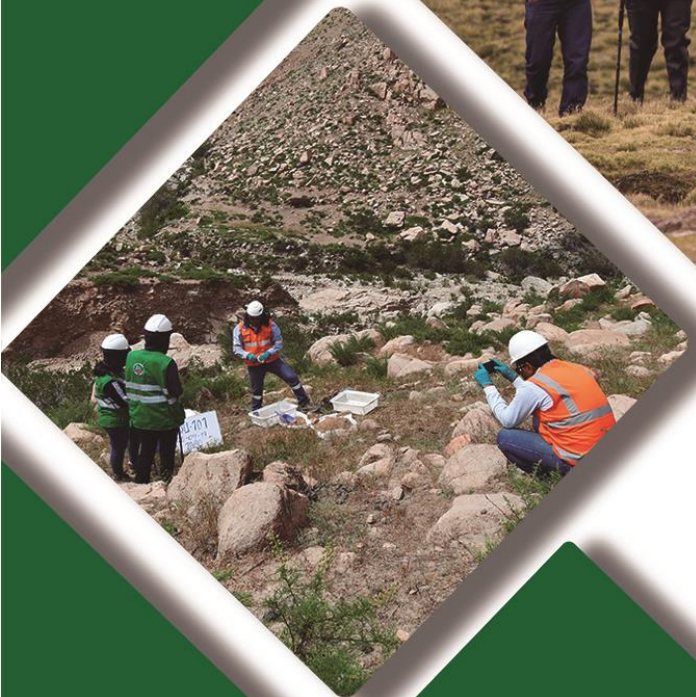
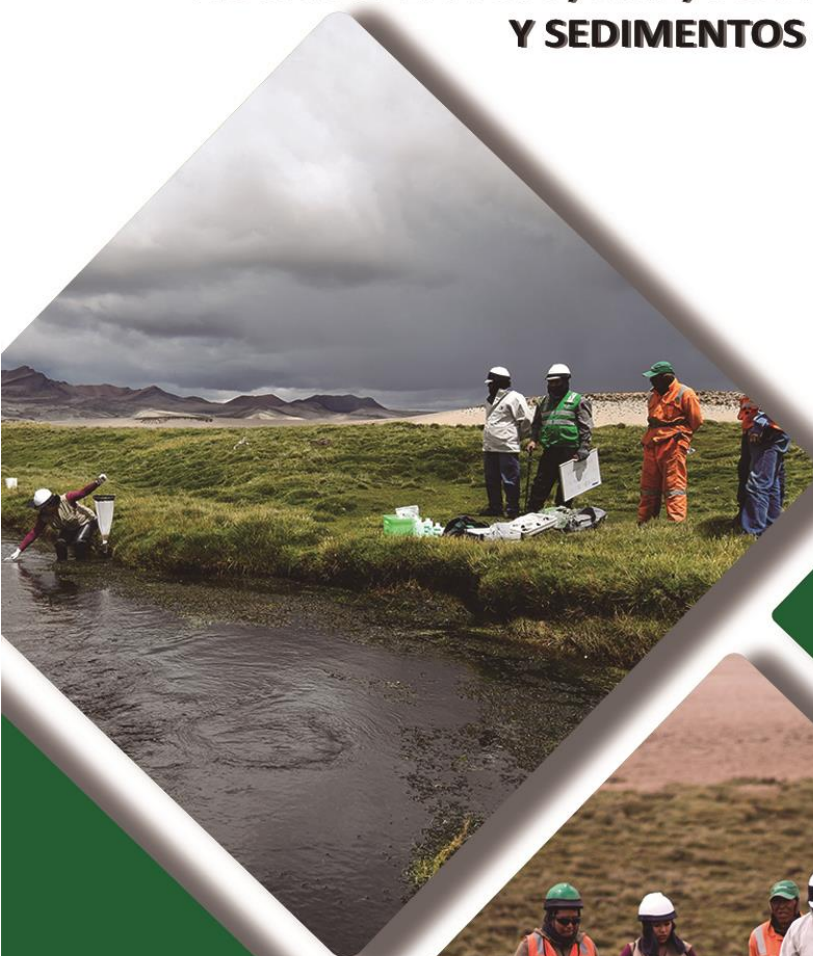


**INFORME DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL
MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO
DEL PROYECTO QUELLAVECO
AGUA SUPERFICIAL, AIRE, SUELO, RUIDO, VIBRACIONES
Y SEDIMENTOS - MAP 7**

ÉPOCA HÚMEDA



Elaborado por:



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza

Agosto, 2019

INDICE

1. GENERALIDADES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	13
4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo	13
4.1.2. Determinación de los Caudales	15
4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	18
4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	28
4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	107
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire	108
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio	109
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	110
5. CONCLUSIONES	138
6. RECOMENDACIONES	144
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144

PRESENTACION DE RESULTADOS DE SEPTIMA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP-7 EPOCA HUMEDA AGUA SUPERFICIAL, AIRE, RUIDO, VIBRACIONES, SUELO Y SEDIMENTOS - ZONA DE ALTA MONTAÑA, ZONA DE OPERACIONES, MOQUEGUA E ILO

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N°7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 7 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP-1

Realizado en diciembre del 2013, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial y subterránea. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 1 sugerido por el Comité (AS-5). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época seca del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en febrero del 2014.

MAP-2

Realizado en Marzo - Abril del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 2 manantiales (El común y el Totoral). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época húmeda en ausencia de lluvias del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en julio del 2014.

¹ “Mesa de Diálogo para analizar la Problemática Minera del Departamento de Moquegua”, el mismo que fue conformado en mérito a lo dispuesto por la Resolución Ministerial Nro. 066-2012-PCM y su modificatoria Resolución Ministerial Nro. 142-2012-PCM. Dicho grupo de trabajo concluyó con veintiséis (26) acuerdos referidos al Proyecto Quellaveco, entre ellos la conformación de un Comité de Monitoreo Participativo quien se encargaría de realizar el monitoreo de agua superficial y agua subterránea desde el Río Ilo hasta el Río Asana.

MAP-3

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época Seca realizado en noviembre – diciembre del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época seca, suelo, aire e hidrobiología, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 puntos de monitoreo de suelo (MQAD-01, MQ7-A, MQAADQ3, MCORALT01 que reemplazo MQ8A y Q5AA, MQ3A, MQ6A); 7 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-HUA-01). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época secas, calidad de aire, calidad de suelo e hidrobiológicos del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

Época Húmeda realizado en abril mayo del 2015, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época húmeda, aire ruido y vibraciones, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 estaciones de monitoreo de ruido y vibraciones (R-5, R-dV01, R-4, R-8, R-10 y R-11). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época seca, calidad de aire época seca, ruido y vibraciones del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

MAP-4

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época seca: Realizado entre el 10 al 13 de setiembre del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones, abastecimiento, Moquegua e Ilo en época seca, así como de la calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7).

Época Húmeda: Realizado entre el 13 al 19 de abril del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones y abastecimiento en época húmeda, calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), Ruido y Vibraciones en 3 estaciones RA-4, RA-5 y RA-7

MAP-5

Realizado en época húmeda y seca.

Época Húmeda: Realizado entre el 15 al 21 de marzo del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época húmeda, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 6 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

Época Seca: Realizado entre el 15 al 21 de setiembre del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época seca, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 09 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (AS-01, ALT-04, P-10, P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 4 estaciones de calidad de aire (KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

MAP-6

Realizado en época seca Octubre del 2018, tuvo como objetivo realizar el monitoreo de la calidad ambiental de agua superficial, aire, ruido, vibraciones, suelo así como el monitoreo Hidrobiológico. Se monitorearon 28 estaciones de monitoreo 11 de alta montaña (PGB-01, VIZ-01, VIZ-02, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-8) y 12 en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, AS-4, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-3, CORT-1, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1) y 1 adicional MQ-3. Se monitoreo 7 estaciones de calidad de aire en la zona de alta montaña, operaciones y centros poblados de Tala, San Antonio, Calientes y Coscore (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10). Se monitorearon 17 estaciones de calidad de suelo

en zonas cercanas a la zona de operación. Se monitorearon 6 estaciones de ruido ambiental ubicados en Moquegua, zona de operaciones y zona de alta montaña (R-4, R-5, R-7B, R-7C, R-10 y R-11).

MAP-7

Realizado en época húmeda Abril del 2019, tuvo como objetivo realizar el monitoreo de la calidad ambiental de agua superficial, aire, ruido, vibraciones, suelo así como el monitoreo Hidrobiológico. Se monitorearon 27 estaciones de monitoreo 11 de alta montaña (PGB-01, VIZ-01, VIZ-02, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-8) y 11 en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-3, CORT-1, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1) y 1 adicional MQ-3. Se monitoreo 6 estaciones de calidad de aire en la zona de alta montaña, operaciones y centros poblados de Tala, San Antonio, Calientes y Coscore (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA10). Se monitorearon 17 estaciones de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operación. Se monitorearon 6 estaciones de ruido ambiental ubicados en Moquegua, zona de operaciones y zona de alta montaña (R-4, R-5, R-7C, R-8, R-10 y R-11).

Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificadorias

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Quellaveco, perteneciente a la empresa Anglo American Quellaveco S.A. (en adelante AAQ SA) fue aprobado el 19 de diciembre del 2000, por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante Resolución Directoral N° 266-2000-EM/DGAA.

El 3 de octubre del 2008, se presentó una primera modificatoria del EIA, con cambios relacionados a la ubicación y tamaño de la planta concentradora y el sistema de abastecimiento de agua para la mina. Esta modificatoria del EIA fue aprobada por el MINEM el 23 de abril del 2010.

El 30 de marzo del 2010 fue presentada una segunda modificatoria del EIA la cual realizaba el cambio de la Ruta de Transporte de Concentrados, Líneas de Transmisión Eléctrica e Instalaciones Portuarias la cual fue aprobada por el MINEM el 14 de noviembre de 2010.

La tercera Modificatoria del EIA aprobada el 2012, presenta la Optimización del Diseño y Operación de la Presa Vizcachas.

La Cuarta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Quellaveco - Ampliación de la Capacidad de la Planta Concentradora, aprobada en agosto del 2015.

MAPs

Desde Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, han trabajado con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza en el diseño, planificación, ejecución y comunicación de los MAPs realizados. En el marco de esta asistencia técnica se desarrolla el presente Informe de resultados

de la sexta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-6) – época seca - Agua superficial en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, calidad de aire, ruido ambiental, vibraciones, suelo, sedimentos, así como de monitoreo hidrobiológico.

Zona de Alta Montaña

La zona de alta montaña está comprendida por la zona donde se instalará un sistema para la captación y abastecimiento de agua para las operaciones del proyecto minero. La infraestructura proyectada del sistema de abastecimiento de agua, consta de una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse en el río Vizcachas, un tanque de regulación en el cerro Pelluta y desde éste, una tubería para el transporte de agua por gravedad hasta la mina.

Zona de Operaciones

La zona de operaciones del proyecto Quellaveco comprende la zona donde se instalarán los componentes de infraestructura tales como el tajo abierto, depósito de desmontes, túnel Asana, chancador primario, planta concentradora y depósito de relaves, se ubican en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. El proyecto minero consiste de una mina de cobre con explotación a tajo abierto, considera la explotación del yacimiento de cobre y el procesamiento para producir concentrado de cobre y su embarque para exportación.

Zona de Moquegua e Ilo

La Zona de Moquegua e Ilo corresponde a la parte baja del valle donde se evalúa la calidad del agua superficial en lugares bajo la influencia de la ciudad de Moquegua, actividades en el valle del río Moquegua y se verifica la calidad del agua que llega a la ciudad de Ilo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Séptima Campaña de MAP-7 época húmeda

2.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo época húmeda.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire época húmeda.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones época húmeda.
- Interpretar los resultados de parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de suelo y sedimentos época húmeda.

3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de alta montaña

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 11 puntos de monitoreo de agua superficial, como se observa en la tabla 01. Los puntos PGB-1, VIZ-1, VIZ-2, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-1, como se observa en la tabla 01.

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP-7 EH

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Descripción
	Este	Norte	
PGB-1	368961	8151191	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande
VIZ-1	350546	8161346	Vizcachas antes de confluencia con río Chilota
VIZ-2	350031	8161637	Río Vizcachas después de la confluencia con el río Chilota
HAS-2	355003	8150122	Quebrada sin nombre en Pampa Huachunta, antes de la descarga de la quebrada Jovinto
HAS-3	359031	8150074	Quebrada Vilaaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalso - embalse Pasto Grande
HUA-20	355553	8158648	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas
QLVIZ-8	359080	8157053	Río Chincune
QLCHR-01	357870	8159562	Río Chincune
CHL-4	349168	8151527	Río Chilota, antes de la confluencia con el río Saltiajahuira
CHL-8	349532	8158316	Río Chilota, aguas abajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya
TIT-1	352482	8170277	Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 16 estaciones de monitoreo de agua superficial (ALT - 04, AS- 01, P-11, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-03, CORT-1, CAP-01, CAP-02), 4 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (13172RTUM1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1) y 1 adicional en el río Moquegua MQ-3, como se observa en la tabla 02. La estación AS-4 no se monitoreo debido al desvío del río Asana hallándose como punto seco.

**Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo
MAP-7 EH**

Estacion	Coordenadas UTM		Descripcion
	Este	Norte	
ALT-4	330645	8107397	Rio Altarani, aguas arriba del proyecto
AS-1	331045	8107820	Aguas arriba del area del proyecto
P-11	329803	8107688	Rio Asana, aguas arriba de la confluencia con el rio Millune.
P-12	321575	8107971	Rio Asana.
P-01	329328	8108128	Rio Millune
P-10	328851	8109515	Quebrada Sarallenne
Q-CH	325307	8111144	Aguas arriba de la bocatoma del canal de irrigacion de la comunidad de Tala, antes del puente de la carretera hacia el proyecto quellaveco
CH-3	321998	8109036	Rio Charaque
CORT-1	318518	8097100	Quebrada Cortadera
CAP-1	326840	8102473	Rio Capillune
CAP-2	313843	8104495	Rio Capillune
13172RTUMI	300020	8100959	Rio Tumilaca, aguas arriba de la toma de captacion Moquegua.
MQ-3	291101	8098064	Rio Moquegua.
13172RMOQUE1	290125	8095445	Rio Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172RMOQUE2	286468	8079914	Rio Moquegua, estacion espejos sector de Rinconada, fin del valle.
13172ROSMO1	266686	8057260	Rio Osmore, estacion el Canuto, bocatoma de captacion dela EPS Ilo.

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 06 estaciones de monitoreo de aire los puntos KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA10 como se observa en la tabla 03. La estación KPA9 no se monitoreo debido a problemas sociales en la zona de muestreo.

Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP-7 EH

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	330218	8107538	Cerro Samanape (Altarani)
KPA4	321194	8109045	Tala, punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves (Cortadera)
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA10	355530	8159651	Vizcachas

Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 06 estaciones de ruido ambiental los puntos R-4, R-5, R-7C, R-8, R-10, R-11, como se observa en la tabla 04. La estación R-7B no se monitoreo debido a problemas sociales de la zona de muestreo.

Tabla 04. Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones del MAP-7 EH

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Corresponde a viviendas en el centro poblado de san Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la carretera panamericana a Moquegua
R-5	225922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca al poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el centro poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota
R-11	356132	8150668	Huachunta

Monitoreo de Calidad de Calidad de Suelo

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 17 estaciones de monitoreo de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operaciones del proyecto, como se observa en la tabla 05.

