLHUA-01.

6.3.3. BENTOS

-  Se registraron 62 especies distribuidas en cuatro phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 55 especies (89%), seguido de los phylum Annelida (cuatro especies, 6%), Mollusca (dos especies, 3%) y Nematoda (una especie, 2%). La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 71% de las especies registradas (44 especies).
-  El phylum con una mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (98%), el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (7,055 organismo/muestra; 83%). La especie más abundante en la evaluación fue *Baetodes* sp., larva de Ephemeroptera indicador de aguas limpias y de buena calidad (1,629 organismo/muestra; 14% de la abundancia total).
-  Los valores de diversidad registrados fueron altos, la riqueza de Margalef alcanzó valores de 8,16 bits/individuos y la diversidad de Shannon-Wiener de 4.36 bits/individuos.

6.3.4. PECES

-  Se colectaron 3 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris").
-  El factor de condición fue calculado en base a un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. Sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 .

6.4. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

-  Como esperado, debido a que le área de evaluación es un área bajo manejo ambiental, los valores registrados reflejan un estado de moderado de conservación. Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico, los que se encuentran dentro de los límites del Estándar de calidad de agua superficial.

6.5. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

-  Como se aprecia en los resultados, los valores de riqueza y diversidad de las comunidades del plancton específicamente fitoplancton ya que no se encuentra referencia la zooplancton, perifiton y bentos se mantuvieron como moderados en la línea de tiempo de las evaluaciones, siendo mayores en las temporadas secas; por lo que se infiere que estas variables están influenciadas por la temporalidad.
-  Con respecto a los peces, en base a los resultados obtenidos se puede corroborar que los cuerpos evaluados en la línea de tiempo con la información disponible se siguen reportando las 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”), siendo esta ultima la más abundante y con mayor frecuencia de ocurrencia.
-  Los resultados del análisis comparativo son relativos, ya que no se cuenta con una línea de tiempo estandarizada de evaluaciones (trimestral, semestral o anual); ya que no se han evaluado las mismas estaciones ni en número ni en ubicación, Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizado de forma cualitativa. En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmedas 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.

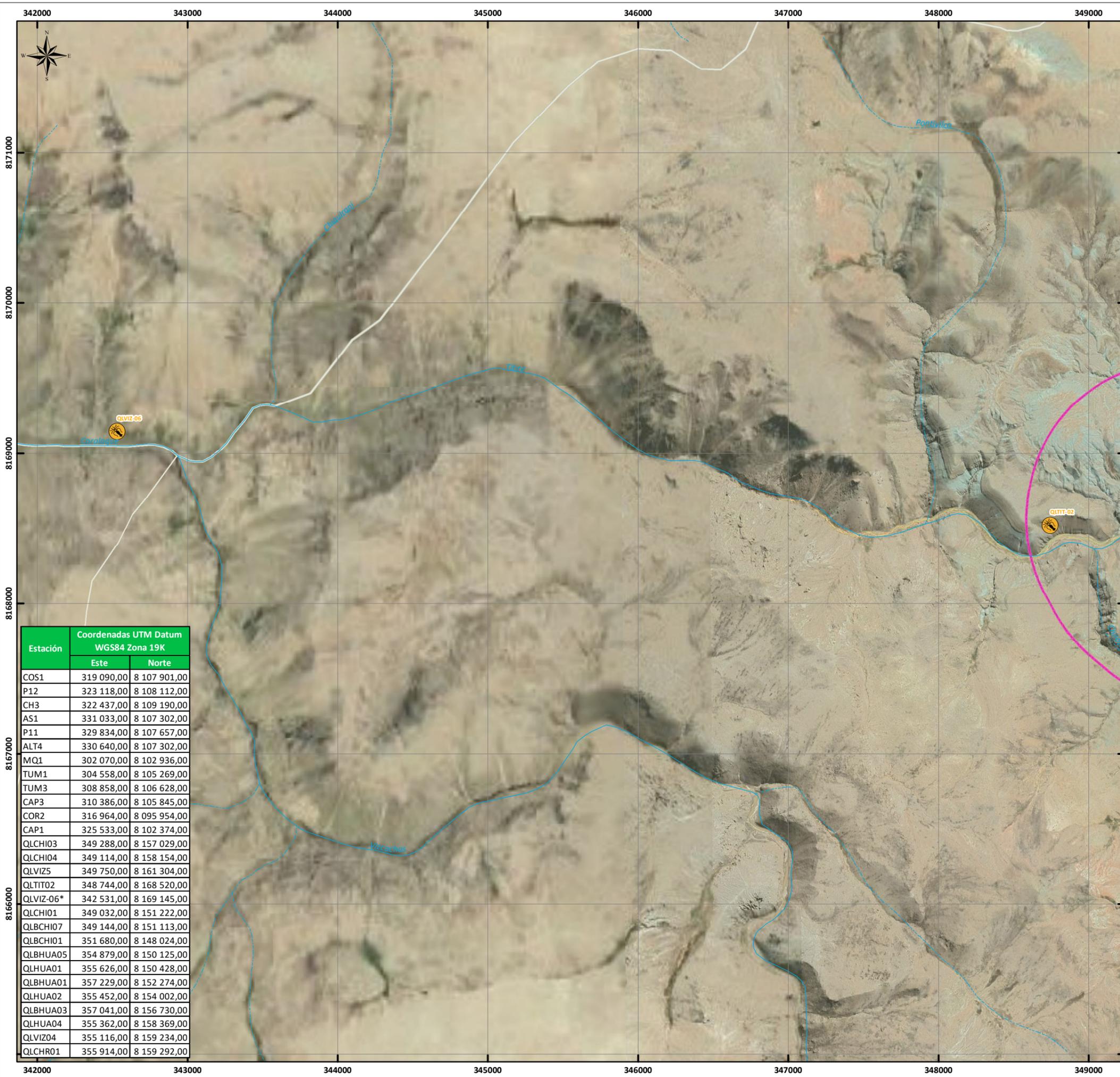
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

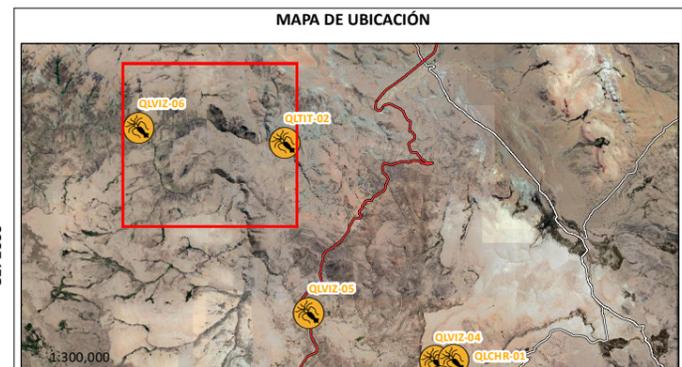
Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.

- 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.

ANEXO I



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHIO7	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHIO1	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

Pajonal andino

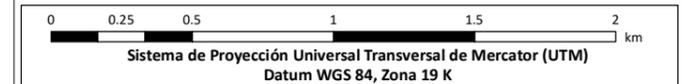
Monitoreo biológico

Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA: **MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLÓGÍA**

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

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

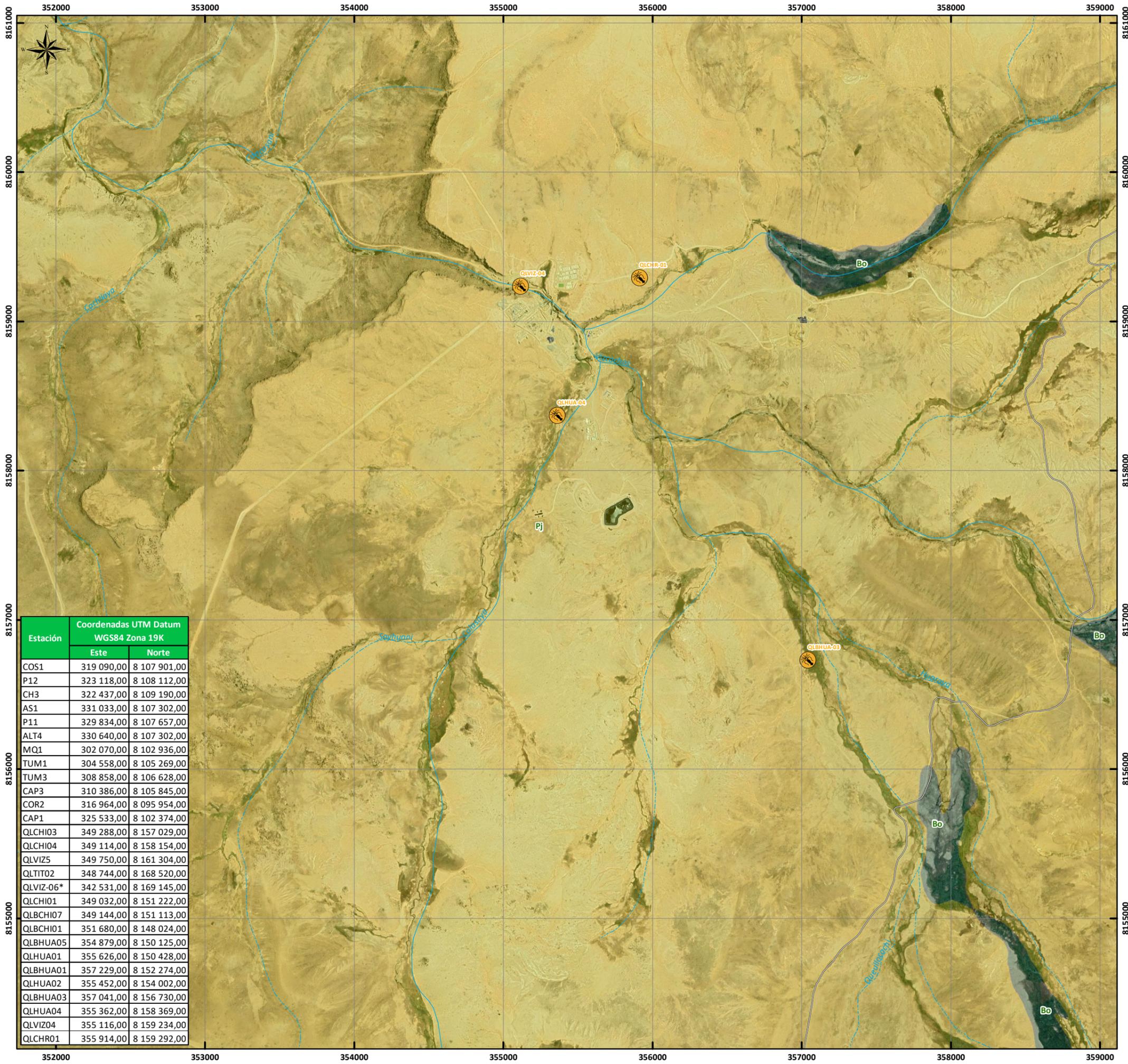
CLIENTE: FDM
Foro de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:25,000