Tabla 05. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Suelo del MAP-7 EH

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
QU-201	326755	8111354	A 900 km de Quebrada Chararque. carretera a mina norte
QU-11	328307	8110612	Ubicado en mina norte a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	329669	8108452	Ubicado a 250 m de quebrada Millune. arriba del polvín
QU-18	327137	8107187	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina sur. quebrada Quellaveco a 200 m de la carretera
QU-10	328813	8107402	Mina Sur. a 500 m de mirador Barreda
QU-215	325674	8106333	Zona caracoles a 440 m de carretera de acceso a poza C4
QU-169	315372	8104024	A 900 m del poblado Calientes. cerca a carretera al campamento Salviani
QU-28	323766	8107543	Zona Caracoles. a 350 m de poza C4 cercano a antena de alta tension
QU-103	312702	8101946	A 80 m de la carretera a campamento Salviani. cercano a la carretera antigua del poblado calientes.
QU-41	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	318952	8103832	Quebrada Salviani. a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-109	314088		Capillune
QU-165	315276	8097229	Area de operaciones a 2 km del punto QU-109
QU-167	322070	8096421	A 800 m aprox de quebrada los Chalsos. hacia Cortadera.
QU-101	317135	8096407	Quebrada cortadera a 40 m de estacion
QU-32	322720	8106672	Zona Caracoles a 1 km aprox. de la poza C-4
QU-36	321073	8106169	Zona Caracoles a 3 km aprox de la poza C-4

Monitoreo de Sedimentos

En el MAP-7 época húmeda, se monitorearon 19 estaciones de monitoreo de sedimentos en zonas cercanas a la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, como se observa en la tabla 06.

Tabla 06. Estaciones de Monitoreo de Sedimento del MAP-7 EH

Área	Código	Ubicación (UTM WGS84)			Ubicación
		Este	Norte	Altura	
Operaciones, Moquegua e Ilo	13272- MOQUE1*	302070	8102936	1753	Río Moquegua
	TUM-1	304558	8105269	1927	Río Tumilaca
	QL-TUM-01	300020	8100959	1634	Río Tumilaca
	QL-ASA-02	329083	8107952	3641	Río Asana, antes de la entrada al túnel
	QL-ASA-03	321575	8107971	3222	Río Asana, salida del túnel de SPCC
	ALT-4	330645	8107397	3749	Quebrada Altarani
	AS-1	331045	8107820	3801	Río Asana
	CAP-1	325533	8102374	3458	Río Capillune
	CH-3	322007	8109053	3359	Quebrada Charaque
	QL-COR-01	318518	8097100	3035	Quebrada Cortadera
Alta Montaña	QL-VIZ-01	367465	8151581	4575	Río Vizcachas
	QLVIZ-05	349750	8161304	4296	Río Vizcachas
	QLBCHI-06	349288	8157029	4329	Río Chilota
	QLHUA-04	355362	8158369	4365	Quebrada Huachunta
	QLCHR-01	355914	8159292	4406	Quebrada Chincune
	QLBCHI-07	349144	8151113	4367	Humedal Chilota
	QLBHUA-01	357229	8152274	4429	Humedal Huachunta
	QLBHUA-03	357041	8156730	4378	Humedal Huachunta
	QLBHUA-05	354879	8150125	4463	Humedal Huachunta

Desarrollo del monitoreo MAP-7 EH:

El monitoreo de calidad de agua, aire, suelo, ruido ambiental, vibraciones y sedimentos se realizó del 23 de marzo al 07 de abril, donde participaron 93 personas entre representantes locales, representantes institucionales, estudiantes universitarios, comuneros y periodistas, personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB y miembros que pertenecen al Comité del MAP.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de alta montaña del MAP-7 época húmeda, marzo 2019

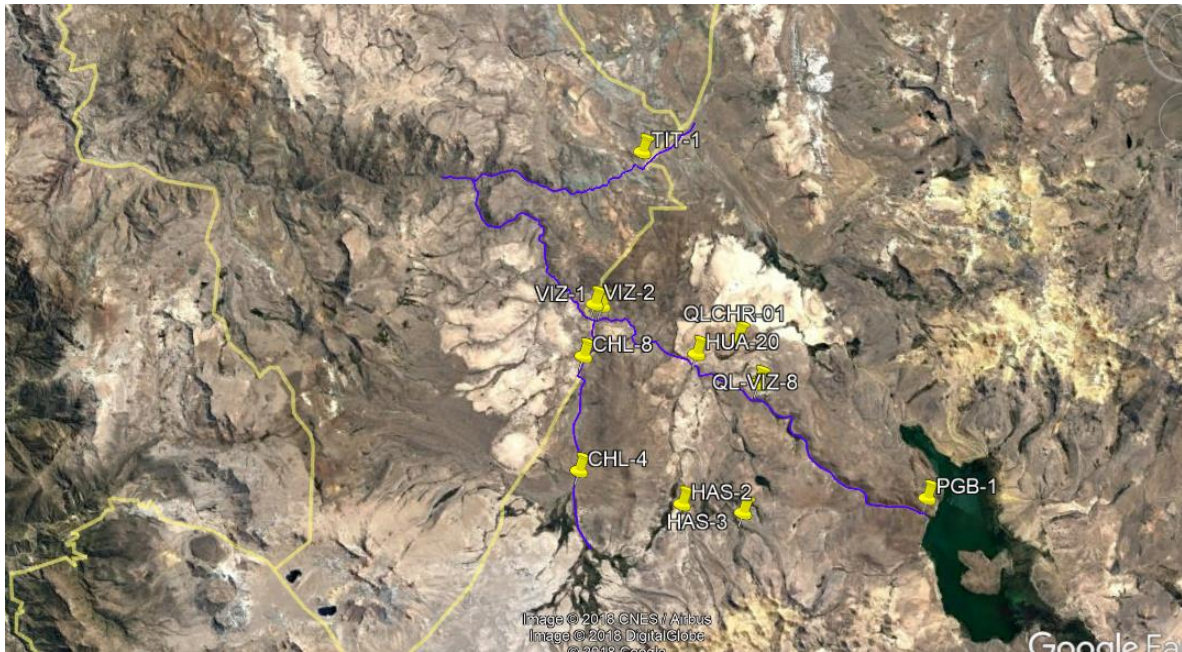
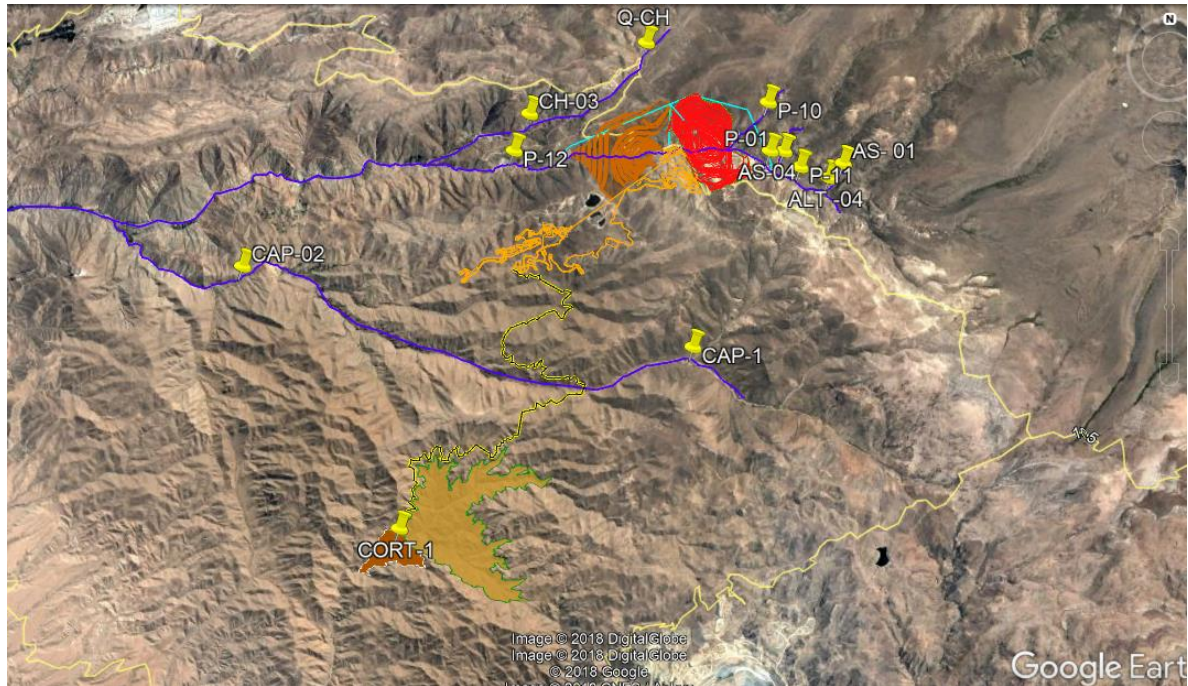


Figura 02. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 época húmeda, marzo 2019



Zona de Operaciones



Moquegua e Ilo

4.1.2. Determinación de los Caudales

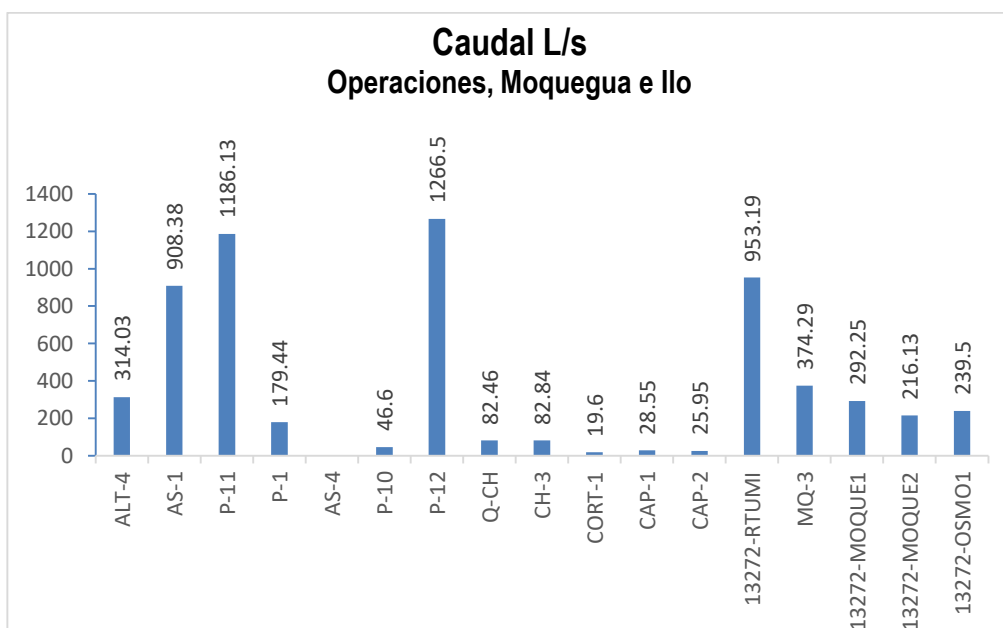
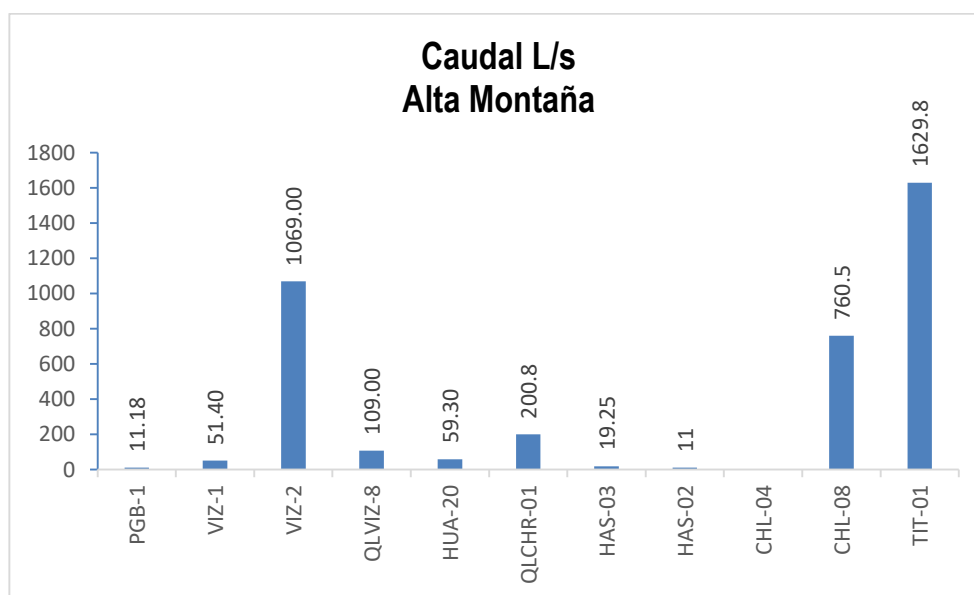


Gráfico 01. Caudales medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

En la cuenca del Vizcachas la estación PGB-1 (11.18 L/s) cercana al embalse de Pasto Grande valores superiores a los obtenidos en los MAPs 3, 4 y 5 (1.6 – 3.375 – 3.4 L/s), estos valores de caudal se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 1069.0 L/s en la estación VIZ-2 y

109.00 L/s en la estación QLVIZ-8 al comparar con los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea base ambiental se observa que estos valores están dentro de los esperados para la época húmeda. En general el caudal está dentro de la línea base ambiental (571-42800 L/s). La influencia del incremento entre la estación VIZ-1 Y VIZ-2 se debe al ingreso de las aguas del río Chilota.

La cuenca del Titire presenta un valor de caudal de 1629.8 L/s en la estación TIT-1 al comparar el resultado con la validación de la línea base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29.3 – 70618 L/s).

La cuenca del Chilota la estación CHL-8 presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 760.5 L/s estación CHL-8, probablemente por el ingreso de aguas de escorrentías. Al comparar los resultados del CHL-8 con la validación de la línea base ambiental se observa que estos valores están dentro de lo esperado para la época húmeda. En general el caudal está dentro de la línea base ambiental (438-5796 L/s).

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 1629.8 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la época húmeda. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29.3 – 70618 L/s).

La cuenca del río Calasaya, las estaciones de monitoreo HAS-2 (11 L/s), HAS-3 (19.25 L/s) y HUA-20 (59.30 L/s) presentan valores de caudal similares a los obtenidos en los MAP-3, 4 y 5 HAS-2 (21.2 – 24.5 -17.6 L/s), HAS-3 (21.7 – 6.0625 – 15.6 L/s) y HUA-20 (86.5 – 36.325 – 292.3) el caudal en la estación HUA-20 (1463.0 L/s).

En la cuenca del río Chincune la estación QLCHR-01 (200.8 L/s) presenta caudal moderado, este será usado como comparación para monitoreos posteriores.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (314.3 L/s) presenta valores similares de caudal con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (169.72 – 1644.75 L/s) corresponde a época húmeda. La cuenca del río Asana en la estación AS-1 (908.38 L/s) presenta valores que se encuentran dentro de la línea base (211 – 2186.3 L/s). Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-11 (1186.13 L/s), con la línea de base ambiental se observa un valor dentro de lo esperado (321.9 – 9014.8 L/s) el valor sugiere época húmeda. La estación AS-04 presenta río seco por desvío de dique hacia el túnel. El caudal en la estación P-12 (1266.5 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (463 – 4380.5 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Millune estación P-01 (179.44 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (43.92 – 751.5 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Sarallenque estación P-10 (46.6 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (6.0 – 165.1 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 82.84 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (17,6 – 5968 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo. La estación Q-CH presento un caudal de 82.46 L/s similar a lo obtenido para CH-3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presento un caudal de 19.6 L/s que será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 25.95 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (3.8 – 1330 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo. La estación CAP-1 presenta un caudal de 28.55 L/s que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (3 – 1330 L/s), el valor sugiere época húmeda en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Tumilaca en la estación 13172RTumi1 (953.19 L/s) supera a los obtenidos en el MAP 1,2, 4 y 5 (261.2 – 707.8 L/s) corresponde a época húmeda.

El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (292.25 L/s) después de la captación de agua por la EPS es menor a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (1560 – 919.9 L/s) corresponde a época húmeda. El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (216.13 L/s) es menor a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (185.5 – 699.6 L/s) corresponde a época húmeda. El caudal en la estación MQ-3 fue de 347.29 L/s este valor será referencial para monitoreos posteriores.

El caudal del río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (239.5 L/s) es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (143.3 – 983 L/s) corresponde a época húmeda.

4.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte I

Fecha de Muestreo			08/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			10:30:00	09:15:00	09:45:00	13:15:00	13:10:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	
Método de Análisis	LD	Unidad						
002 ENSAYOS EN CAMPO								
Caudal (Campo)*	---	L/s	11.18	51.40	1069.00	109.00	59.30	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	433.00	123.70	152.90	151.30	147.20	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	7.22	7.57	7.62	6.98	5.54	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.32	8.33	8.19	8.10	7.53	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	16.60	12.00	10.70	18.20	20.00	---
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	4	33,9	37,3	18,9	25,7	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	4	33,9	37,3	29,5	25,7	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO ₃ /L	4,9	41,4	45,5	23,1	31,3	518
Carbonato	0,6	mg CO ₃ -2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	6,3	< 0,6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	85,7	31,3	37,6	27,4	39,7	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0,006	mg/L	0,64	28,56	34,186	25,964	28,442	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	261	93	101	130	123	---
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	3	3	7	< 2	6	---
Parámetros Inorgánicos No Metales								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	< 0,005	0,009	0,025	< 0,005	< 0,005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0,033	0,062	0,077	0,034	0,047	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Nitrogeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	0,061	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,045	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones								
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	44,63	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	< 0,001	4,243	11,49	9,423	3,217	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0,219	0,123	0,136	0,147	0,166	1
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0,096	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO ₂ -N/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	10
Sulfatos. SO ₄ -2	0,015	mg SO ₄ -2/L	107,2	19,58	17,33	24,26	35,79	1000
Parámetros Orgánicos								
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	6	9	7	6	12	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0,004	< 0,002	< 0,002	0,053	< 0,002	0,2
015 Ensayos Microbiológicos								
Coliformes Fecales	18	NMP/100mL	46	22	79	79	330	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	490	470	1700	130	490	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte I

Fecha de Muestreo			08/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017- MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			10:30:00	09:15:00	09:45:00	13:15:00	13:10:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	PGB-1	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	HUA-20	
Método de Análisis	LD	Unidad						
Metales								
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.333	0.096	0.159	0.035	0.298	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	0.0007	< 0.00004	< 0.00004	0,1
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.0027	0.00581	0.05673	0.00774	0.00324	---
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0295	0.0244	0.0202	0.0103	0.0229	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.85	0.117	0.192	0.217	0.115	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	0.00065	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	21.42	8.06	10.19	6.88	9.88	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	0.00632	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00077	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.00171	0.00138	0.00165	0.00117	0.00305	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.2022	0.072	0.119	0.0715	0.0931	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	< 0.015	0.02	0.032	< 0.015	< 0.015	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.1908	0.3283	0.5477	0.1416	0.7919	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.208	0.0143	0.0226	0.0433	0.0045	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	6.379	2.608	2.729	2.422	3.526	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.9129	0.01924	0.02941	0.00676	0.08459	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0.00077	0.00108	0.00127	0.00085	0.00056	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	0.0073	0.0006	0.0005	0.0007	0.0019	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	10.2	3.9	3.9	4.9	5.33	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	17.2	16.4	19.3	16.4	20.8	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	34.19	11.31	15.45	16.66	11.46	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0014	< 0.0002	0.0071	< 0.0002	0.0059	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0018	0.0029	0.0014	0.0027	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0.056	0.0131	0.0144	0.0173	0.0232	2
Otros								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte II

Fecha de Muestreo			07/04/2019	08/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			12:40:00	09:30:00	11:00:00	08:45:00	11:00:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	
Método de Análisis	LD	Unidad						
002 ENSAYOS EN CAMPO								
Caudal (Campo)*	---	L/s	200.8	19.25	11	760.5	1629.8	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	104.8	85	102.9	172.9	2810	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.72	7.55	6.75	8.25	6.17	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.88	7.4	8.5	8.46	4.4	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	17.1	8.6	9.5	9.5	17.1	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS								
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	15.6	13.2	10.6	41	< 1.0	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	24.9	13.2	10.6	41	< 1.0	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	19.1	16.2	12.9	50	< 1.2	518
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	5.5	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	28.2	20.1	30.3	40.1	252.9	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	30.665	0.638	37.962	43.706	38.906	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	84	66	86	140	2600	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	2	5	< 2	2	60	---
Parametros Inorganicos No Metalicos								
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.039	0.018	0.081	0.038	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.156	0.038	0.124	0.083	0.408	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.009	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.016	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.009	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0.006	0.017	< 0.006	< 0.006	1.82	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones								
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	2.515	0.399	0.542	16.82	529.3	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.106	0.095	0.087	0.145	0.664	1
Nitritos. (como N)	0,003	mg/L	< 0.003	< 0.003	0.035	< 0.003	0.138	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	21.47	17.62	31.44	15.78	522.3	1000
PARAMETROS ORGANICOS								
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	< 2	13	< 2	5	6	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0.024	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,2
015 Ensayos Microbiologicos								
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	4	11	7.8	49	< 1.8	1000
Coliformes Totales	18	NMP/100mL	110	1100	130	3500	< 1.8	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Alta Montaña Parte II

Fecha de Muestreo			07/04/2019	08/04/2019	07/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	DS N°004-2017- MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			12:40:00	09:30:00	11:00:00	08:45:00	11:00:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	QLCHR-01	HAS-03	HAS-02	CHL-08	TIT-01	
Método de Análisis	LD	Unidad						
Metales								
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS								
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0,048	0,067	0,017	0,06	38.44	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00123	0,00125	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0,00571	0,00086	0,00872	0,08468	0.24972	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0001	0,0136	0,0167	0,0121	0,0377	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00137	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0,072	0,051	0,02	0,234	6.023	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0.01685	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	6,6	5,18	7,5	10,99	70,98	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0.11714	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0,0004	0,00077	< 0,00003	0,00133	1.753	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0062	0,1
Estañio (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0,0591	0,0512	0,0689	0,1413	1,475	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	0,048	0,037	0,091	0,034	0,241	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0,3633	0,7714	0,1151	0,5546	28.79	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0,0041	0,0013	0,0014	0,0272	1,196	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	2,376	0,01549	2,379	2,718	16,42	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0,01575	< 0,00002	0,00374	0,03107	2.008	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0,00108	< 0,00002	< 0,00002	0,00149	0,00274	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,091	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0009	0,05
Polasio (K)	0,04	mg/L	3,23	2,73	3,52	3,64	22,93	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	21,9	18,1	25,4	20,6	19,9	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	8,354	4,971	5,479	17,78	367,6	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,0023	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0,0013	0,0031	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,002849	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0,0012	0,0024	0,005	0,0029	0,0063	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0,0135	0,013	0,0131	< 0,0100	1,354	2
Otros								
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte I

Fecha de Muestreo			30/03/2019	30/03/2019	29/03/2019	29/03/2019	
Hora de Muestreo			11:25:00	10:35:00	11:30:00	12:40:00	
Estacion de Muestreo			ALT-4	AS-1	P-11	P-1	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Método de Análisis	LD	Unidad					
002 ENSAYOS EN CAMPO							
Caudal (Campo)*	---	L/s	314.03	908.38	1186.13	179.44	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	57.3	154.8	132.9	413	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.82	7.55	7.39	7.11	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.32	7.75	7.89	4.42	6,5 - 8,5
Temperatura (Campo)	---	°C	13.6	12.1	12	13.2	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	22.4	22.4	22	< 1.0	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	22.4	22.4	22	< 1.0	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	27.4	27.4	26.8	< 1.2	518
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	16.4	56.7	47.2	115	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	23.308	27.36	27.852	47.718	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	50	121	94	388	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	10	5	5	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos							
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.008	< 0.005	0.006	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.015	0.025	0.029	0.05	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0.006	< 0.006	0.071	0.075	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA - Aniones							
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	0.736	0.802	0.863	1.031	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.061	0.132	0.104	0.468	1
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0.007	< 0.003	< 0.003	0.108	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	6.186	46.51	36.8	192.5	1000
PARAMETROS ORGANICOS							
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	3	2	7	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,2
015 Ensayos Microbiológicos							
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	< 1.8	13	< 1.8	< 1.8	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	140	390	3500	13	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte I

Fecha de Muestreo			30/03/2019	30/03/2019	29/03/2019	29/03/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			11:25:00	10:35:00	11:30:00	12:40:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	ALT-4	AS-1	P-11	P-1	
Método de Análisis	LD	Unidad					
Metales							
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS							
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.041	0.368	0.264	13.25	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0.0009	0.00095	0.0009	< 0.00003	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.008	0.0141	0.0116	0.033	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0.00055	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.018	0.026	0.024	0.03	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	4.51	16.39	13.12	30.91	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0.00001	0.00092	0.00061	0.00415	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0.00106	0.00199	0.00144	0.00778	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0.0382	0.1169	0.0981	0.3479	---
Fósforo (P)	0,015	mg/L	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0.1495	0.6831	0.4333	0.5114	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0.0001	0.0016	0.0011	0.0035	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	0.889	3.463	2.678	6.894	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0.004	0.06574	0.04561	0.41525	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	0.00027	< 0.00002	---
Níquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	0.0018	0.0014	0.0051	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	1.78	1.95	1.9	3.11	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	13.7	15.9	16	28	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	3.825	6.032	5.72	9.881	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0.0014	0.0016	0.0018	0.0047	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0039	0.0015	0.0024	< 0.0001	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	< 0.0100	< 0.0100	0.016	0.0453	2
Otros							
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte II

Fecha de Muestreo			29/03/2019	01/04/2019	01/04/2019	01/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			13:50:00	12:10:00	14:30:00	13:30:00	10:15:00	12:30:00	
Estacion de Muestreo			P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
002 ENSAYOS EN CAMPO									
Caudal (Campo)*	---	L/s	46.6	1266.5	82.46	82.84	19.6	28.55	---
Conductividad (Campo)	---	uS/cm	48.8	166.8	73.9	106.4	1015	99.8	2500
Oxígeno Disuelto (Campo)	---	mg/L	6.9	7.47	6.73	6.82	6.3	6.16	---
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.01	7.37	7.72	8.1	8.28	7.78	6.5 - 8.5
Temperatura (Campo)	---	°C	12.5	14.4	15.1	16.3	20.7	20.3	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS									
Alcalinidad Bicarbonato	1.0	mg CaCO ₃ /L	17.8	8.4	22.2	25.1	111.3	27.9	---
Alcalinidad Total	1.0	mg CaCO ₃ /L	17.8	8.4	22.2	25.1	111.3	27.9	---
Bicarbonato	1.2	mg HCO ₃ /L	21.7	10.2	27.1	30.6	135.8	34.1	518
Carbonato	0.6	mg CO ₃ -2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1.0	mg CaCO ₃ /L	13.9	57.9	20.7	27.5	318.3	30.4	---
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	0.006	mg/L	27.164	28.737	25.708	27.006	25.885	18.234	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	36	89	60	76	637	81	---
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	38	21	3	< 2	89	< 2	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos									
Fósforo Reactivo Disuelto*	0.005	mg/L	< 0.005	0.065	< 0.005	0.109	0.065	0.066	---
Fósforo Total	0.012	mg P/L	0.03	0.028	0.034	0.054	0.229	0.083	---
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---
Cianuro Total	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cianuro Wad	0.001	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002
Nitrogeno amoniacal	0.006	mg NH ₃ -N/L	0.073	0.031	0.025	0.027	< 0.006	< 0.006	---
Sulfuros	0.0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - Aniones									
Bromuro. Br-	0.001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0.020	mg/L	0.96	1.023	1.291	2.176	123.1	2.514	500
Fluoruros. F-	0.002	mg/L	0.059	0.148	0.069	0.085	1.303	0.093	1
Nitritos. (como N)	0.003	mg/L	0.032	0.017	0.009	< 0.003	0.834	0.016	---
Nitritos. (como N)	0.001	mg NO ₂ -N/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos. SO ₄ -2	0.015	mg SO ₄ -2/L	4.386	60.39	12.39	16.92	187.5	15.52	1000
PARAMETROS ORGANICOS									
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1.4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	3	4	7	5	< 2	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0.002	mg/L	< 0.002	< 0.002	0.013	< 0.002	0.053	0.021	0.2
015 Ensayos Microbiológicos									
Coliformes Fecales	1.8	NMP/100mL	7.8	2	7.8	2	12	6.8	1000
Coliformes Totales	1.8	NMP/100mL	1100	280	220	220	22000	170	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte II

Fecha de Muestreo			29/03/2019	01/04/2019	01/04/2019	01/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			13:50:00	12:10:00	14:30:00	13:30:00	10:15:00	12:30:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	CORT-1	CAP-1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
Metales									
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0.671	2.333	0.069	0.066	2.278	0.029	5
Antimonio (Sb)	0.00004	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	0.00061	< 0.00004	---
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	0.00096	0.00095	0.00086	0.00102	0.01512	0.00119	0,1
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	0.0205	0.0185	0.0172	0.0208	0.0599	0.0255	0,7
Berilio (Be)	0.00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,1
Bismuto (Bi)	0.00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	0.025	0.037	0.031	0.042	1.241	0,041	1
Cadmio (Cd)	0.00001	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0,01
Calcio (Ca)	0.10	mg/L	3.2	15.84	4.99	6.35	91.38	7.66	---
Cobalto (Co)	0.00001	mg/L	< 0.00001	0.00127	< 0.00001	< 0.00001	0.00148	< 0.00001	0,05
Cobre (Cu)	0.00003	mg/L	0.00477	0.00507	0.00234	0.00313	0.01063	0.00182	0,2
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0013	< 0.0001	0,1
Estaño (Sn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	---
Estroncio (Sr)	0.0002	mg/L	0.0434	0.1437	0.0612	0.0719	0.4601	0.0712	---
Fósforo (P)	0.015	mg/L	0.043	0.032	< 0.015	< 0.015	0.203	0.031	---
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	0.3434	0.4591	0.0333	0.021	2.321	0.0083	5
Litio (Li)	0.0001	mg/L	< 0.0001	0.0019	< 0.0001	< 0.0001	0.1289	< 0.0001	2,5
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	1.153	3.599	1.753	2.238	14.03	2.230	---
Manganeso (Mn)	0.00003	mg/L	0.02091	0.10879	0.00193	0.00244	0.22148	0.00319	0,2
Mercurio (Hg)	0.00003	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0.00002	mg/L	0.00036	0.00055	0.00064	0.00084	0.01337	0.00091	---
Níquel (Ni)	0.0002	mg/L	< 0.0002	0.002	< 0.0002	< 0.0002	0.0014	< 0.0002	0,2
Plata (Ag)	0.000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	---
Plomo (Pb)	0,00002	mg/L	0.0006	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0052	< 0.0002	0,05
Potasio (K)	0.04	mg/L	2.54	2.39	2.68	3.3	6.01	2.64	---
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.0009	< 0.0004	0,02
Silicio (Si)	0.2	mg/L	16.9	18.2	15	15.2	19.6	10.8	---
Sodio (Na)	0.006	mg/L	3.384	7.073	4.622	5.459	78.28	5.450	---
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	---
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	0.0249	0.0058	0.0016	0.0015	0.0774	< 0.0002	---
Uranio (U)	0.000003	mg/L	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.003604	< 0.000003	---
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	0.0044	0.0024	0.0035	0.0037	0.0089	0.0019	---
Zinc (Zn)	0.0100	mg/L	0.0201	0.0226	< 0.0100	< 0.0100	0.0329	0.0132	2
Otros									
Fosfatos (como P)	0.020	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	0.027	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte III