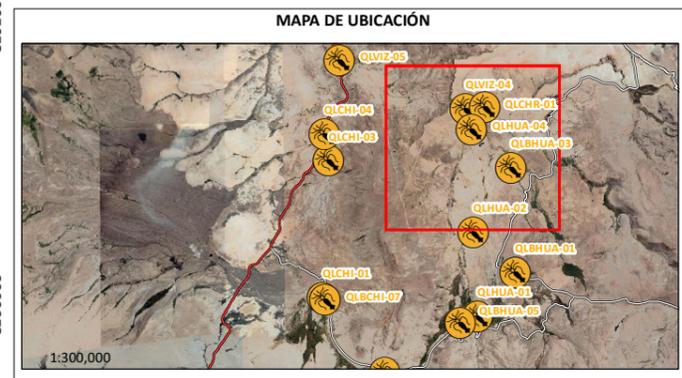
FECHA: SETIEMBRE, 2020

N° MAPA: **HIDRO-01**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Bofedal
- Pajonal andino

Monitoreo biológico

- Hidrobiología

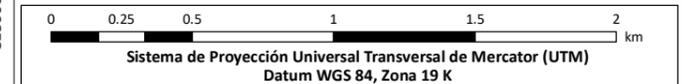
REVISADO POR:



JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
GEOGRAFO
C.G.P. 372



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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA:

MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN:

Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

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

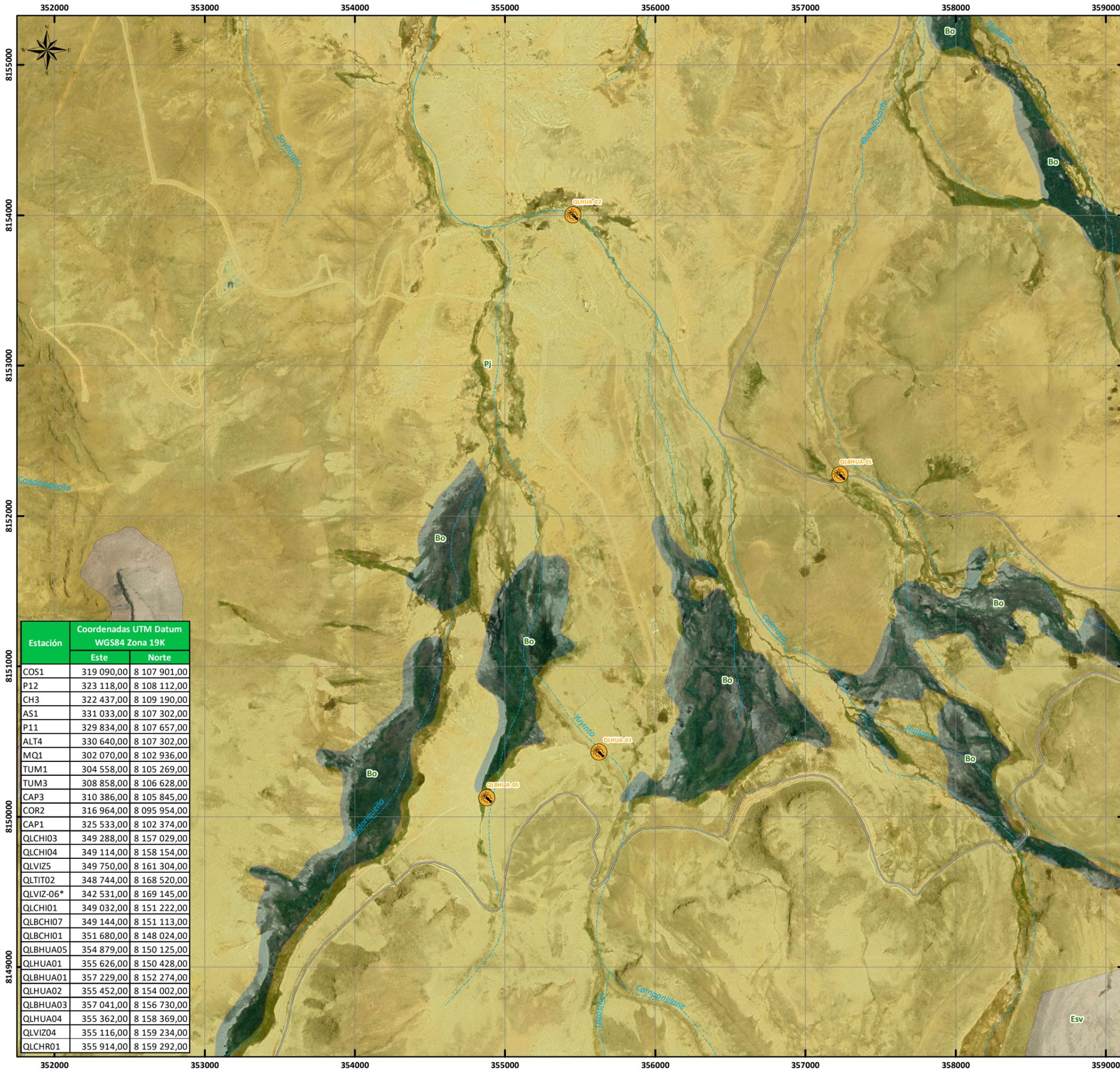
CLIENTE:  **FOM**
Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: **1:25,000**

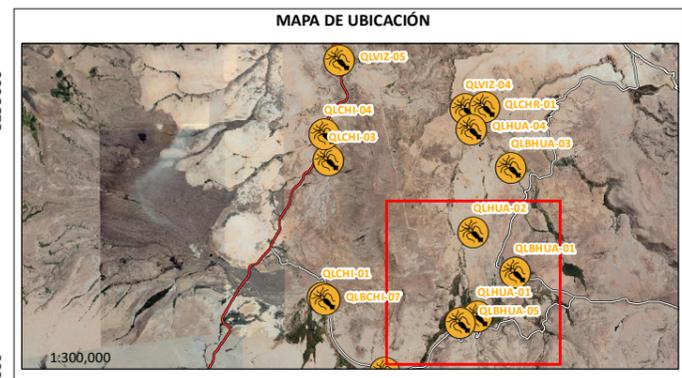
FECHA: **SETIEMBRE, 2020**

N° MAPA: **HIDRO-03**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Area altoandina con escasa y sin vegetación
- Bofedal
- Pajonal andino

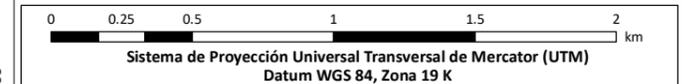
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA:

MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA

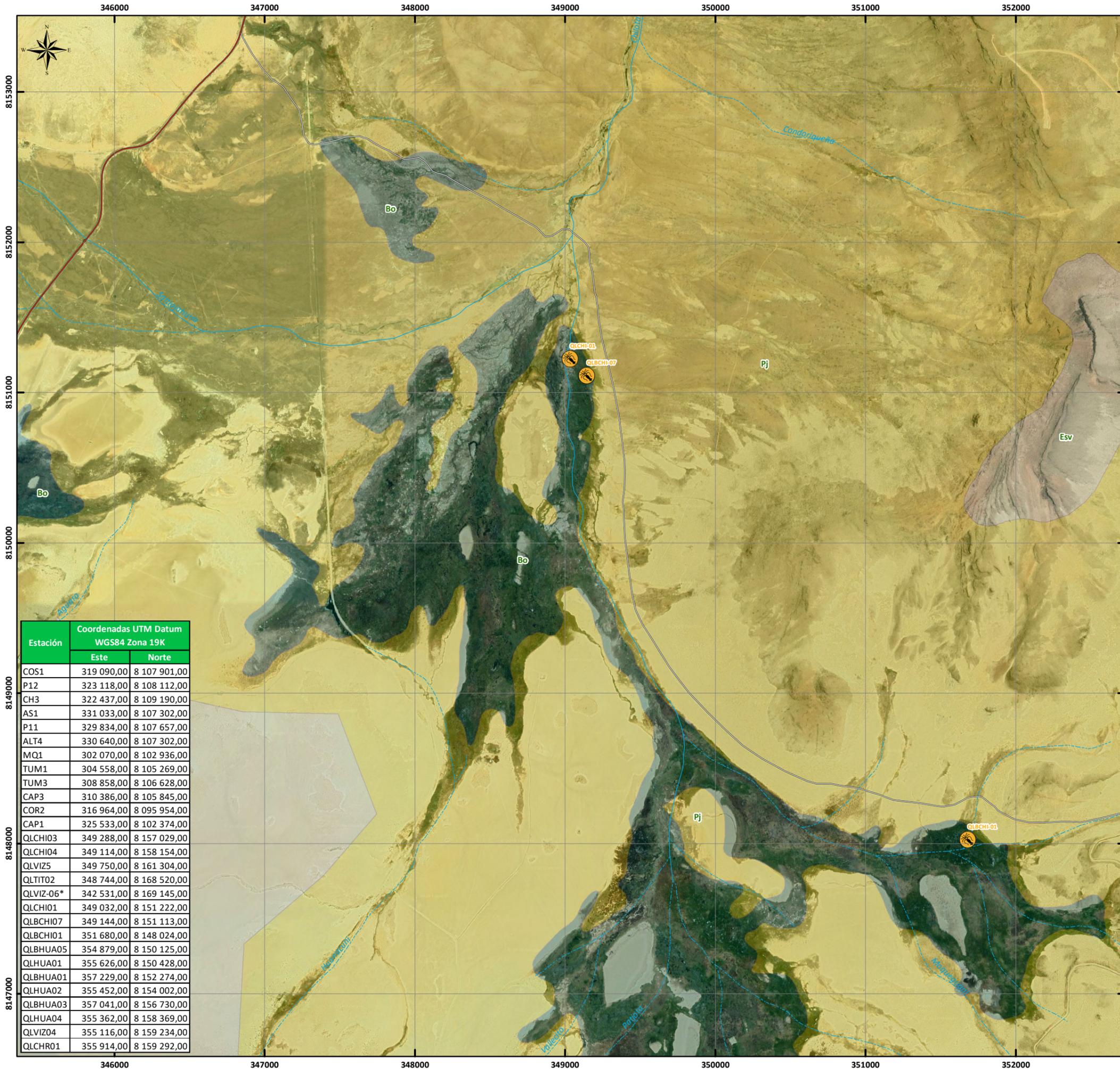
UBICACIÓN:

Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C.
 CLIENTE: FOM
 Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:25,000
 FECHA: SETIEMBRE, 2020
 N° MAPA: **HIDRO-04**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Area altoandina con escasa y sin vegetación
- Bofedal
- Pajonal andino

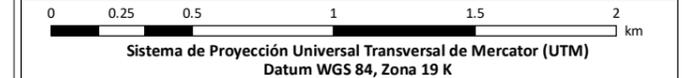
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA:

MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN:

Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
 Departamento: Moquegua

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

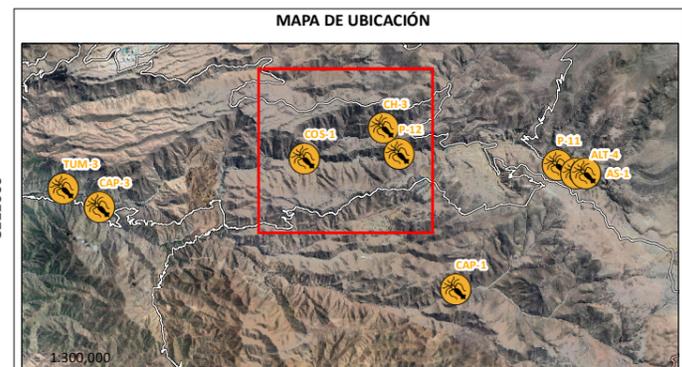
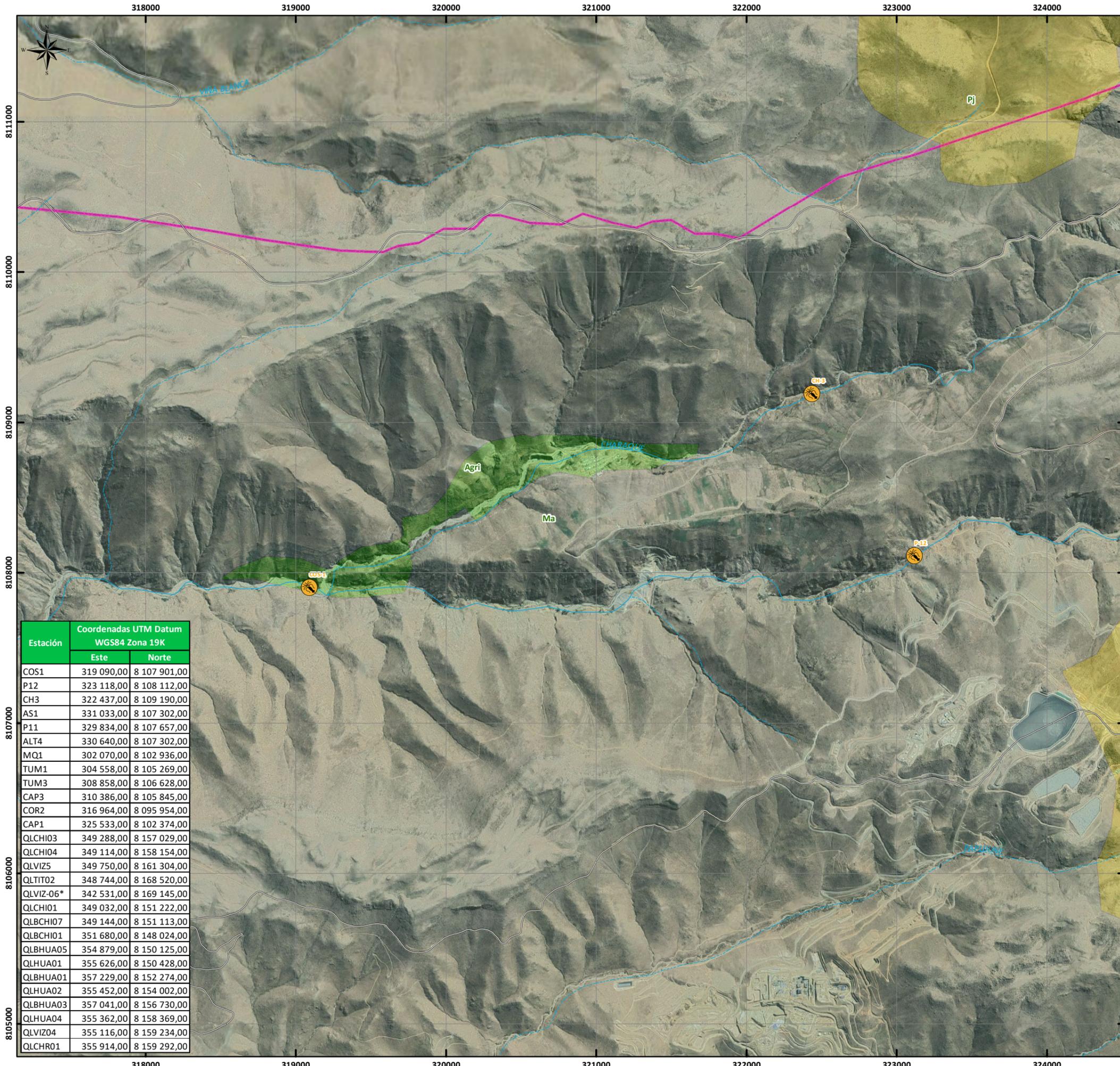
CLIENTE: FOM
Fondo de Desarrollo de Moquegua

ESCALA: 1:25,000

FECHA: SETIEMBRE, 2020

N° MAPA: **HIDRO-05**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Agricultura costera y andina
- Matorral arbustivo
- Pajonal andino

Monitoreo biológico

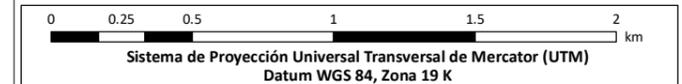
- Hidrobiología

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



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

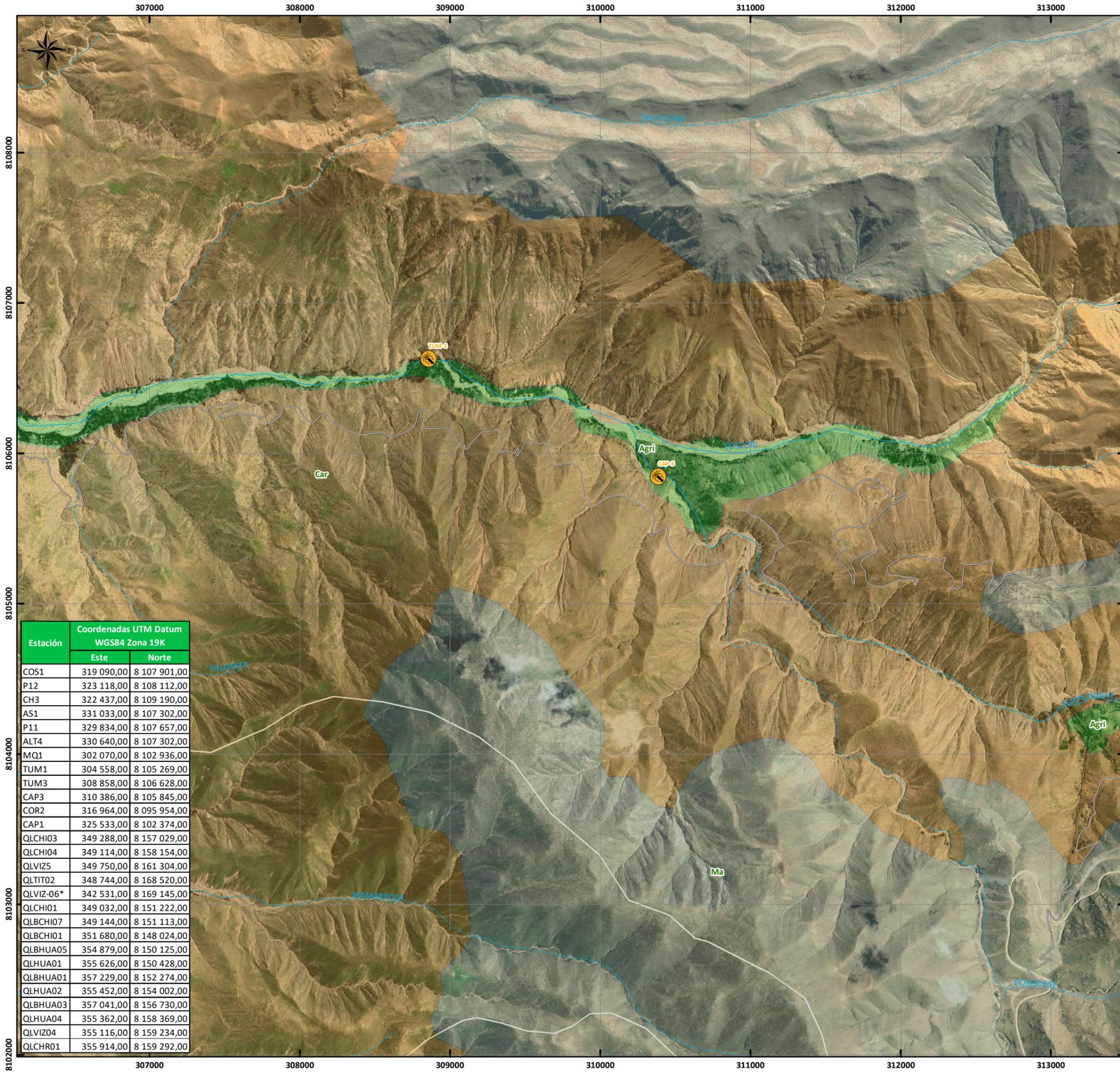
MAPA:
MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN:
 Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
 Departamento: Moquegua