Fecha de Muestreo			04/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Hora de Muestreo			10:00:00	08:30:00	09:40:00	10:25:00	11:40:00	14:20:00	
Estacion de Muestreo			CAP-2	13272-RTUMI	MQ-3	13272-MOQUE1	13272-MOQUE2	13272-OSMO1	
Método de Análisis	LD	Unidad							
002 ENSAYOS EN CAMPO									
Caudal	---	L/s	25.95	953.19	374.29	292.25	216.13	239.5	---
Conductividad	---	uS/cm	1219	368	1038	1177	2670	2420	2500
Oxígeno Disuelto	---	mg/L	6.5	8.12	7.67	8.03	10.7	7.48	---
pH (campo)	---	Unidades pH	8.15	8.34	8.3	8.28	8.45	8.33	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	20.4	17.6	23.4	26.3	29.6	29.4	---
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS									
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	108.5	79.2	219.6	215.2	241.1	165	---
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	108.5	79.2	219.6	215.2	241.1	165	---
Bicarbonato	1,2	mg HCO3/L	132.3	96.6	267.9	262.5	294.2	201.3	518
Carbonato	0,6	mg CO3-2/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	272.1	139.6	390.1	368.6	895.3	737.2	---
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	mg/L	19.571	33.399	45.869	40.047	29.111	23.8	---
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	761	244	720	814	1830	1780	---
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	2	49	31	13	16	< 2	---
Parámetros Inorgánicos No Metálicos									
Fósforo Reactivo Disuelto*	0,005	mg/L	0.108	0.022	< 0.005	0.074	0.146	< 0.005	---
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.19	0.13	0.089	0.142	0.34	0.111	---
Cianuro Libre	0,0006	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,002
Nitrogeno amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	0.019	0.032	0.04	0.068	0.089	0.045	---
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones									
Bromuro. Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	0.084	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---
Cloruros. Cl-	0,020	mg/L	208.2	19.08	84.69	119.1	428.2	453.2	500
Fluoruros. F-	0,002	mg/L	0.859	0.245	0.398	0.39	0.4	0.322	1
Nitratos. (como N)	0,003	mg/L	0.031	0.12	1.539	1.24	1.555	< 0.003	---
Nitritos. (como N)	0,001	mg NO2-N/L	< 0.001	< 0.001	0.013	0.027	0.202	< 0.001	10
Sulfatos. SO4-2	0,015	mg SO4-2/L	175	70.69	192.1	223.1	541.1	461.5	1000
PARAMETROS ORGÁNICOS									
Acéites y Grasas	1,0	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Material extraíble en Hexano*	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	5	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	12	5	4	8	25	22	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg/L	0.086	0.022	0.023	< 0.002	0.082	0.027	0,2
015 Ensayos Microbiológicos									
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	13	280	1100	700	220	33	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	1700	13000	17000	13000	11000	54000	---

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte III

Fecha de Muestreo			04/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	31/03/2019	
Hora de Muestreo			10:00:00	08:30:00	09:40:00	10:25:00	11:40:00	14:20:00	
Tipo de Muestra		Estacion de muestreo	CAP-2	13272-RTUMI	MQ-3	13272-MOQUE1	13272-MOQUE2	13272-OSMO1	DS N°004-2017-MINAM Categoría 3 - D1 Agua para riego no restringido
Método de Análisis	LD	Unidad							
Metales									
Cromo Hexavalente	0,0002	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	---
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES ICP MS									
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	0,078	0,953	0,761	0,254	0,099	0,022	5
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	---
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0,02892	0,00725	0,01121	0,01477	0,01411	0,01537	0,1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0841	0,0434	0,1088	0,1016	0,1141	0,1031	0,7
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,1
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Boro (B)	0,002	mg/L	2,526	0,31	1,095	0,866	1,499	1,504	1
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,01
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	82,53	43,41	117,7	117,8	262,2	203,3	---
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	0,00033	0,00065	0,00066	0,0004	0,00051	< 0,00001	0,05
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	0,00488	0,00682	0,00599	0,0041	0,00344	0,00179	0,2
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,1
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	---
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	0,6535	0,2644	0,9467	0,9583	2,223	1,892	---
Fosforo (P)	0,015	mg/L	0,188	0,135	0,087	0,152	0,328	0,099	---
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	0,2088	0,8061	0,564	0,2284	0,3856	0,2638	5
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0,2386	0,0145	0,0844	0,0725	0,0855	0,0739	2,5
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	10,86	6,17	13,68	14,95	38,98	37,28	---
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	0,8405	0,2965	0,35702	0,47964	0,5358	0,48063	0,2
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	0,01057	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,001
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	0,0079	0,00362	0,00258	0,00559	0,00755	0,00638	---
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	0,0005	0,0011	0,0007	0,0006	0,0007	0,0005	0,2
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	---
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,0006	0,0008	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,05
Potasio (K)	0,04	mg/L	6,06	3,97	6,66	7,51	12,75	13,43	---
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0043	< 0,0004	0,02
Silicio (Si)	0,2	mg/L	15	18,4	27	25,9	19,3	13,3	---
Sodio (Na)	0,006	mg/L	140,3	21,04	82,15	98,8	242,8	232,1	---
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	---
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	0,0024	0,0211	0,0223	0,0069	0,0031	< 0,0002	---
Uranio (U)	0,000003	mg/L	0,001637	0,001014	0,004626	0,004969	0,013473	0,006166	---
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0,0027	0,0038	0,0095	0,0081	0,0066	0,002	---
Zinc (Zn)	0,0100	mg/L	0,0213	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	2
Otros									
Fosfatos (como P)	0,020	mg/L	< 0,020	0,059	< 0,020	0,076	< 0,020	< 0,020	---

No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

4.1.4.1. Temperatura

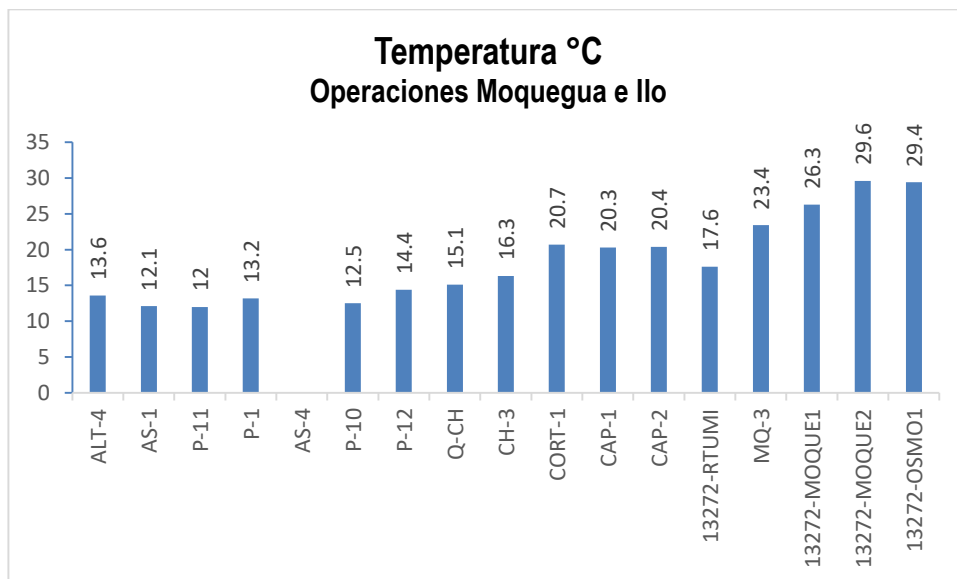
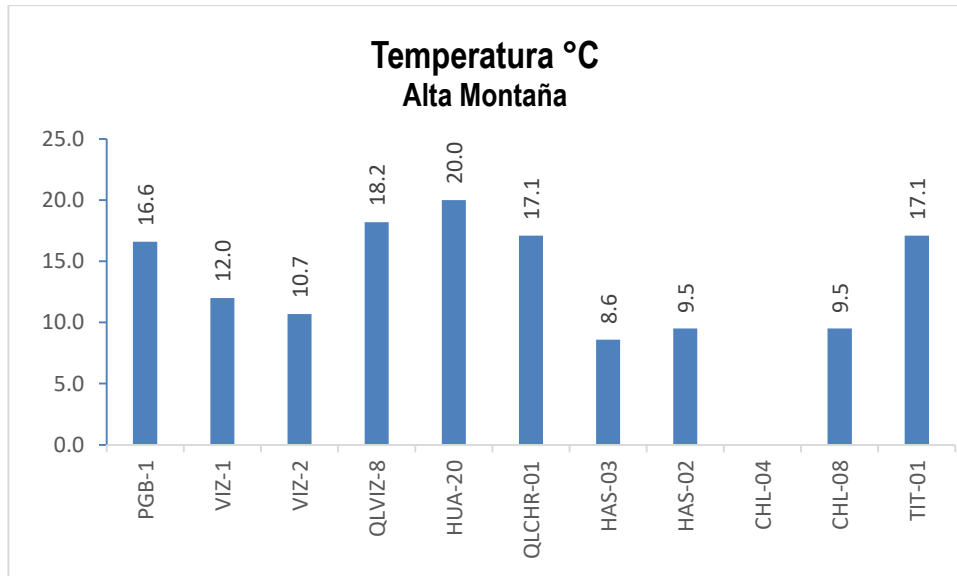


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Nuestro Estándar Nacional de Calidad de Agua no fija un valor para este parámetro, este parámetro depende de la altura, la hora de muestreo, de las condiciones del tiempo, estación del año, entre otros. Se recomienda monitorear la temperatura como parámetro referencial, que permite explicar el comportamiento de otros parámetros.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas en las estaciones PGB-1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2 presentan temperaturas bajas que oscilan entre 110.7 a 18.2 °C, característicos de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire tiene un valor de 17.1 °C debido a la hora de toma de muestra, se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura. El valor de temperatura se encuentra en lo esperado por la línea de base ambiental (5.72 y 33.23 °C).

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas bajas 9.5 °C. El valor de temperatura en el CHL-8 se encuentra en la esperado por la línea de base ambiental (2.7 y 23.13 °C).

En el río Chincune, QLCHR-01, río Calasaya HUA-20, quebrada Vilaje HAS-3 y Pampa Huachunta HAS-2 los valores de temperatura oscilan entre 8.6 y 20 °C, propios de la altura.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (13.6 °C) presenta valores similares de temperatura con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (5.1 – 24.7 °C) corresponde a época húmeda.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo cercanas a la zona de operaciones AS-01, P-11, P-12 estuvo entre 12 °C y 14.4. Estos valores son los esperados para estas estaciones de monitoreo comparados con los de la Línea de Base Ambiental validados AS-01 (1.4 – 23.7 °C) P-11 (4.95 – 25.4 °C), P-12 (2.3 – 22.9).

La temperatura del agua en la quebrada Millune estación P-01 (13.2 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.45 – 25.2 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del agua en la quebrada Sarallenque estación P-10 (17.7 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.93 – 25.4 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del agua en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de 16.3°C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (5.8 – 21.9 °C), el valor sugiere época húmeda. La estación Q-CH presento una temperatura 12 °C similar a lo obtenido para CH-3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presento una temperatura de 20.7 °C que será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta una temperatura de 20.4 °C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (8.9 – 24.19 °C), el valor sugiere época húmeda. La estación CAP-1 presenta una temperatura de 20.3 °C que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (6.8 – 23.7 °C), el valor sugiere época húmeda.

La temperatura del río Tumulaca en la estación 13172RTumi1 (17.6 °C) está dentro del rango obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (15.6 – 19.9 °C) corresponde a época húmeda.

La temperatura del agua en el río Moquegua en la estación 13172RMoqu1 (26.3 °C) después de la captación de agua por la EPS está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (18.6 – 22.4 °C) corresponde a época húmeda. La temperatura del agua del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (29.6 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4 y 5 (23.3 – 26 °C) corresponde a época húmeda. La temperatura en la estación MQ-3 fue de 23.4 °C este valor será referencial para monitoreos posteriores.

La temperatura del agua en el río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (29.4 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1,2, 4 y 5 (21.2 – 27.2 °C) corresponde a época húmeda.

4.1.4.2. Oxígeno Disuelto

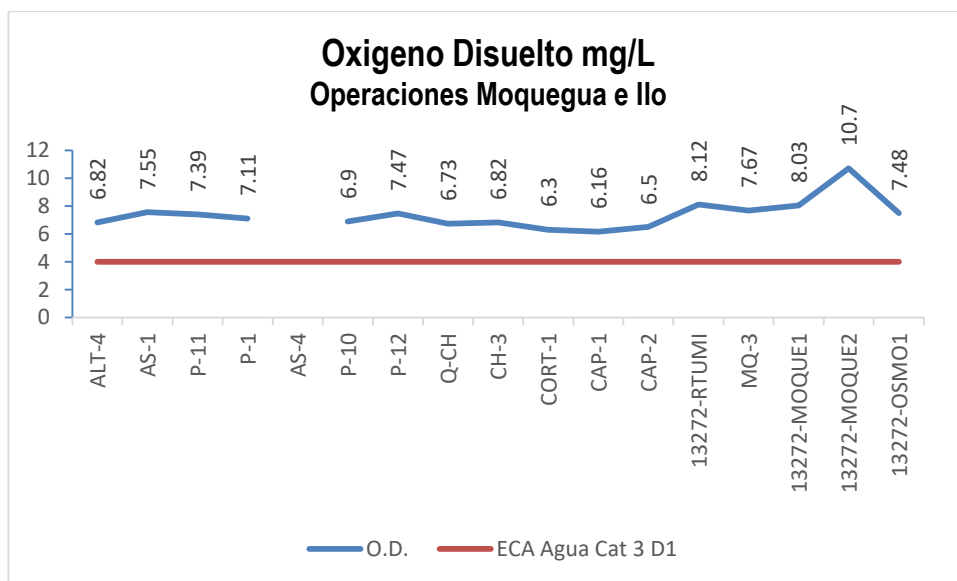
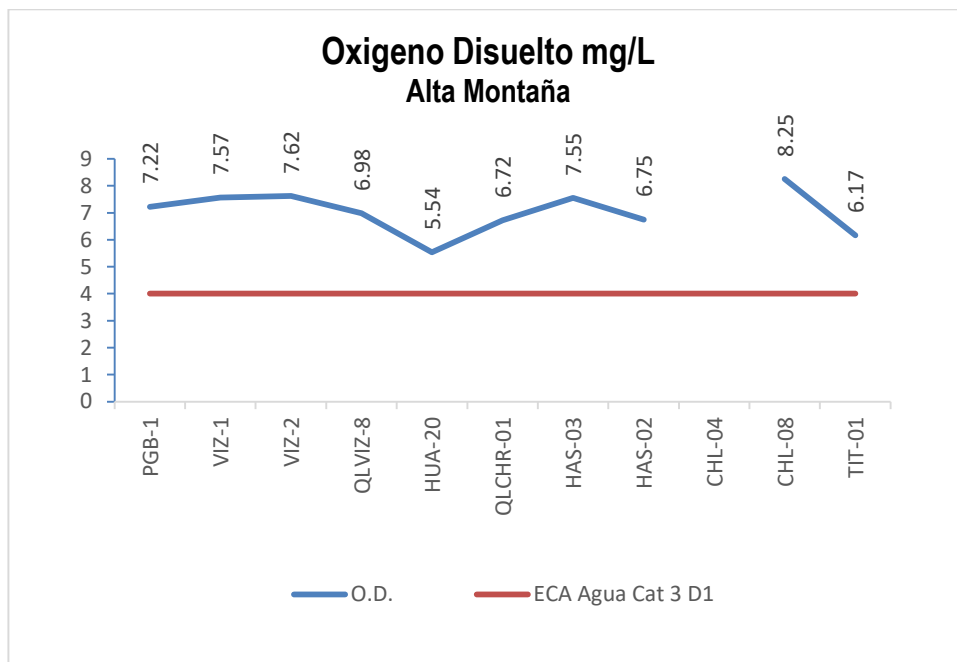


Gráfico 03. Variación espacial del oxígeno disuelto de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El contenido de oxígeno disuelto en el agua es un parámetro importante para el mantenimiento de la vida acuática, los peces no pueden habitar en cuerpos de agua con menos de 5 mgO₂/L.

El ingreso de oxígeno en el agua es de la atmosfera hacia el agua, cuando el cuerpo de agua está en movimiento se favorece el ingreso más que cuando el agua está estancada o tiene poco movimiento, a nivel del mar y 20 °C la cantidad promedio de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural ventilado es aproximadamente 8.0 mgO₂/L. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales exige un valor mínimo 4 mg O₂/L y en el caso de bebida de animales, como mínimo 5 mg O₂/L. El contenido de oxígeno disuelto en el agua puede disminuir por presencia de materia orgánica, sustancias susceptibles de oxidación, entre otros parámetros.