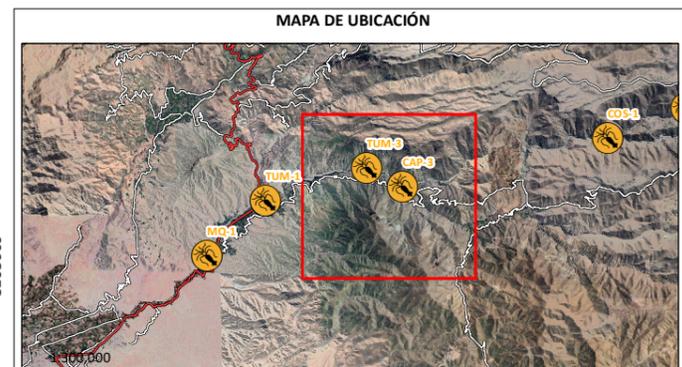
ELABORADO POR: CLIENTE:

ESCALA: 1:25,000 FECHA: SETIEMBRE, 2020 N° MAPA: **HIDRO-07**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLBHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Agricultura costera y andina
- Cardonal
- Matorral arbustivo

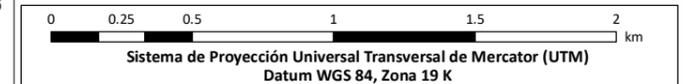
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

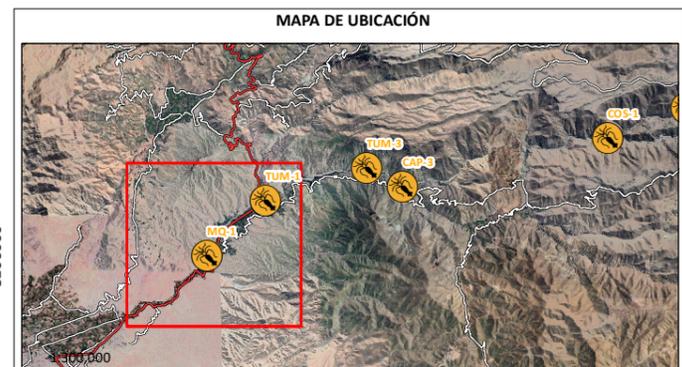
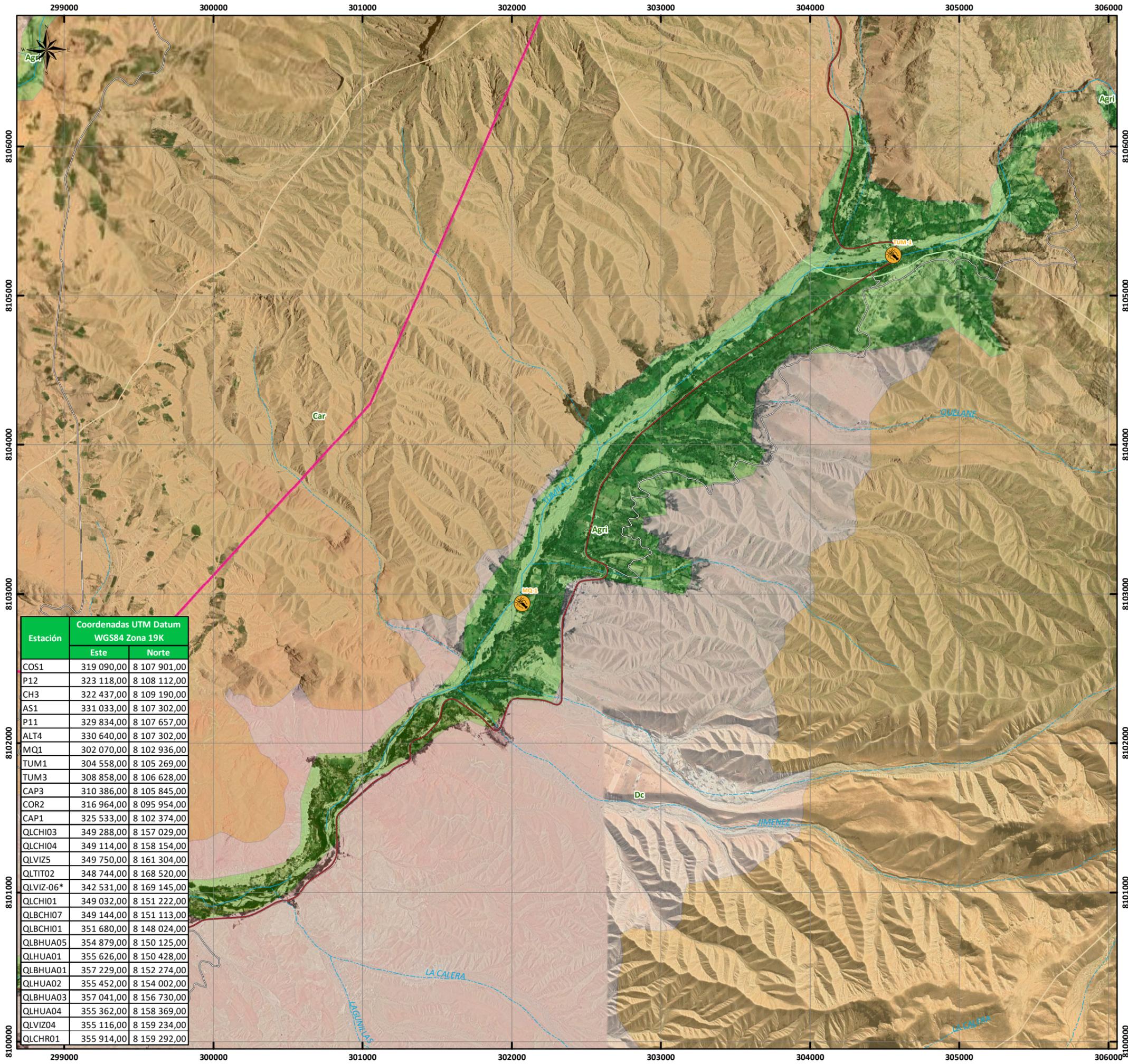
MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C. CLIENTE: FDM

ESCALA: 1:25,000 FECHA: SETIEMBRE, 2020 N° MAPA: **HIDRO-08**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Agricultura costera y andina
- Cardonal
- Desierto costero

Monitoreo biológico

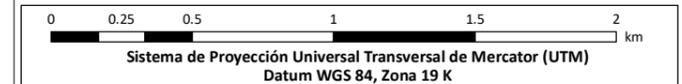
- Hidrobiología

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

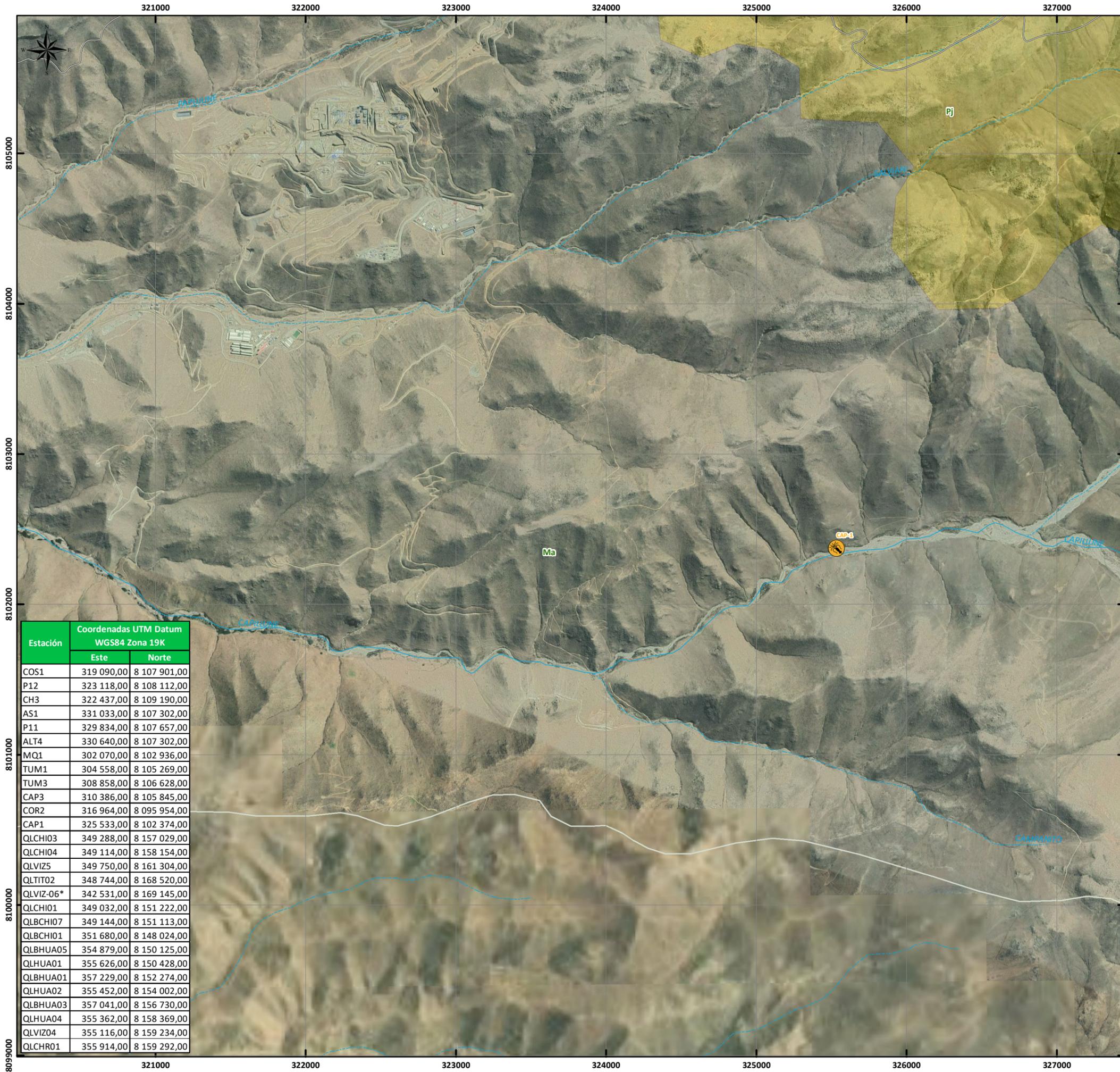
MAPA: **MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA**

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: ASILORZA S.A.C.
CLIENTE: FDM

ESCALA: 1:25,000
FECHA: SETIEMBRE, 2020
N° MAPA: **HIDRO-09**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM



Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19K	
	Este	Norte
COS1	319 090,00	8 107 901,00
P12	323 118,00	8 108 112,00
CH3	322 437,00	8 109 190,00
AS1	331 033,00	8 107 302,00
P11	329 834,00	8 107 657,00
ALT4	330 640,00	8 107 302,00
MQ1	302 070,00	8 102 936,00
TUM1	304 558,00	8 105 269,00
TUM3	308 858,00	8 106 628,00
CAP3	310 386,00	8 105 845,00
COR2	316 964,00	8 095 954,00
CAP1	325 533,00	8 102 374,00
QLCHI03	349 288,00	8 157 029,00
QLCHI04	349 114,00	8 158 154,00
QLVIZ5	349 750,00	8 161 304,00
QLTIT02	348 744,00	8 168 520,00
QLVIZ-06*	342 531,00	8 169 145,00
QLCHI01	349 032,00	8 151 222,00
QLBCHI07	349 144,00	8 151 113,00
QLBCHI01	351 680,00	8 148 024,00
QLBHUA05	354 879,00	8 150 125,00
QLHUA01	355 626,00	8 150 428,00
QLBHUA01	357 229,00	8 152 274,00
QLHUA02	355 452,00	8 154 002,00
QLBHUA03	357 041,00	8 156 730,00
QLHUA04	355 362,00	8 158 369,00
QLVIZ04	355 116,00	8 159 234,00
QLCHR01	355 914,00	8 159 292,00



SIGNOS CONVENCIONALES

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

Área de estudio

R.D. N° 017-2020-SENACE-PE/DEAR

Cobertura vegetal

- Matorral arbustivo
- Pajonal andino

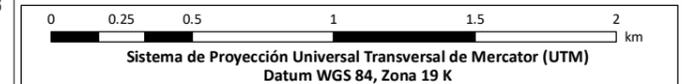
Monitoreo biológico

- Hidrobiología

REVISADO POR:

JONATHAN VILLAR VÁSQUEZ
 GEÓGRAFO
 C.G.P. 372

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



PROYECTO: MIN-01

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO QUELLAVECO

MAPA: **MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO BIOLÓGICO - HIDROBIOLOGÍA**

UBICACIÓN: Provincia: Mariscal Nieto, Ilo
Departamento: Moquegua

ELABORADO POR: CLIENTE:

ESCALA: **1:25,000** FECHA: **SETIEMBRE, 2020** N° MAPA: **HIDRO-10**

FUENTE: IGN, INEI, MTC, SERNANP, FDM

Anexo II

PUNTOS DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA



Punto de monitoreo: P-12

Empresa	Anglo American Quellaveco S.A.	
Nombre del proyecto	Programa de Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 323118	Norte: 8108112
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	09/10/2020	
Descripción	Ubicado en el río Asana	



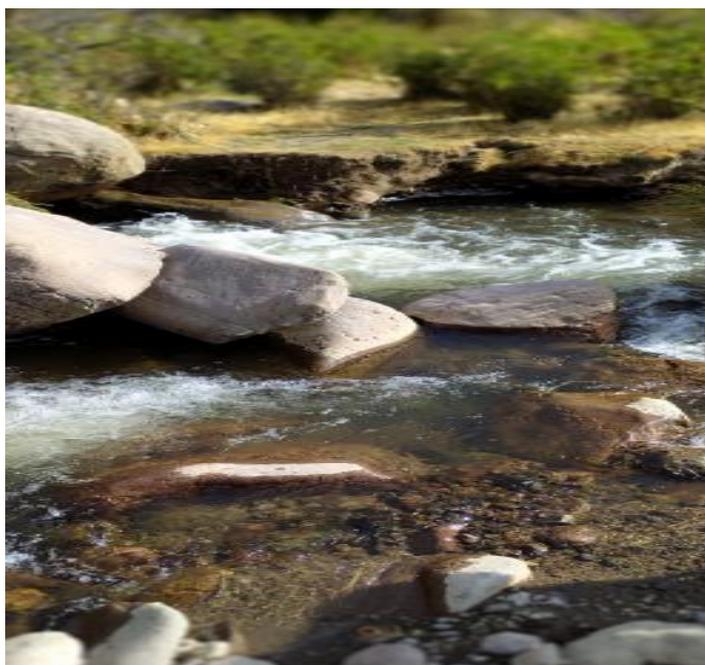
Punto de monitoreo: AS-1

Empresa	Anglo American Quellaveco S.A.	
Nombre del proyecto	Programa de Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0331033	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3167	
Fecha de evaluación	09/10/20	
Descripción	Ubicación en el río Asana	



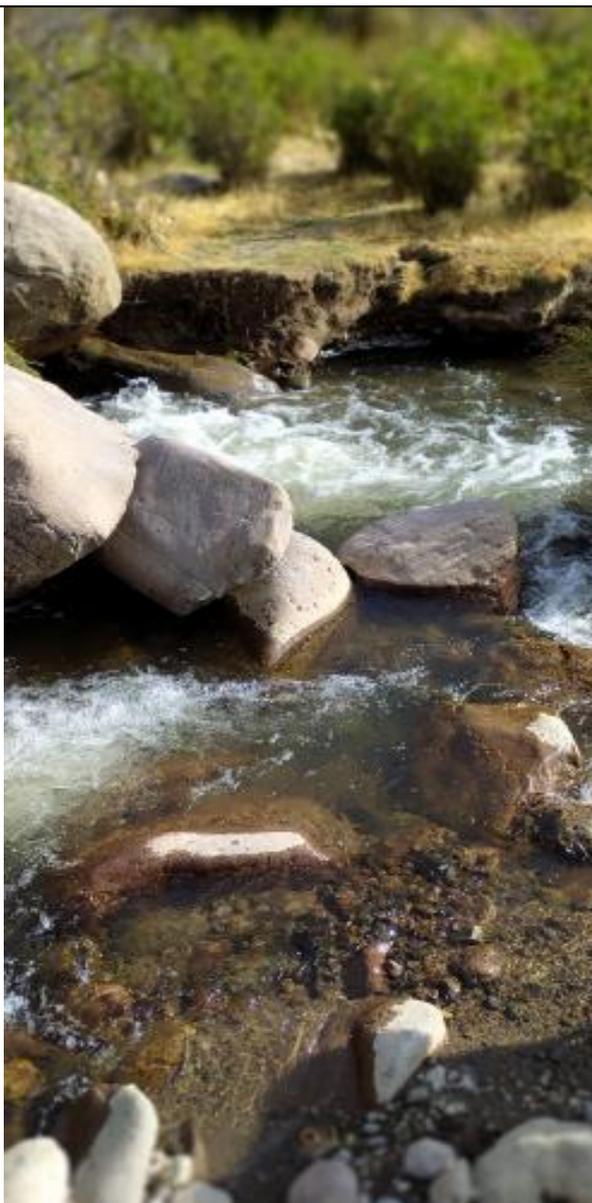
Punto de monitoreo: EM-01

Empresa	Anglo American Quellaveco S.A.	
Nombre del proyecto	Programa de Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0331033	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3167	
Fecha de evaluación	09/10/20	
Descripción		



Punto de monitoreo: ALT-4

Empresa	Anglo American Quellaveco S.A.	
Nombre del proyecto	Programa de Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0330640	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	10/10/20	
Descripción	Ubicada en la quebrada Altarani	



Estación Hidrobiológica: P11

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0329834	Norte: 8107657
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	10/10	
Descripción		