Como se observa en el gráfico 03, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2, río Chilota CHL-4, CHL-8, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del río Chincune QLCHR-01, río Calasaya HUA-20 y de las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valor aceptable de Oxígeno Disuelto 6.17 mg/L, el ingreso de sales provenientes de fuentes termales disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, así como la mayor presencia de hierro y otras especies reducidas en el agua consumen oxígeno disuelto, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (3,5 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Altarani (ALT-04) y río Asana medido en las estaciones AS-01, P-11, AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque Q-CH y CH-3, esto puede deberse a la buena ventilación del agua y a la ausencia de material orgánico.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Capillune CAP-1 (6.16 mg/L) y CAP-2 (6.5 mg/L), presenta valores menores a las demás estaciones se detecta la influencia del gran contenido de sales provenientes de fuentes de aguas de origen geotermal.

El contenido de oxígeno disuelto en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8.12 mg/L), MQ-3 (7.63 mg/L), 13172RMoqu1 (8.03 mg/L), 13172RMoqu2 (10.7 mg/L) y 13172Rosmo1 (7.48 mg/L), se observa un incremento del contenido de oxígeno probablemente debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle. Situación similar fue observada en los MAPs 1, 2, 4 y 5 13172Rtumi (7.53 – 8.3 mg/L), 13172RMoque1 (8.22 – 9.27 mg/L), 13172RMoqu2 (7.87 – 10.46 mg/L), 13172Rosmo1 (8.36 – 10.18 mg/L).

4.1.4.3. Potencial de Hidrógeno – pH

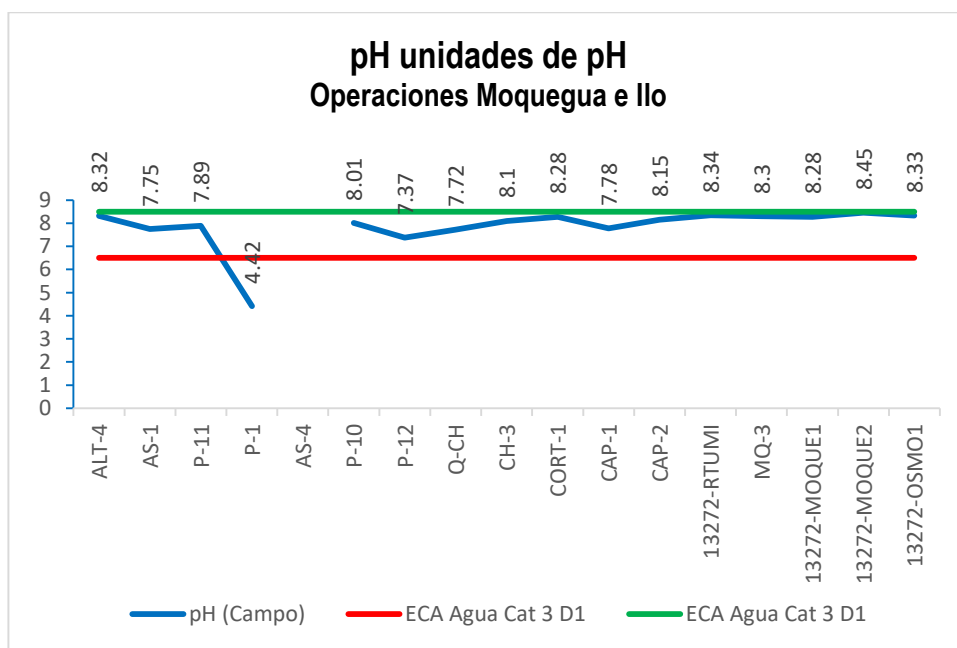
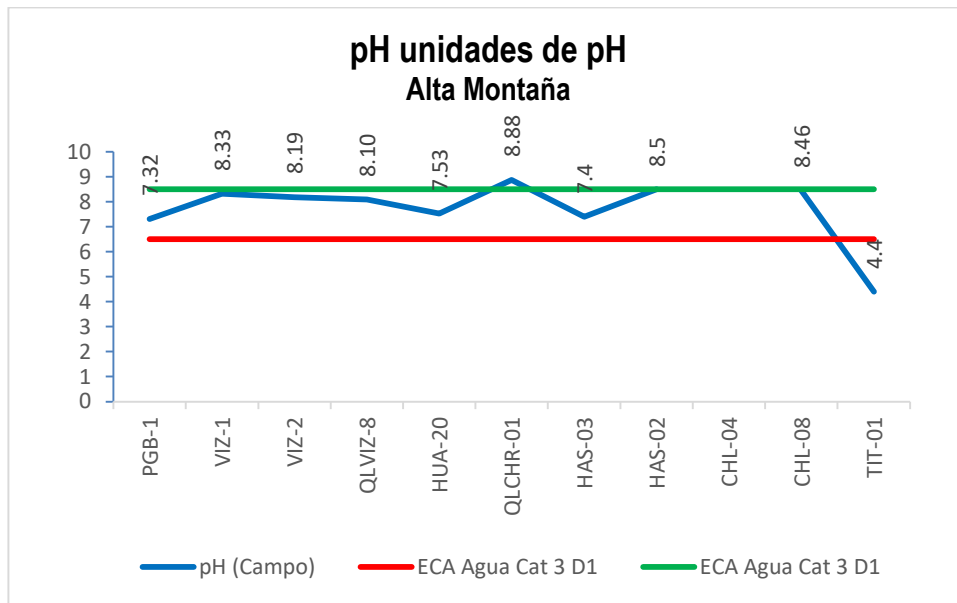


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El pH del agua es un parámetro monitoreado en campo que nos indica la presencia de iones hidronio en el agua, su rango va entre 0 a 14; las aguas naturales dependiendo de su contenido de sales disueltas pueden ser ligeramente ácidas o alcalinas. El ECA para agua Categoría 3 nos sugiere que el pH de agua naturales, debe ser como mínimo 6.5 y como máximo 8.5. El pH del agua se relaciona con la alcalinidad total (presencia de bicarbonato) y acidez (ácidos inorgánicos u orgánicos, metales como el Fe^{3+} y el Al^{3+} , entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en el gráfico 04, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Chilota CHL-8, presenta un pH de 8.46 valor dentro del ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales.

En la zona de alta montaña en el río Vizcachas en la estación PGB-1 cercana al Embalse de Pasto Grande presenta aguas neutras con un pH de 7.32 a diferencia de las épocas sin lluvia que presenta por lo general aguas ácidas, esta dentro de lo establecido por la línea de base ambiental (4.13 – 9.01) la influencia de la lluvia por dilución amortigua la presencia de iones responsables de la acidez en el agua como el aluminio, sulfatos y manganeso. En las estaciones QLVIZ-8 (8.10), VIZ-1 (8.33) y VIZ-2 (8.19) presentan valores dentro de lo establecido por el ECA Agua Cat 3 para riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de lo esperado en la validación de Línea de Base Ambiental para el VIZ-2 (3.58 – 9.0).

El agua del río Calasaya en la estación HUA-20 (7.53) y la quebrada HAS 3 presentan contenidos adecuados con valores dentro de lo sugerido por el ECA para agua Cat 3 para riego de vegetales. En el caso de la quebrada HAS 2 presenta un valor pH de 8.5 se encuentra al límite de lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

El agua en el río Chincune en la estación QLCHR-01 el valor de pH fue 8.88 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3, esto se debe al paso del agua por una zona de material carbonato que neutraliza el pH ácido del agua.

El valor del pH en el río Chilota en la estación CHL-8 con valor de pH 8.46 se encuentra dentro de lo establecido por el ECA Agua categoría 3, se encuentra dentro de lo esperado por la línea base (6.39 – 10.28).

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valor ácido de pH 4.4, esto es característico en el periodo húmedo, se encuentra dentro cerca de lo esperado por la línea base (4.6 – 8.52) probablemente el ingreso de material del suelo por escorrentía, relacionado con altos valores de aluminio (38.44 mg/L), hierro (28.79 mg/L), manganeso (2.008 mg/L) moderados sulfatos y ausencia de bicarbonato.

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Altarani en la estación ALT-04 (8.32) y río Asana AS-01 (7.75), P-11 (7.89), AS-04 punto seco, P-12 (7.37), situación similar se observa en el río Charaque CH-3 (8.1) y CAP-2 (8.15) presentan valores de pH que cumplen con lo establecido en el ECA Agua categoría 3.

La quebrada Millune en la estación P-01 presenta valores bajos de pH (4.42) asociado a valores altos de aluminio (13.25 mg/L), altos de manganeso (0.41525 mg/L), moderados de sulfatos (192.5 mg/L) y ausencia de bicarbonatos, este valor se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base ambiental (4.02 – 7.02). El ingreso de aluminio y sulfatos desde el suelo pueden estar generando estos valores bajos de pH.

En el río Charaque Q-CH (7.72) y CH-3 (8.1) los valores relativamente altos de pH se deben a la presencia de bicarbonatos que se concentran por reducción del caudal en CH-3, los valores de pH de la estación CH-3 se encuentran dentro de lo esperado de la línea de base (5.21 – 8.43), el valor de pH de la estación Q-CH es referencial para futuros monitoreos.

En el río Capillune la estación de monitoreo CAP-1 presenta un valor de pH de 7.78 que cumple con el ECA Agua categoría 2, por procesos de evaporación y captación para otros usos, el caudal del río Capillune en la estación CAP-2 presenta un valor alto de 8.15 debido a la concentración de iones bicarbonato, los valores de pH cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 presenta un valor de pH de 8.28 cumple con el ECA Agua categoría 2, por procesos de evaporación la concentración de iones bicarbonato se incrementa elevando el pH, este valor es referencial para futuros monitoreos.

Los valores de pH en la parte baja del valle, estaciones: 13172 RTumi (8.34), 13172RMoque1 (8.28) MQ-3 (8.3), 13172RMoqu2 (8.45) y 13172Rosmo1 (8.33), cumplen con lo establecido en el ECA Agua Cat 3, la presencia de sólidos totales en suspensión en el agua disminuyen el valor encontrado en época seca debido a la disminución de la actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle, también la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico influyen sobre el valor del pH. Situación similar fue observada en el MAP 1,2, 4 y 5, 13172RTUMI (7.88-8.18), 13172RMoqu1 (7.73-8.39), 13172RMoqu2 (8.18-8.36), 13172RMoqu1 (8.37-8.72). La línea base para la estación 13172RTUMI se amplía con este nuevo resultado. El valor alto de MQ-3 sigue la misma tendencia de estas estaciones su valor será referenciales para futuros monitoreos.

4.1.4.4. **Conductividad Eléctrica**

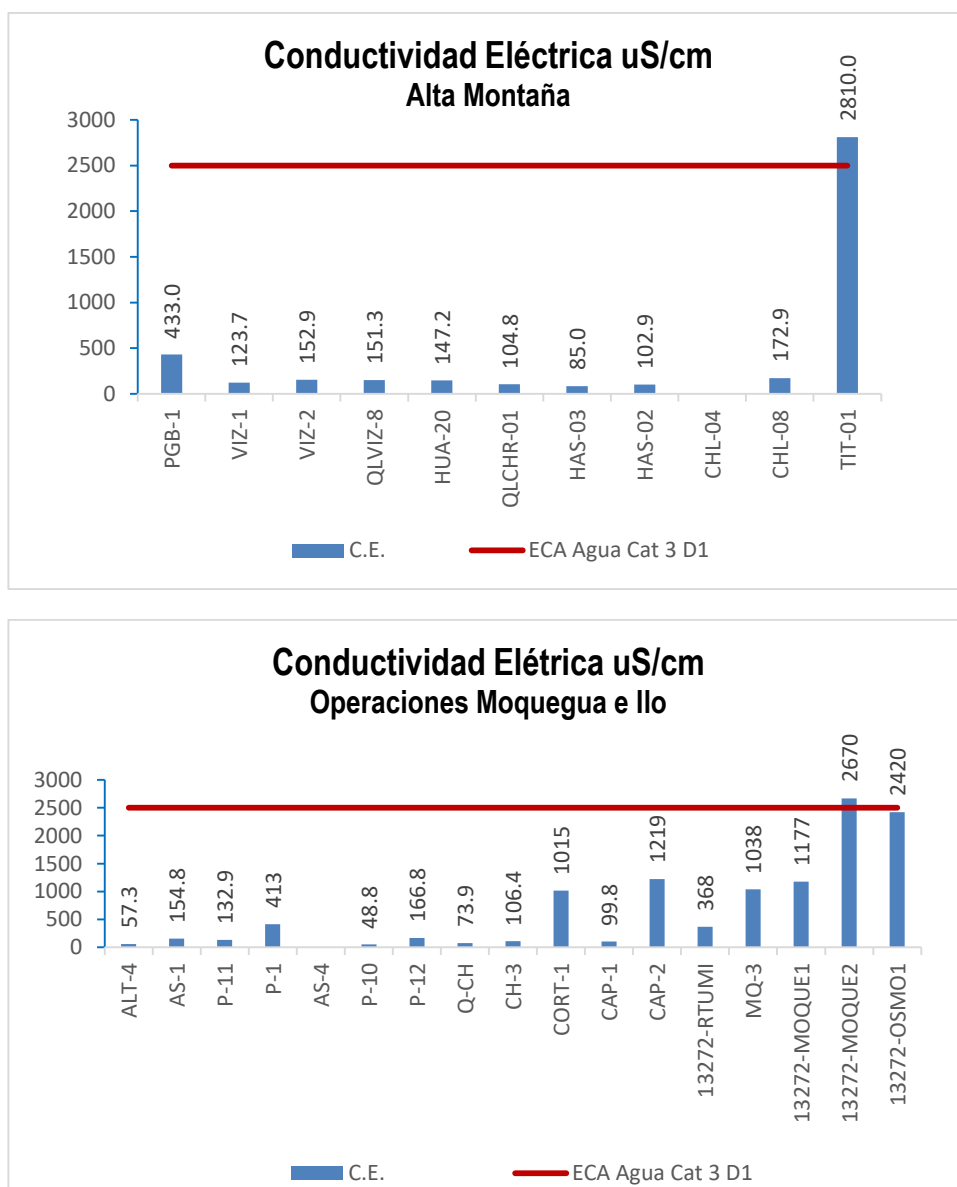


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La conductividad eléctrica, es la propiedad por la cual el agua natural que contiene sales disueltas puede conducir corriente eléctrica, representa la cantidad de sales o sólidos disueltos que están presentes en el agua, estas sales incluyen cationes como los metales disueltos, siendo los más relacionados con la conductividad los iones sodio, potasio, calcio y magnesio, los otros metales no tienen una buena correlación debido a su distribución entre disuelto y suspendido. Por otro lado, se tiene a los aniones siendo los principales los cloruros, bicarbonatos y sulfatos.

El riego con aguas que contiene elevados valores de conductividad puede degradar la calidad del suelo por salinización y el consumo como agua de bebida puede ocasionar problemas renales entre los consumidores. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales contempla un valor máximo de 2500 uS/cm y para el caso de bebida de animales se contempla un valor de 5000 uS/cm.

Como se observa en el gráfico 05 en la zona de alta montaña, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB-1 (433.0 uS/cm), QLVIZ-8 (151.3 uS/cm), VIZ-1 (123.7 uS/cm) y VIZ-2 (152.9 uS/cm), Chilota CHL-8 (172.9 uS/cm), Calazaya HUA-20 (147.2 uS/cm), las quebradas HAS-02 (102.9 uS/cm) y HAS-03 (85.0 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. Se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para PGB-1 (13.46 – 866 uS/cm), para CHL-8 (94 – 1257 uS/cm), para HUA-20 (151.7 – 190.8 uS/cm), para HAS-02 (108 – 163 uS/cm) y HAS-03 (67.6 – 113.6 uS/cm).

El valor de conductividad en el río Chincune la estación QLCHR-01 (104.8 uS/cm) cumplen con el ECA Agua categoría 3 para riego, el valor es referencial para monitoreos posteriores.

El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (2810.0 uS/cm), este valor es alto está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), el bajo caudal incrementa la conductividad, las probables fuentes son desde el suelo y aguas de origen geotermal.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani ALT-04 (57.3 uS/cm) y las estaciones del río Asana AS-01 (154.8 uS/cm), P-11 (132.9 uS/cm), AS-4 (punto seco) y P-12 (166.8 uS/cm), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3 para riego. Se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para ALT-04 (26 – 650 uS/cm), AS-01 (60.8 – 785 uS/cm), P-11 (62 – 512 uS/cm) y P-12 (73 – 709 uS/cm). En general son aguas con baja conductividad eléctrica.

La conductividad en la quebrada Millune P-01 (413 uS/cm), cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (177 – 747 uS/cm), estos valores son mayores a los del río Asana por la influencia de los iones aluminio y sulfatos.

La conductividad en la quebrada Sarayenque P-10 (48.8 uS/cm) cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (31 – 690 uS/cm).

La conductividad en el río Charaque en las estaciones Q-CH (73.9 uS/cm) y CH-3 (106.4 uS/cm) cumplen con el ECA Agua Categoría 3, para la estación CH-3 el valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (28.3 – 686 uS/cm), el valor de la estación Q-CH será referencial para monitoreos posteriores, en general son valores bajos de conductividad.

La conductividad en el río Capillune en la estación de monitoreo CAP-1 (99.8 uS/cm) cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, se encuentra dentro de lo establecido por la línea base (55 – 631 uS/cm), es un valor bajo; por el contrario en la estación CAP-2 (1219 uS/cm) no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de lo esperado por la línea de base ambiental (146 – 4150 uS/cm). Este río se encuentra fuertemente influenciado por el ingreso de aguas de origen termal en el sector de Calientes, así como la evaporación, filtración y captación del agua. Los valores altos de conductividad en el Capillune se relacionan con valores altos de otros parámetros como los sólidos disueltos totales, cationes sodio, calcio, magnesio entre otros y aniones como cloruros, fluoruros, sulfatos, entre otros, todos estos se concentran por disminución del caudal en la temporada seca.

La conductividad del agua en la quebrada Cortadera estación CORT-1 (1015 uS/cm) presenta valor alto esto se puede deber al bajo caudal provocado por evaporación que concentra las sales en un bajo volumen, este valor será referencial para monitoreos posteriores.

La conductividad en el agua de las estaciones 13172RTumi (368 uS/cm), MQ-3 (1038 uS/cm) y 13172RMoqu1 (1177 uS/cm), 13172ROsmo1 (2420 uS/cm), son moderadas y cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego. La conductividad en la estación 13172RMoqu2 (2670 uS/cm) supera y no cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego, la disminución del caudal incrementa el contenido de sales por lo tanto el valor de la conductividad también la influencia de aguas subterráneas es mayor.

FISICOQUIMICOS

4.1.4.5. Aceites y Grasas

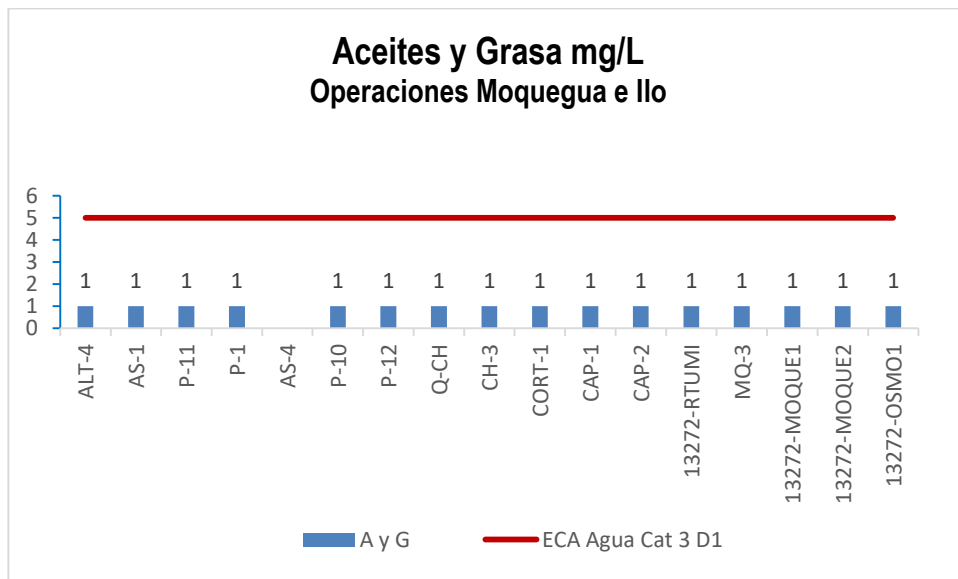
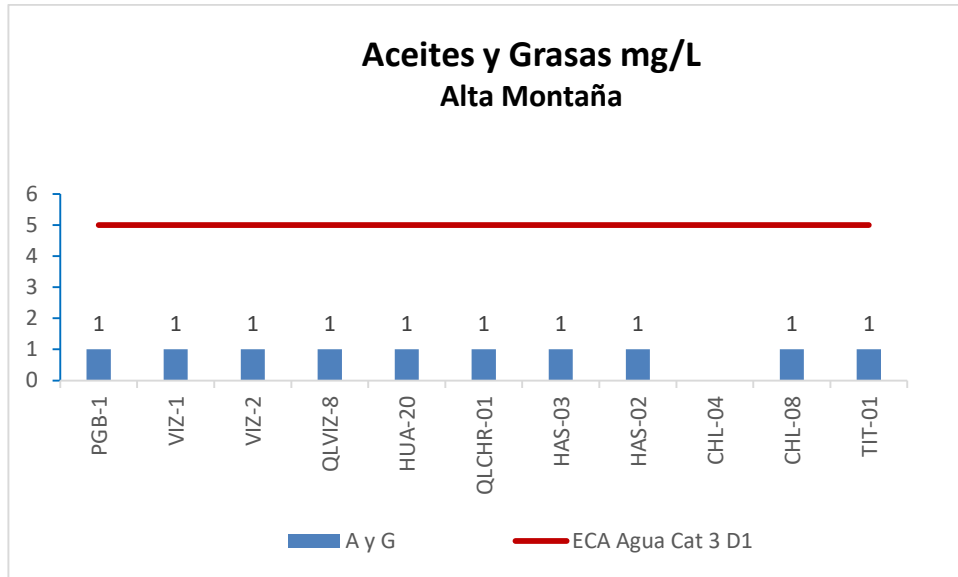


Gráfico 06. Variación espacial del valor de los aceites y grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los aceites y grasas son un grupo de sustancias con una característica común son no solubles en agua, sustancias tales como aceites domésticos, hidrocarburos entre otros, pueden ser liberados en los cuerpos de agua natural por vertimientos domésticos o industriales, son un buen indicativo de actividad antropogénica.

Como se observa en la figura 06, no se ha determinado presencia de aceites y grasas en ninguna de las estaciones de monitoreo de alta montaña.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña coinciden con los resultados encontrados en los MAP 3, 4 y 5, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo coinciden con los resultados encontrados en el MAP 1, 2, 4 y 5 donde las estaciones 13172Rtumi1, 13171RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1 casi no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Aguas sin presencia de actividad antropogénica.

4.1.4.6. Bicarbonatos

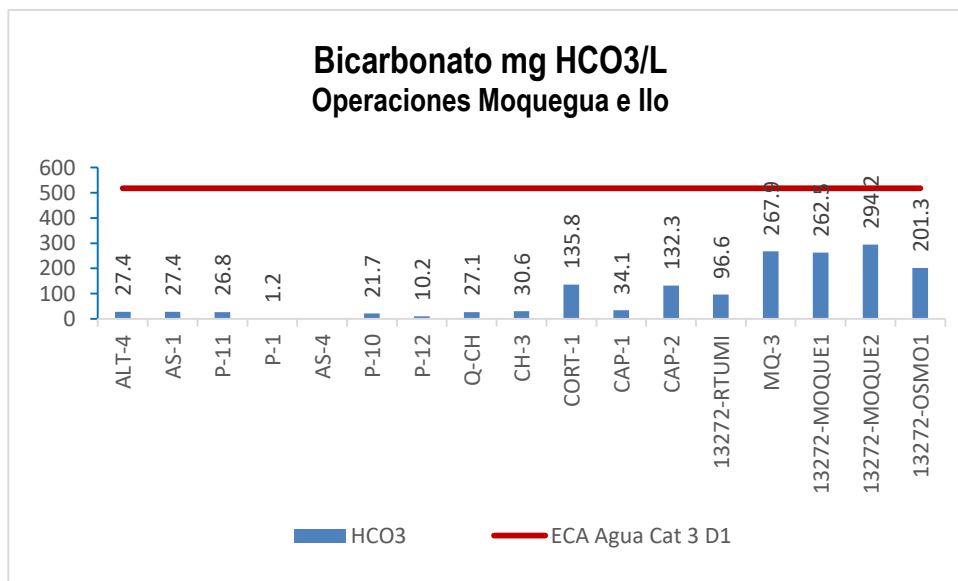
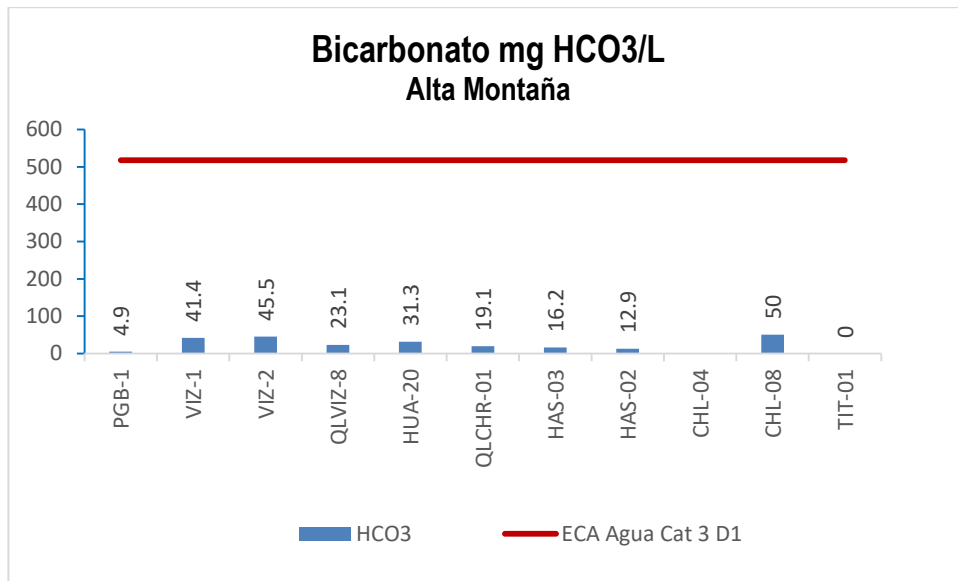


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las principales fuentes de bicarbonato en el agua son la disolución del dióxido de carbono del aire, posterior disociación del ácido carbónico formado y disolución de material de suelo carbonatado.

El bicarbonato es el principal responsable de la alcalinidad del agua, tiene la capacidad para neutralizar la acidez del agua provocada por ácidos inorgánicos, orgánicos, iones hidronio y metales disueltos generadores de acidez tales como Al^{3+} y Fe^{3+} . El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 518 mg HCO_3/L .

Como se observa en el gráfico 07, el contenido de bicarbonatos en la zona de alta montaña, en la estación PGB-1 (4.9 mg HCO_3/L), QLVIZ-8 (23.1 mg HCO_3/L) son bajos, esto se debe a la influencia del agua del embalse que tiene presencia de iones ácidos como hierro, aluminio, manganeso y presencia de iones sulfatos probablemente provenientes de la disolución por oxidación de material aluminio sulfatado, adicionalmente esta se asocia a los valores moderados de pH. La estación VIZ-2 (45.5 mg HCO_3/L) y VIZ-1 (41.4 mg HCO_3/L) el valor de bicarbonato es mayor debido a la influencia del agua alcalina del río Chilota.

La alcalinidad en los ríos Chilota estación CHL-08 (50 mg HCO_3/L) y río Chincune estación QLCHR-01 (19.1 mg HCO_3/L) así como en las quebradas HAS-02 (12.9 mg HCO_3) y HAS-03 (16.2 mg HCO_3/L), fue moderada asociado con valores altos de pH debido al paso por suelos carbonatados, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

La estación TIT-1 presenta un valor bajo de bicarbonatos similar a lo reportado por el MAP-3 y 4 en época húmeda por otro lado, este valor es diferente al obtenido en la época seca. La influencia de las lluvias puede estar arrastrando material del suelo al agua bajando el valor del pH e incrementando el contenido de aluminio. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA agua Categoría 3.

En la zona de operaciones el contenido de bicarbonato en las aguas del río Altarani estación ALT-04 (27.4 mg HCO_3/L) y río Asana estaciones AS-01 (27.4 mg HCO_3/L), P-11 (26.8 mg HCO_3/L), AS-04 (punto seco) y P-12 (10.2 mg HCO_3/L), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Situación similar se presenta en el río Charaque Q-CH (27.1 mg HCO_3/L) y CH-3 (30.6 mg HCO_3/L); río Capillune CAP-1 (34.1 mg HCO_3/L) y CAP-2 (132.3 mg HCO_3/L); Quebrada Cortadera CORT-1 (135.8 mg HCO_3/L).

En la quebrada Millune P-01 el contenido de bicarbonato es bajo 1.2 mg HCO_3/L asociado con valores bajos de pH, contenidos altos de sulfatos y aluminio que son neutralizados con el bicarbonato. El contenido de bicarbonatos cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

El contenido de bicarbonato en las estaciones de la zona de Moquegua e llo 13172RTum1 (96.6 mg HCO_3/L), 13172RMoque1 (262.5 mg HCO_3/L), 13172RMoque2 (294.2 mg HCO_3/L) y 13172Rosmo1 (201.3 mg HCO_3/L), presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172RMoque1 (152.3 – 278.6 mg HCO_3/L), y 13172Rosmo1 (53.4 – 179.2 mg HCO_3/L), superior a 13172RTum1 (74.0 – 94.7 mg HCO_3/L), 13172RMoque2 (183 – 277.1 mg HCO_3/L). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo. El contenido de bicarbonato en MQ-3 (267.9 mg HCO_3/L) es referencial para monitoreos posteriores.