Estación Hidrobiológica: COS 1

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0319090	Norte: 8107910
	Altitud (msnm): 249	
Fecha de evaluación	10/10	
Descripción		



Estación Hidrobiológica: QLVIZ5

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0349750	Norte: 8161304
	Altitud (msnm): 1332	
Fecha de evaluación	14/10	
Descripción		



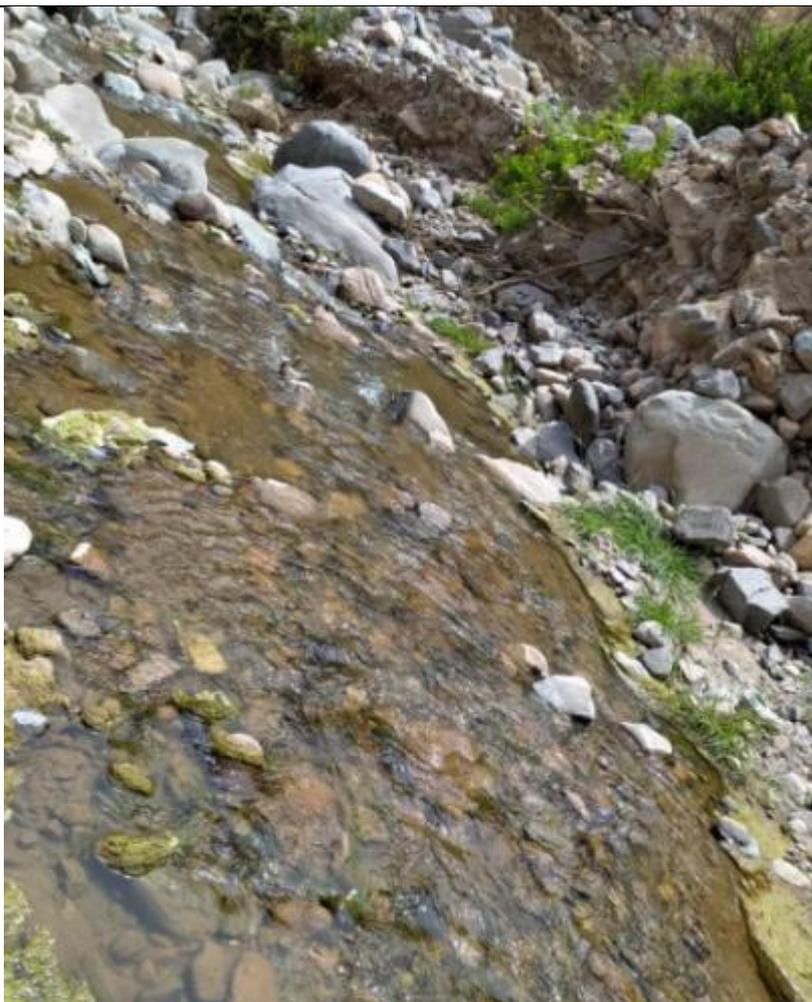
Estación Hidrobiológica: QLCHI04

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0349118	Norte: 8158175
	Altitud (msnm): 4314	
Fecha de evaluación	14/10	
Descripción		



Estación Hidrobiológica: QLCHI03

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0349288	Norte: 8157029
	Altitud (msnm): 1378	
Fecha de evaluación	14/10	
Descripción		



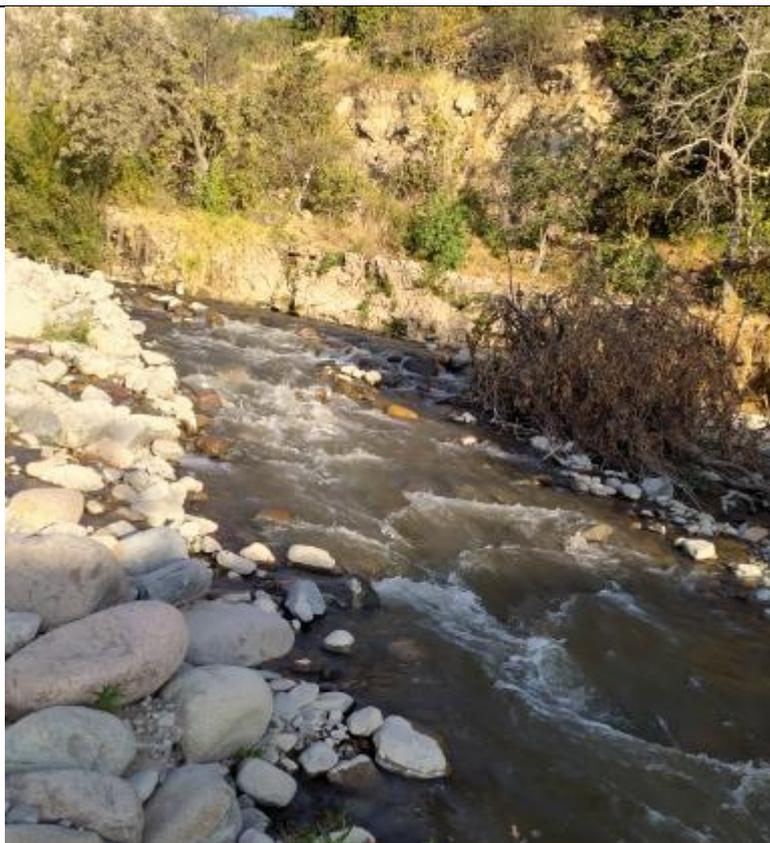
Estación Hidrobiológica: CAP3

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0310270	Norte: 8105874
	Altitud (msnm): 2348	
Fecha de evaluación	16/10	
Descripción		



Estación Hidrobiológica: TUM-3

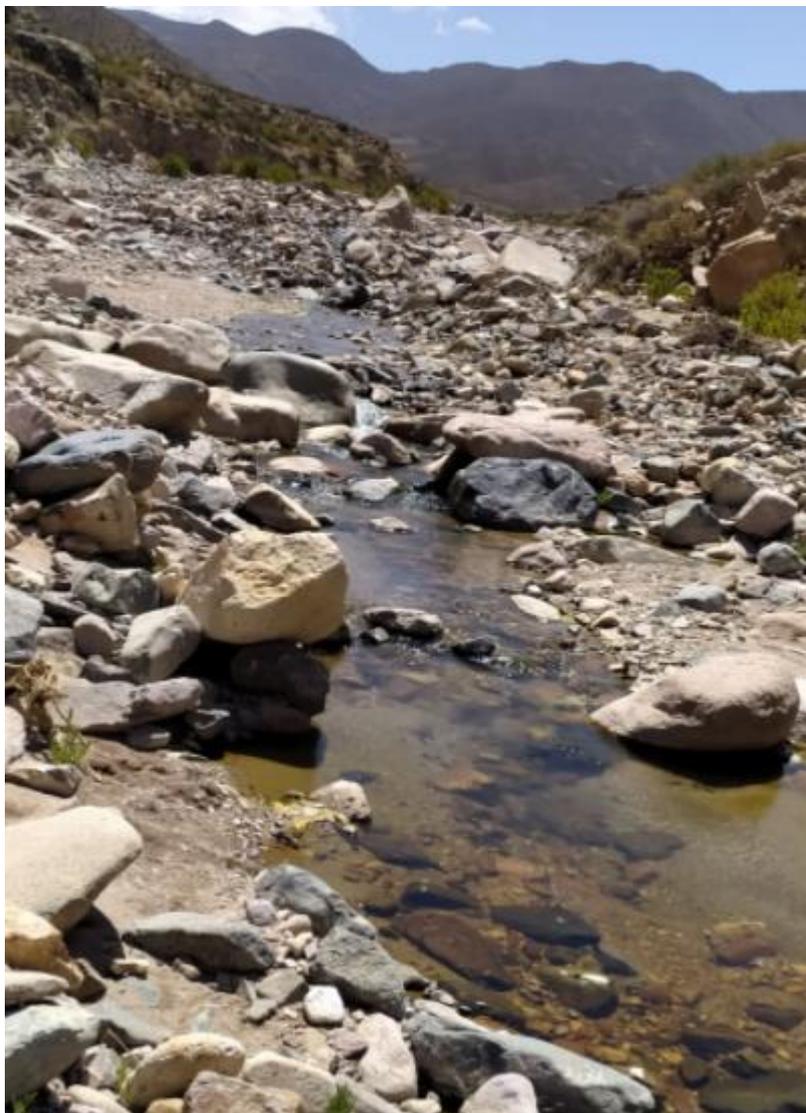
Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0306970	Norte: 8106621
	Altitud (msnm): 2236	
Fecha de evaluación	16/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: TUM-1

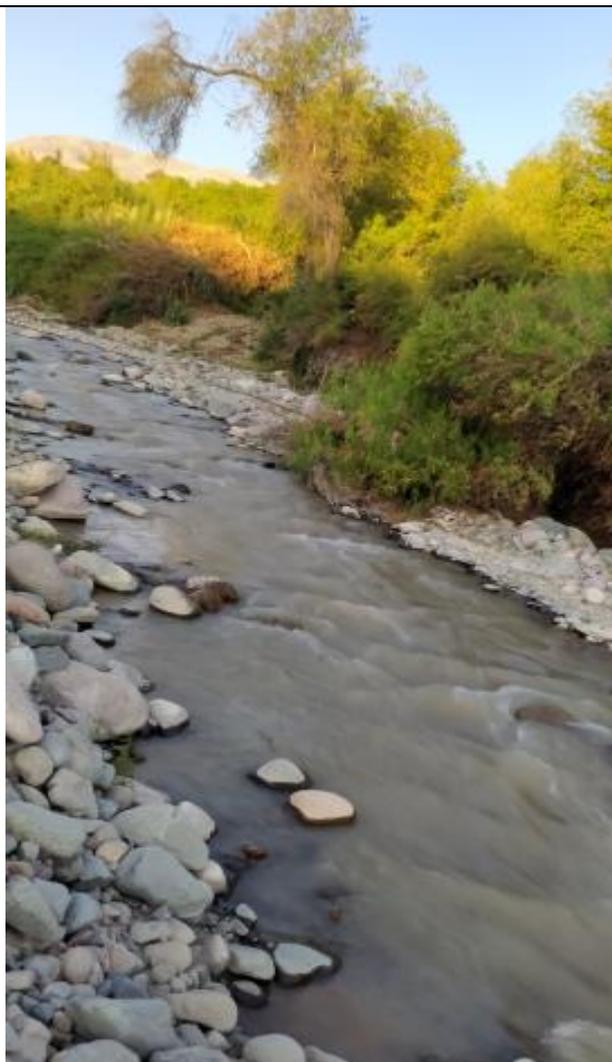
Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0304599	Norte: 8105308
	Altitud (msnm): 1901	
Fecha de evaluación	16/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: CAP-1