4.1.4.7. Cianuro WAD

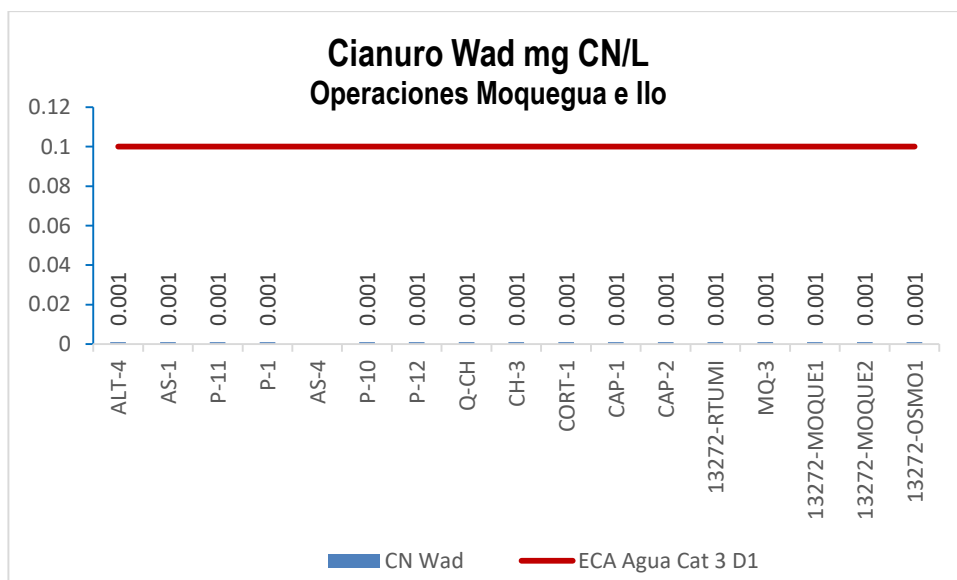
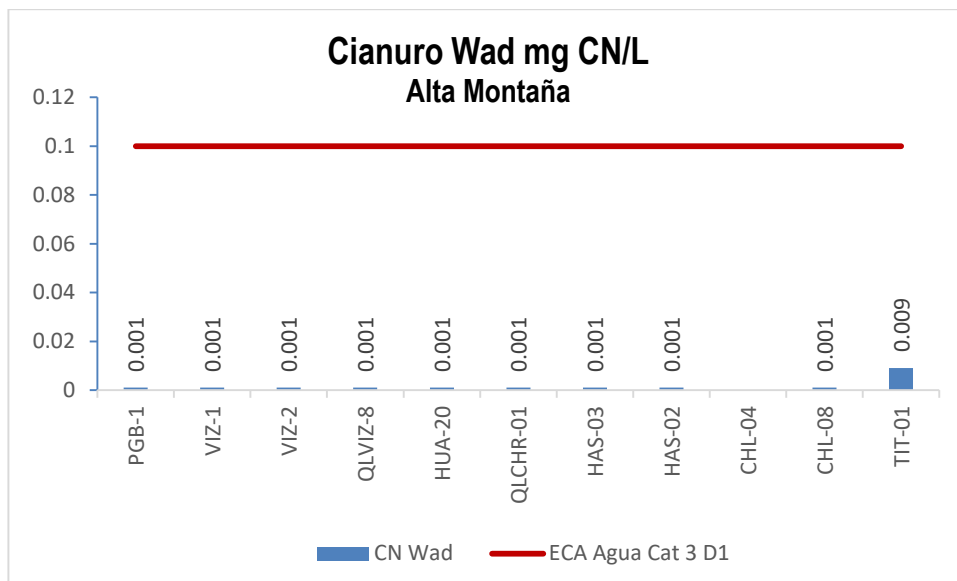


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los cianuros disociables en agua (WAD) son sustancias muy tóxicas, está formado por especies de cianuro liberadas con un pH moderado (pH 4,5) como HCN y CN acuosos, la mayoría de los complejos de Cu, Cd, Ni, Zn, Ag y otros con constantes de disociación baja similares. Pueden encontrarse en el agua por liberación de efluentes provenientes de actividades antropogénicas de extracción de oro y plata. El ECA Agua Categoría 3 establece como máximo un valor de 0.1 mg CN/L.

Como se puede observar en el gráfico 08, no se ha detectado presencia de cianuro WAD en ninguna de las estaciones de agua de la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, esta situación es similar a los resultados obtenidos en el MAP 1, 2, 3, 4 y 5 época seca y húmeda.

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento ha sido validado en el MAP 3, teniendo como referencia los valores encontrados para cianuro WAD en las estaciones de monitoreo TIT-01, VIZ-02, PGB-01 y CHL-08 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo ha sido validado en el MAP 1 y 2, teniendo como referencia los valores reportados para cianuro WAD en la estación de monitoreo CH-3 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco.

4.1.4.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

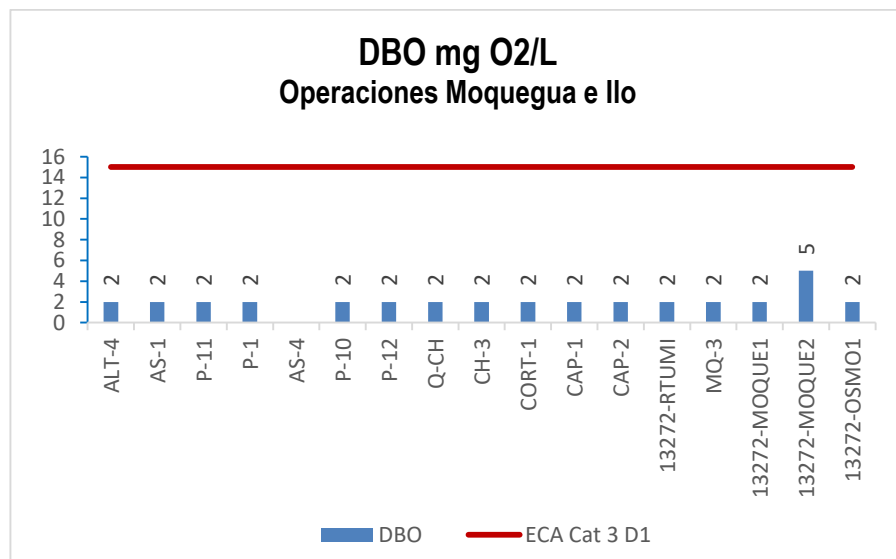
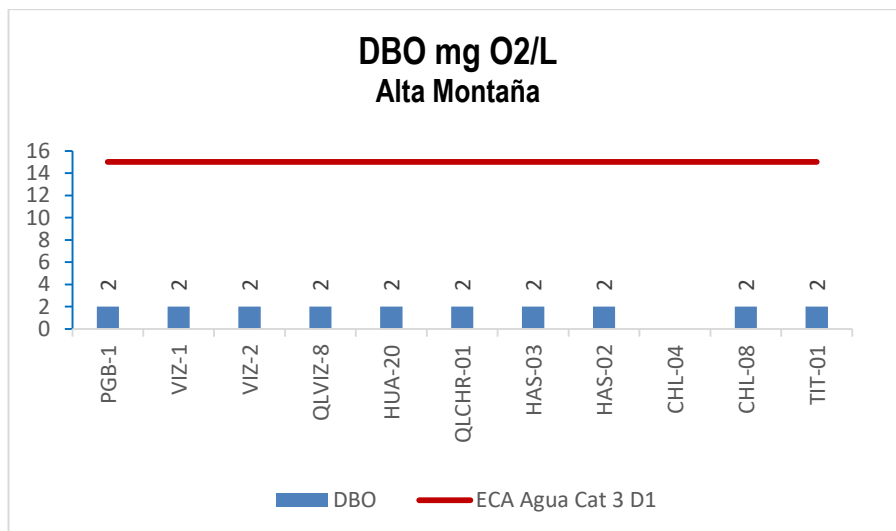


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable al agua, las principales fuentes de DBO en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, provenientes de inodoros, lavanderías o residuos de cocinas.

El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, esto es debido a que después de la degradación de la materia orgánica del vertimiento, por procesos de difusión del

oxígeno desde el aire, el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de DBO_5 de 15 mg O_2/L .

Como se observa en el gráfico 09, no se ha detectado presencia de material orgánico como DBO en todas las estaciones de monitoreo en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP 6 son similares a los resultados obtenidos en el MAP 3, 4 y 5, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de alta montaña (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP 3 en época seca donde presentó valores entre <0.1 (N.D.) hasta 2.5 mg/L, valores pequeños que cumplen con el ECA categoría 3.

Al comparar los resultados con los valores encontrados para el MAP 1, 2, 4 y 5 para la zona de operaciones en época seca y húmeda se observó que los valores del MAP 7 fueron menores a los encontrados en el MAP 2 para las estaciones CAP-2 (13 mg/L), 13172RMoque1 (11 mg/L), 13172RMoque2 (8 mg/L) y 13172Rosmo1 (6 mg/L), estando todos estos valores por debajo de lo que establece el ECA. Esta diferencia entre el MAP 7 época húmeda y MAP 2 para las estaciones CAP-2, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, puede deberse al ingreso de pequeños caudales de aguas residuales, escorrentías o infiltraciones en la zona de Calientes y Moquegua en marzo abril del 2014.

Por otro lado, los resultados del MAP 7 época húmeda son similares a los resultados obtenidos en el MAP- 1 en época seca excepto las estaciones de P-12 y AS-3 que presento valores bajos de BDO5 esto podría deberse al ingreso de algún material de naturaleza orgánica tales como los restos de vegetales, animales muertos, excretas entre otros al cuerpo de agua, en estas estaciones de monitoreo se cumple con el ECA categoría 3 riego de vegetales.

4.1.4.9. Demanda Química de Oxígeno

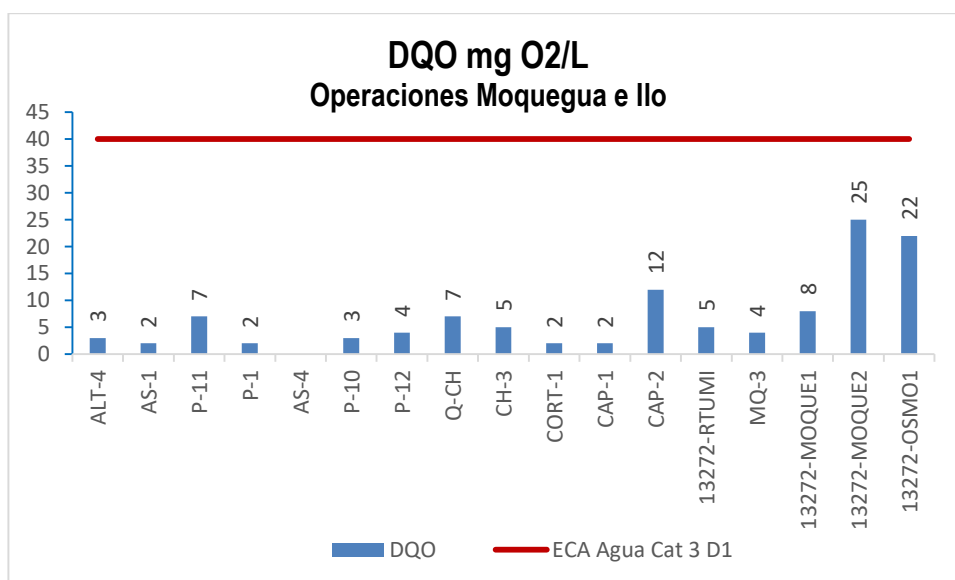
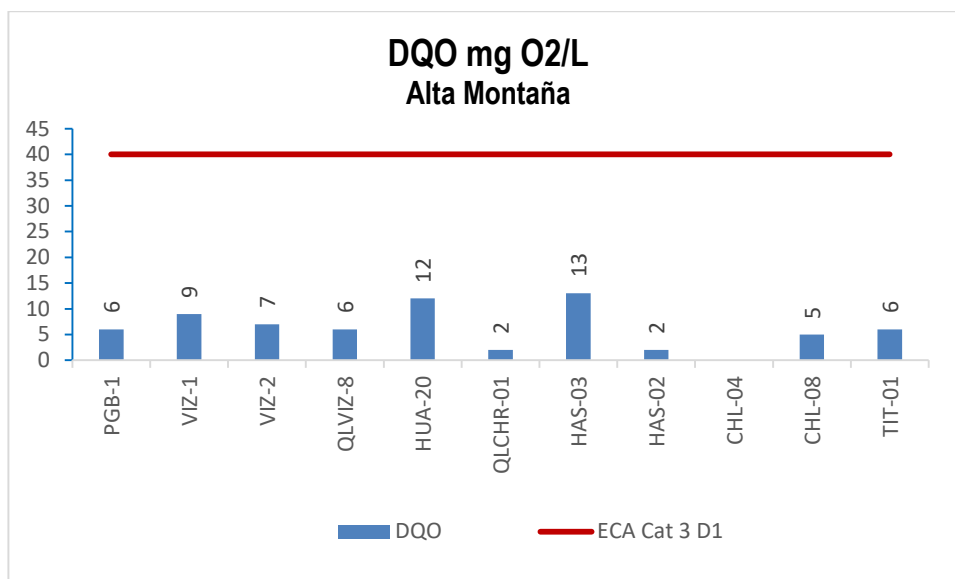


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La Demanda Química de Oxígeno representa a todo material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias químicas susceptibles de oxidación, que consumen oxígeno en el agua al oxidarse químicamente. Las principales fuentes de DQO en el agua son la materia orgánica de las aguas residuales domésticas (excretas de inodoros, restos de comida), también detergentes, aceites y grasas que no se degradan fácilmente, material orgánico nitrogenado entre otros. El ECA Agua categoría 3, contempla un valor máximo de DQO de 40 mg O₂/L.

Como se observa en el gráfico 10, en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo se ha detectado valores bajos de DQO entre 2 a 25 mg/L. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de alta montaña río Vizcachas estaciones PGB-1 (6 mg/L), QLVIZ-8 (6 mg/L), VIZ-1 (9 mg/L) y VIZ-2 (7 mg/L) los valores de DQO son similares a los encontrados en la línea de base ambiental MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (2 - 10 mg/L), VIZ-1 (2 - 17 mg/L) y VIZ-2 (2 - 26 mg/L), esto se puede deber a la presencia de sustancias oxidables como Fe entre otros, traídos por escorrentías desde el suelo, que incrementan el contenido del DQO. El DQO en la estación QLVIZ-8 es referencial para monitoreo posteriores

En el río Chilota la estación CHL-8 (3 mg/L) presenta valores de DQO dentro de lo encontrado en los MAP 3, 4 y 5 CHL-8 (2 - 11 mg/L) por la razón explicada anteriormente.

En el río Chincune estación QLCHR-01 (2 mg/L) presenta valores moderados de DQO. El río Calasaya HUA-20 (12 mg/L) y quebradas HAS-2 (2 mg/L) y HAS-3 (13 mg/L) presentan valores similares a lo encontrado en los MAP 3, 4 y 5, HUA-20 (2 - 17 mg/L), HAS-2 (2 -14 mg/L) y HAS-3 (2 - 18 mg/L), por la razón explicada.

El valor del DQO en el río Titire TIT-1 (6 mg/L) son similares a lo esperado por la línea de base ambiental (3 – 27 mg/L) el valor bajo de DQO puede deberse la presencia de materiales oxidables.

En la zona de operaciones en el río Altarani estación ALT-04 (3 mg/L) y el río Asana estaciones AS-01 (2 mg/L), P-11 (7 mg/L), AS-4 punto seco y P-12 (4 mg/L), así como en el río Charaque estación Q-CH (7 mg/L) y CH-3 (5 mg/L) los valores de DQO están por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables.

En la quebrada Millune estación P-1 (2 mg/L) y en la quebrada Sarallenque P-10 (3 mg/L), los valores de DQO son similares a los del río Asana, no se tiene mayores concentraciones de sustancias oxidables.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (2 mg/L) y CAP-2 (12 mg/L), el valor del DQO reportado se encuentra dentro de lo establecido por la línea de base ambiental desde ND hasta 13, no se ha detectado presencia de sustancias oxidables. Situación similar se observa en la quebrada cortadera CORT-1 (2 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo los valores de DQO son bajos 13172RTumi (5 mg/L), 13172RMoque1 (8 mg/L), 13172RMoque2 (25 mg/L) y 13172Rosmo1 (22 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Estos valores son similares a los reportados en el MAP 1, 2, 4 y 5, 13172R Tumi (2 – 5 mg/L), 13172RMoque1 (2 -10 mg/L) y 13172Rosmo1 (0 - 17mg/L), superior para 13172RMoque2 (4 – 9 mg/L). Los valores de DQO en las estaciones de monitoreo pueden deberse a presencia de material susceptible de oxidación como iones sulfuros, fluoruros, hierro u otros. El valor de DQO de la estación MQ-3 es referencial para futuros monitoreos.