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0325486	Norte: 8102337
	Altitud (msnm): 3420	
Fecha de evaluación	19/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: MQ1

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0302070	Norte: 8102936
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	19/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLTIT02

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0351799	Norte: 8169720
	Altitud (msnm): 4340	
Fecha de evaluación	20/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLBHUA01

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357229	Norte: 8152274
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	21/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLHUA02

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355452	Norte: 8154002
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	21/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLHUA01

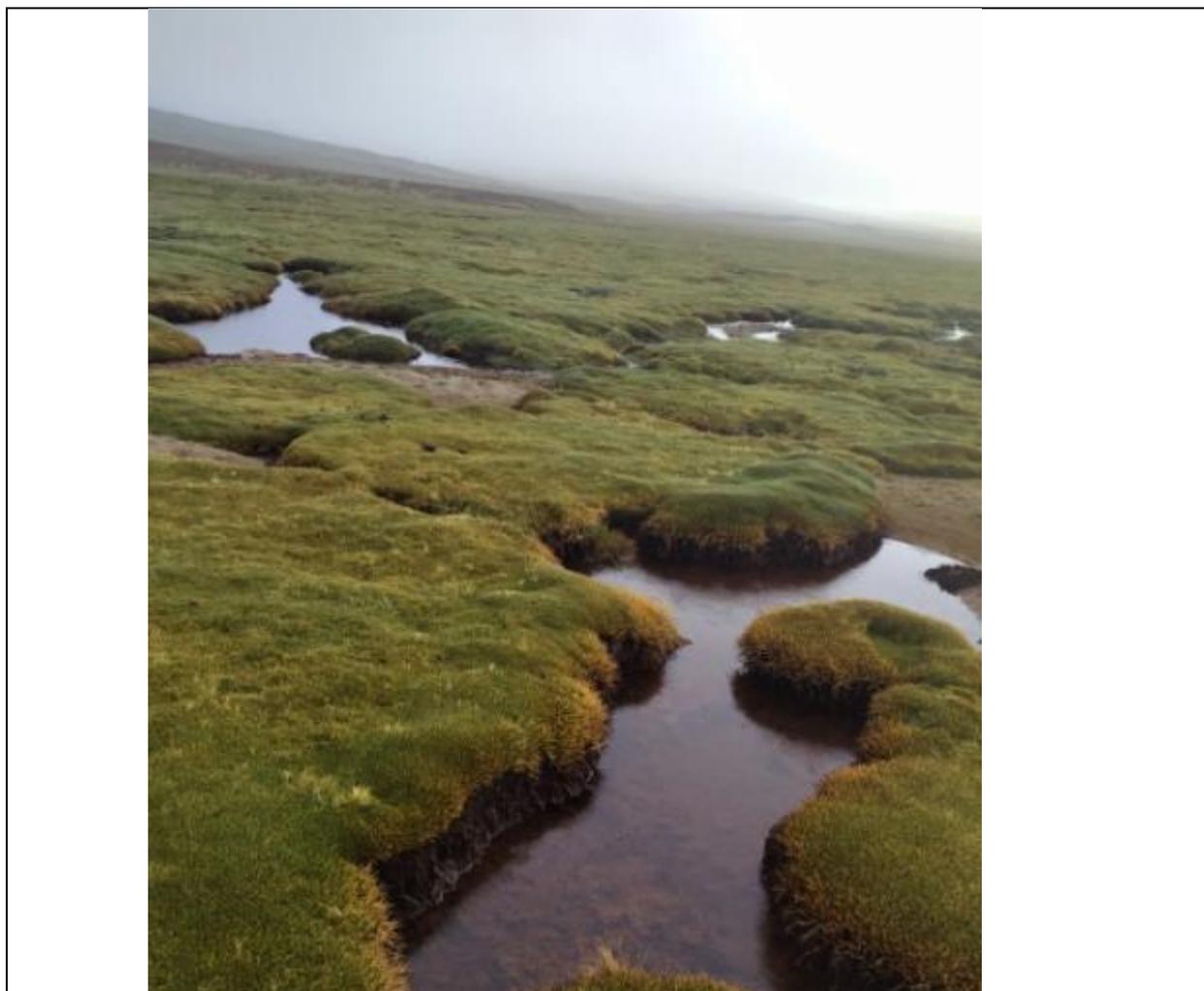
Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355626	Norte: 8150428
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	21/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLBHUA05

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 354879	Norte: 8150125
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	21/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLBCHI01

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este:	Norte:
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	21/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLBCHI07

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349144	Norte: 8151113
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	22/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLCHI01

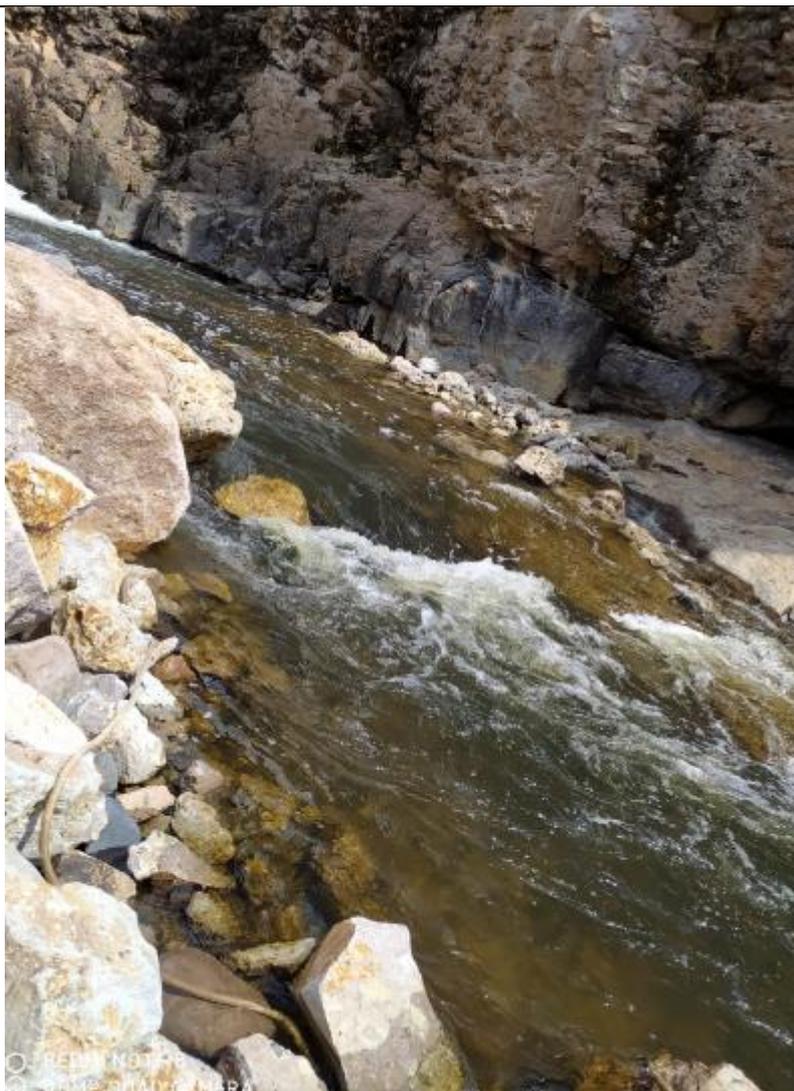
Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349032	Norte: 8151222
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	22/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLBHUA03

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357041	Norte: 8156730
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	22/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLVIZ04

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355116	Norte: 8159234
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	23/10	
Descripción		



1

Estación Hidrobiológica: QLHUA-04

Empresa	ASILORZA	
Nombre del proyecto	Monitoreo ambiental participativo	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 0356061	Norte: 8159325
	Altitud (msnm):	
Fecha de evaluación	23/10	
Descripción		

ANEXO III



RESOLUCIÓN DIRECTORAL

Nº 00347-2020-PRODUCE/DGPCHDI

23/08/2020

VISTOS: El escrito con registro Nº 00121932-2019 de fecha 27 de diciembre del 2019, presentado por la empresa **ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.**; así como los demás documentos relacionados con dicho registro; y,

CONSIDERANDO:

1. Mediante el escrito con registro Nº 00121932-2019 de vistos, la empresa **ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.**, solicitó autorización para efectuar investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera para ejecutar el plan de trabajo denominado: “**Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020**”, presentado en el marco del procedimiento Nº 23 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de la Producción, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 010-2015-PRODUCE, modificado por la Resolución Ministerial Nº 010-2018-PRODUCE;

2. Al respecto, es menester indicar que mediante Decreto Supremo Nº 004-2020-PRODUCE, publicado con fecha 28 de febrero de 2020, se modificó, entre otros, el Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo Nº 012-2001-PE, estableciendo en el numeral 21.6 de su artículo 21, que la colecta de recursos hidrobiológicos para el levantamiento de línea base de estudios ambientales o para monitoreos hidrobiológicos previstos en un instrumento de gestión ambiental, no está sujeta a la obtención de una autorización de investigación pesquera especializada. Asimismo, dicha numeral dispone que por Resolución Ministerial se dictan los lineamientos o medidas complementarias aplicables para la autorización de la referida actividad de colecta;

3. Sobre el particular, cabe precisar que mediante Decreto Supremo Nº 013-2020-PRODUCE, publicado con fecha 1 de agosto de 2020, se aprueban los “**Lineamientos para la autorización de colecta de recursos hidrobiológicos para el levantamiento de línea base de estudios ambientales e instrumentos de gestión ambiental complementarios o para monitoreos hidrobiológicos previstos en dichos documentos**” (en adelante, los Lineamientos), cuya finalidad es regular las condiciones y requisitos de cumplimiento obligatorio para la autorización de la mencionada actividad, en concordancia con la Disposición II de los lineamientos en mención;

4. De acuerdo con el numeral 6.1 de la Disposición VI de los Lineamientos, referido a las “Disposiciones Específicas”, los requisitos para obtener la autorización para realizar la actividad de colecta de recursos hidrobiológicos para el levantamiento de línea base de estudios ambientales y sin uso de embarcación pesquera son los siguientes: **i)** Solicitud de autorización dirigido a la Dirección General de Pesca para Consumo Humano Directo e Indirecto, conforme a lo previsto en el artículo 124 del Texto Único Ordenado (TUO) de la Ley Nº 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 004-2019-JUS; **ii)** Plan de trabajo

Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web:

"<https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/>" e ingresar clave: PPZ4XDQQ

EL PERÚ PRIMERO

elaborado teniendo en consideración el “*Contenido mínimo del plan de trabajo para la colecta de recursos hidrobiológicos para el levantamiento de línea de base de estudios ambientales e instrumentos de gestión ambiental complementarios o para monitoreos hidrobiológicos previstos en dichos documentos*”; y, **iii**) copia del acto administrativo que aprueba el instrumento de gestión ambiental y el informe técnico que sustenta su aprobación, en caso corresponda a monitoreos hidrobiológicos;

5. En cuanto al requisito **i**), referido a la solicitud de autorización dirigido a la Dirección General de Pesca para Consumo Humano Directo e Indirecto, conforme a lo previsto en el artículo 124 del TUO de la Ley N° 27444; cabe señalar que mediante el Formulario DECHDI-017, el cual tiene carácter de declaración jurada, la señora Daniella Gainza Parra en su calidad de apoderada de la administrada¹, ha solicitado la autorización del plan de trabajo citado en el considerando 1 de la presente resolución. Por consiguiente, se ha dado cumplimiento al requisito antes descrito;

6. Con relación al requisito **ii**), respecto a que el plan de trabajo elaborado debe tener en consideración el “*contenido mínimo del plan de trabajo para la colecta de recursos hidrobiológicos para el levantamiento de línea de base de estudios ambientales e instrumentos de gestión ambiental complementarios o para monitoreos hidrobiológicos previstos en dichos documentos*”; debe indicarse que la administrada a través del escrito con registro N° 00121932-2019 de vistos, reformulado a través de los escritos con registros N° 00121932-2019-2 y N° 00062488-2020, presentó el plan de trabajo denominado “**Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020**”, el mismo que cuenta con 33 (treinta y tres) estaciones de muestreo hidrobiológico ubicados en las provincias de Mariscal Nieto y de General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua, a ejecutarse por el periodo de doce (12) meses, el cual se encuentra suscrito por la señora Nataly Torres Chamorro, en su calidad de apoderada de la administrada². De la revisión del mencionado plan, se advierte que el mismo ha sido elaborado en concordancia con lo previsto en dicho “contenido mínimo”, por lo que se colige que se ha dado cumplimiento al presente requisito;

7. Respecto al requisito **iii**), sobre adjuntar copia del acto administrativo que aprueba el instrumento de gestión ambiental y el informe técnico que sustenta su aprobación; se tiene que obra en el expediente la copia de las Resoluciones Directorales N° 140-2010-MEM-AAM, N° 377-2012-MEM-AAM, N° 339-2015-MEM-DGAAM y N° 057-2018-SENACE-PE/DEAR; y, de los Informes N° 389-2010/MEM-AAM/CAG/WAL/CMC y N° 315-2018-SENACE-PE/DEAR, por los cuales se aprueba el instrumento de gestión ambiental del proyecto [y sus modificatorias] y se sustenta dicha aprobación, respectivamente. En ese sentido, se cumple con el referido requisito;

8. De otro lado, cabe señalar que el literal d) del artículo 4 de la Ley del Instituto del Mar del Perú, aprobado por Decreto Legislativo N° 95, establece que corresponde al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) proporcionar al Ministerio de Pesquería (hoy Ministerio de la Producción), las bases científicas para la administración racional de los recursos del mar y aguas continentales.

9. Al respecto, mediante Oficios N° 00000155-2020-PRODUCE/DECHDI y N° 00001110-2020-PRODUCE/DECHDI, se solicitó opinión técnica al IMARPE respecto al plan de trabajo referido en el considerando 1 de la presente resolución y, se remitió a la aludida entidad los documentos de levantamiento de observaciones alcanzados por la administrada, respectivamente. Dicha entidad mediante Oficio N° 648-2020-IMARPE/PE, remitió su opinión técnica en la que concluye: “(…) *El plan de investigación “Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020”, presentado por la empresa ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A., subsanó las observaciones realizadas por Imarpe (...)*”;

¹ Con facultades de representación acreditadas según el Certificado de Vigencia emitido por la Oficina Registral de Lima de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos, cuya copia obra en el expediente.

² Con facultades de representación acreditadas según el Certificado de Vigencia emitido por la Oficina Registral de Lima de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos, cuya copia obra en el expediente.

Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web:

"<https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/>" e ingresar clave: PPZ4XDQQ

10. Por lo antes expuesto, y en atención a la opinión favorable efectuada por el IMARPE a través del Oficio N° 648-2020-IMARPE/PE, se colige que la administrada ha cumplido con los requisitos establecidos en las normas sustantivas del ordenamiento pesquero vigente, por lo que resulta procedente otorgar a su favor la autorización para realizar actividades de colecta de recursos hidrobiológicos conforme al plan de trabajo denominado: “**Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020**”, presentado mediante escrito con registro N° 00121932-2019 de vistos, reformulado a través de los escritos con registros N° 00121932-2019-2 y N° 00062488-2020;

11. Estando a lo informado por la Dirección de Extracción para Consumo Humano Directo e Indirecto a través del Informe Técnico N° 00000092-2020-PRODUCE/DECHDI-Ilaguna; de conformidad con las normas citadas precedentemente; y, en uso de las facultades conferidas por el literal s) del artículo 70 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2017-PRODUCE, modificado por Decreto Supremo N° 009-2017-PRODUCE;

SE RESUELVE

Artículo 1.- Otorgar la autorización para realizar las actividades de colecta de recursos hidrobiológicos conforme al plan de trabajo denominado: “**Monitoreo Biológico del Proyecto Quellaveco - Periodo 2020**”, presentado por la empresa **ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.** mediante escrito con registro N° 00121932-2019 de vistos, reformulado a través de los escritos con registros N° 00121932-2019-2 y N° 00062488-2020, por el periodo de doce (12) meses contados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución Directoral. El plan de trabajo comprende las siguientes circunscripciones territoriales:

N°	PUNTOS DE MONITOREO		UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
	ESTE	NORTE	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
1	351680	8148024	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
2	349144	8151113	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
3	357229	8152274	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
4	357041	8156730	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
5	354879	8150125	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
6	349032	8151222	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
7	349288	8157029	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
8	349114	8158154	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
9	355975	8159194	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
10	355626	8150428	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
11	355452	8154002	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
12	355362	8158369	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
13	348744	8168520	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
14	355116	8159234	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
15	349750	8161304	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
16	342531	8169145	Chojata	General Sánchez Cerro	Moquegua
17	357781	8155481	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
18	357871	8159651	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
19	358681	8154407	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
20	354839	8150070	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
21	347870	8147628	Carumas	Mariscal Nieto	Moquegua
22	330640	8107302	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua

Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web:

"<https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/>" e ingresar clave: PPZ4XDQQ



N°	PUNTOS DE MONITOREO		UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
	ESTE	NORTE	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
23	330516	8107492	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
24	326840	8102473	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
25	310255	8105918	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
26	325103	8110684	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
27	316964	8095954	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
28	319090	8107901	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
29	302070	8102936	Samegua	Mariscal Nieto	Moquegua
30	329834	8107657	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
31	323118	8108112	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
32	304558	8105269	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua
33	308705	8106585	Torata	Mariscal Nieto	Moquegua

Artículo 2.- La empresa **ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.** es responsable de aplicar las medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias del plan de trabajo.

Artículo 3.- En la ejecución del plan de trabajo, la empresa **ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.**, deberá observar estrictamente lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, el cual establece que los derechos otorgados sobre recursos biológicos no otorgan derechos sobre los recursos genéticos.

Artículo 4.- La presente autorización no constituye el otorgamiento de otro derecho a favor del titular del plan de trabajo.

Artículo 5.- Remitir copia de la presente resolución, a la Dirección General de Supervisión, Fiscalización y Sanción del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción; al Instituto del Mar del Perú (IMARPE); así como disponer su publicación en el Portal Institucional del Ministerio de la Producción (www.gob.pe/produce).

Se registra y se comunica.

VERÓNICA CAROLA CABALLERO GONZÁLES
 Directora General
 Dirección General de Pesca para Consumo
 Humano Directo e Indirecto

Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web:
["https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/"](https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/) e ingresar clave: PPZ4XDQQ

EL PERÚ PRIMERO