4.1.4.10. Dureza Total

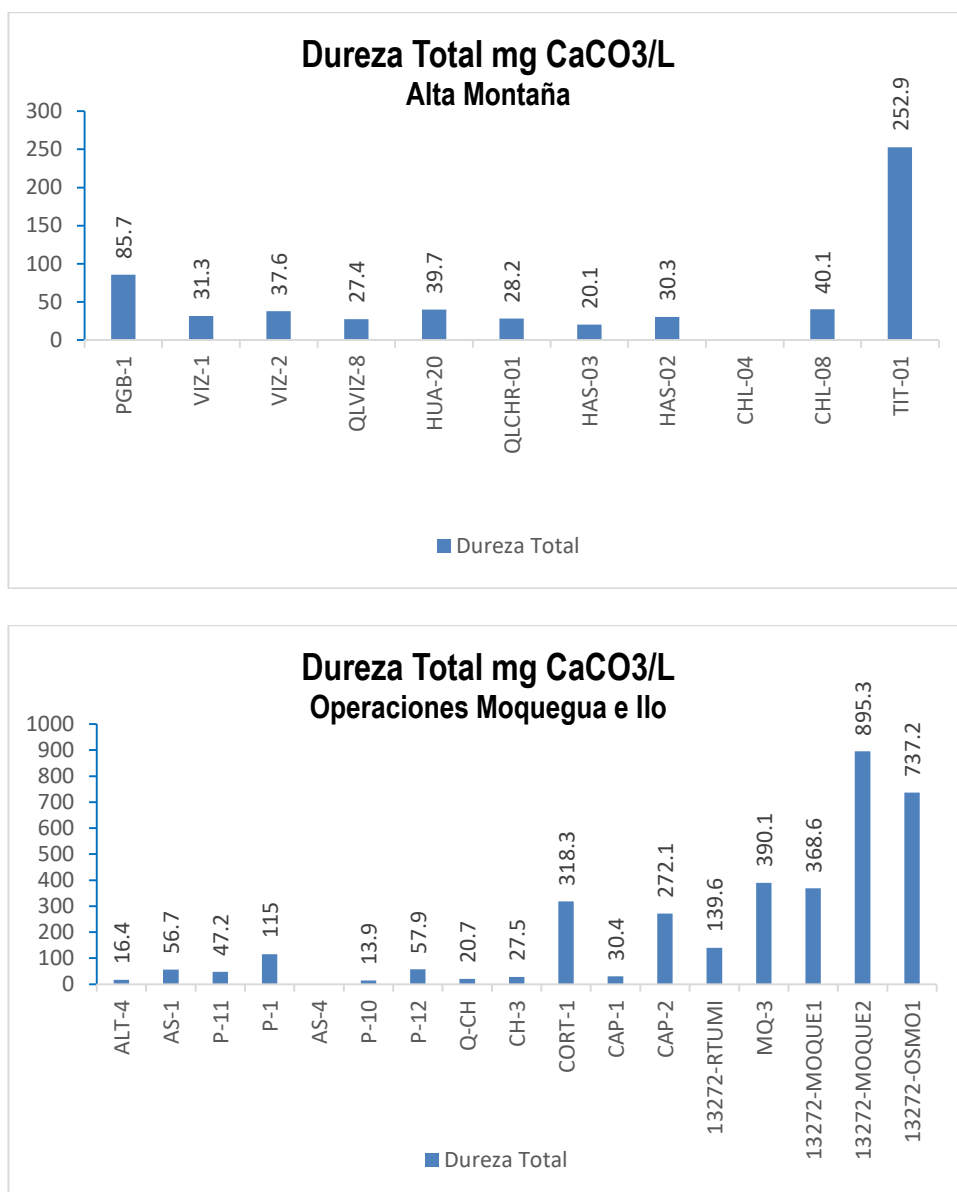


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La dureza del agua se debe a la presencia de los cationes de calcio y de magnesio, así como sus aniones respectivos como los bicarbonatos, carbonatos y sulfatos.

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas de alto contenido de dureza y daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la dureza impide la formación de espuma causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado doméstico; por otra parte, está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad, y dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente. El ECA Agua categoría 3 no fija un límite para la dureza.

En términos generales, se puede considerar como blanda un agua con menos de 100 mg CaCO₃/L de dureza como CaCO₃, medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO₃/L, dura de 200 a 300 mg CaCO₃/L, sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO₃/L.

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña son blandas a medianamente duras. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (85.7 mg CaCO₃/L) es medianamente dura, el valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (60.8 - 126.5 mg CaCO₃/L) en época de lluvia donde por procesos de escorrentía desde el suelo la materia carbonatada ingresa al agua neutralizando la acidez del agua. Las estaciones VIZ-1 (31.3 mgCaCO₃/L) y VIZ-2 (37.6 mgCaCO₃/L) presentan valores de dureza clasificados como blandos, esta situación es similar a lo establecido por los MAP 3 y 4 para el VIZ (35-102.9 mg CaCO₃/L) y la línea base ambiental para el VIZ-2 (21.9 – 85.7 mg CaCO₃/L).

La dureza del agua en la estación QLVIZ-8 (27.4 mgCaCO₃/L) clasificada como blanda, el valor es referencial para futuros monitoreos. esta situación es similar a lo establecido por los MAP 3, 4 y 5 para el VIZ-1 (35 – 102.9 mg CaCO₃/L) y la línea de base ambiental para el VIZ-2 en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua.

La dureza del agua en el río Chilota CHL-8(40.1 mg CaCO₃/L) se clasifica como blanda, similar a lo obtenido en la línea de base ambiental para el CHL-8 (21.5 – 223.6 mg CaCO₃/L). Esta agua blanda reduce la dureza del agua del río Vizcachas en la estación VIZ-2.

La dureza en el Chincune estación QLCHR-01 (28.2 mgCaCO₃/L) se clasifica como blanda, río Calasaya estación HUA-20 (39.7 mg CaCO₃/L) se clasifica como blanda y las quebradas HAS-2 (30.3 mg CaCO₃/L) y HAS-3 (20.1 mg CaCO₃/L) se clasifican como blanda, similar a lo obtenido en los MAP 3, 4 y 5 HAS-2 (31.9 – 33.5 mg CaCO₃/L) y HAS-3 (17.7 – 23 mg CaCO₃/L) y son superiores a lo encontrado para la estación HUA-20 (25.4 – 41.9 mg CaCO₃/L).

La dureza en la estación TIT-1 (252.9 mg CaCO₃/L) es muy dura, la concentración de sales incrementa el valor de dureza en época de seca, este valor es esperado en la línea de base ambiental (69.1 – 1051 mg CaCO₃/L). En esta estación la dureza está asociada con contenidos altos de sulfatos, calcio y magnesio provenientes del suelo.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani estación ALT-04 (16.4 mgCaCO₃/L), río Asana estaciones AS-01 (56.7 mgCaCO₃/L), P-11 (47.2 mg CaCO₃/L), AS-4 (punto seco), P-12 (57.9 mg/L), quebrada Sarallenque estación P-10 (13.9 mgCaCO₃/L) y río Charaque Q-CH (20.7 mgCaCO₃/L), CH-3 (27.5 mg CaCO₃/L) son blandas. En la estación de las aguas de la quebrada Millune P-01 (115.0 mg CaCO₃/L) la dureza es media; en el río Capillune en la estación CAP-1 (30.4 mgCaCO₃/L) es blanda y en la estación CAP-2 (272.1 mg CaCO₃/L) es muy dura por el ingreso de aguas duras de naturaleza geotermal y por el reducido caudal, similar a lo observado en la quebrada Cortadera en la estación CORT-1. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental para ALT-04 (4.4 - 62.8 mgCaCO₃/L) y AS-01 (14 - 77.3 mgCaCO₃/L), similar a lo obtenido en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (38.9 – 57.1 mg CaCO₃/L), similar a los valores de línea base para las estaciones P-10 (7 – 21.7 mg CaCO₃/L), P-11 (25.3 – 53.5 mg CaCO₃/L), P-12 (34.6 – 70.7 mg/L), P-01 (62.5 – 126.5 mg CaCO₃/L), CH-3 (12.1 – 37.5 mg CaCO₃/L) y CAP-2 (52.2 - 1141 mg CaCO₃/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la dureza en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (139.6 mg CaCO₃/L) es moderadamente dura, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (368.6 mg CaCO₃/L) es muy dura, 13172RMoqu2 (895.3 mg CaCO₃/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (737.2 mg CaCO₃/L) la calidad es muy dura esto relacionado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio, probablemente por el suelo en el valle que es de naturaleza bicarbonatada, carbonatada cálcica y magnésica según el estudio realizado por INRENA en el 2004, también debido al ingreso de aguas de origen subterráneo. Los resultados del MAP 7 para las estaciones son superiores a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 (108.3 – 119.8 mg CaCO₃/L), 13172RMoqu1 (262.6 – 407.4 mg CaCO₃/L), 13172RMoqu2 (555.6 – 920.3 mg CaCO₃/L) y similar a lo encontrado para la estación 13172Rosmo1 (488.7 – 789.2 mg CaCO₃/L).

4.1.4.11. Fósforo Reactivo Disuelto

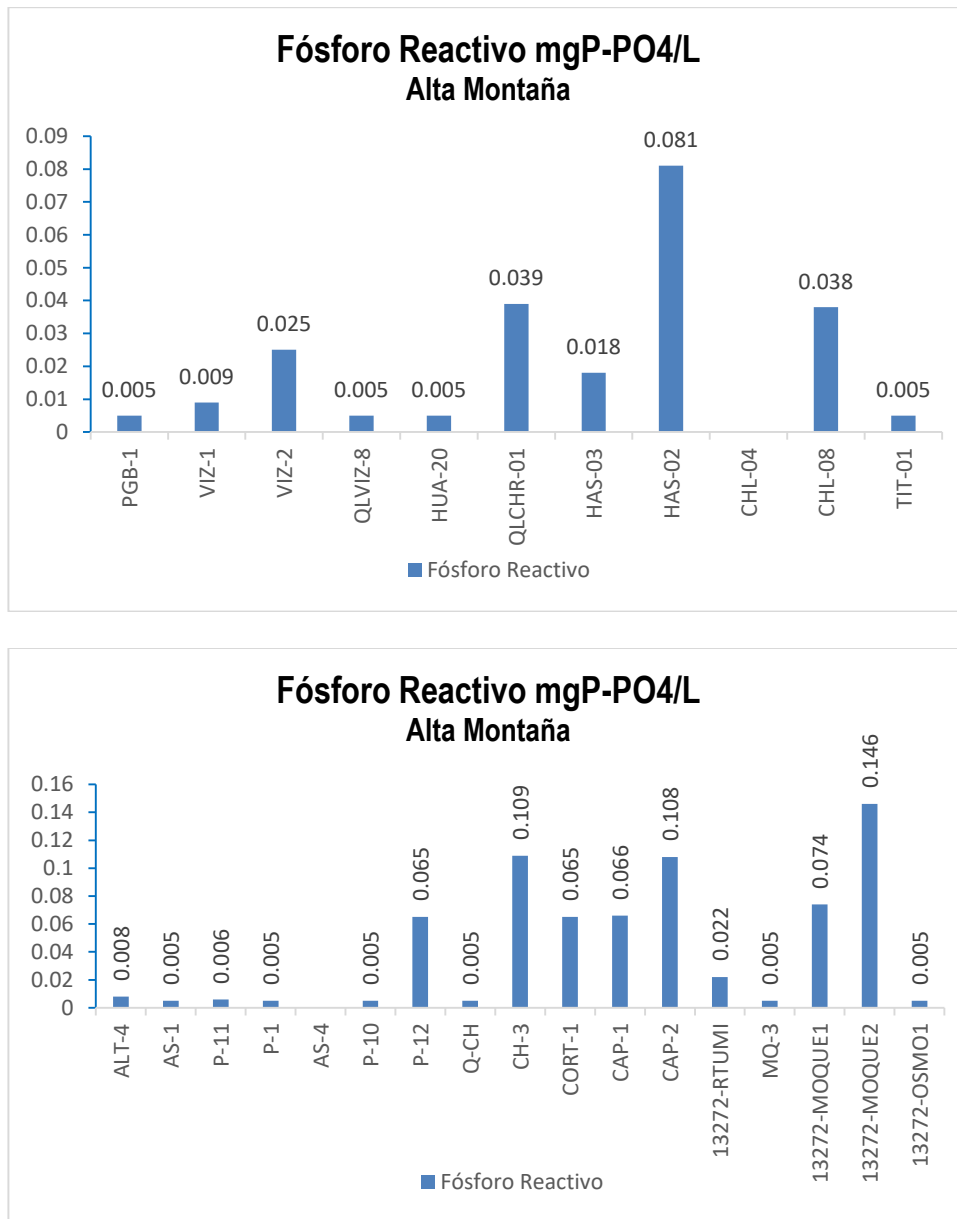


Gráfico 12. Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las principales fuentes de fósforo en el agua son material parental roca fosfórica, vertimiento de aguas residuales que contienen excretas y residuos de detergentes.

El fósforo, es nutriente esencial para la vida; sin embargo, su exceso en el agua provoca el proceso de eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico.

La presencia de algas y vegetación en las estaciones se relaciona con la presencia de bajas cantidades de fósforo.

Como se observa en gráfico 12, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de fósforo reactivo disuelto (PO_4^{3-}) entre <0.005 a 0.081 mg de P- PO_4 /L. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (<0.005 mg/L), QLVIZ-8 (<0.005), VIZ-1 (0.009 mg/L) y VIZ-2 (0.025 mg/L) presentan bajos valores de fósforo, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 ($0.018 - 0.138$ mg/L), VIZ-1 ($0.014 - 0.08$ mg/L) y VIZ-2 ($0.014 - 0.16$ mg/L), en época de seca la concentración de fósforo es baja esto sugiere ausencia de fuentes de fósforo en el agua.

El contenido de fósforo reactivo del agua en el río Chilota CHL-8 (0.038 mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 ($0.02 - 0.54$ mg /L).

El contenido de fósforo reactivo en el río Chincune QLCHR-01 (0.039 mg/L), río Calasaya HUA-20 (<0.005 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.081 mg/L) y HAS-3 (0.018 mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 ($0.03 - 0.102$ mg /L), HAS-2 ($0.089 - 0.28$ mg/L) y HAS-3 ($0.037 - 0.123$ mg /L).

El contenido de fósforo en el río Titire en la estación TIT-1 (<0.005 mg/L) el efecto de dilución de la lluvia disminuye el valor de fosforo en época de lluvia, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($0.02 - 0.35$ mg/L).

La calidad del agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.008 mg/L), río Asana AS-01 (0.005 mg/L), P-11 (0.006 mg/L), AS-4 (punto seco), P-12 (0.065 mg/L) son bajos. Situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.005 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (0.005 mg/L), río Charaque Q-CH (0.005 mg/L) y CH-3 (0.109 mg/L) y valores de línea base para las estaciones ALT-01 ($0.018 - 0.138$ mg/L), AS-01 ($<0.02 - 0.03$ mg/L), P-11 ($0.02 - 0.025$ mg/L), P-12 ($0.02 - 0.05$ mg/L), P-01 ($0.01 - 0.02$ mg/L), CH-3 ($0.02 - 0.12$ mg/L). El contenido de fósforo en el río Capillune CAP-1 (0.066 mg/L) y CAP-2 (0.108 mg /L) se encuentra en lo esperado para la línea de base para CAP-01 ($<0.02 - 0.057$ mg/L) y CAP-02 ($0.02 - 0.123$ mg/L). En el caso de los ríos Asana P-11, P-12, quebrada Millune P-01 y río Charaque CH-3 la concentración de fosforo disminuye en época de lluvia. En el caso del CAP-2 el efecto de la lluvia puede arrastrar fosforo desde el material de suelo. En la quebrada Cortadera CORT-1 (0.065 mg/L) la concentración es similar a lo encontrado en el río Capillune, este valor es referencial para posteriores monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de fósforo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.022 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación 13172RMoqu1 (0.074 mg /L) es moderada, 13172RMoqu2 (0.146 mg/L) es moderada y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.005 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 para las estaciones es similar a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 ($0.009 - 0.15$ mg/L), 13172RMoqu1 ($0.045 - 0.33$ mg/L), 13172RMoqu2 ($0.005 - 0.2$ mg/L) y 13172Rosmo1

(0.005 – 0.042 mg/L). La estación MQ-3 presenta valores bajos de fósforo (0.005 mg/L) similar a lo que sucede en el río Moquegua, este valor es referencial para monitoreos posteriores.

4.1.4.12. Sólidos Totales Disueltos

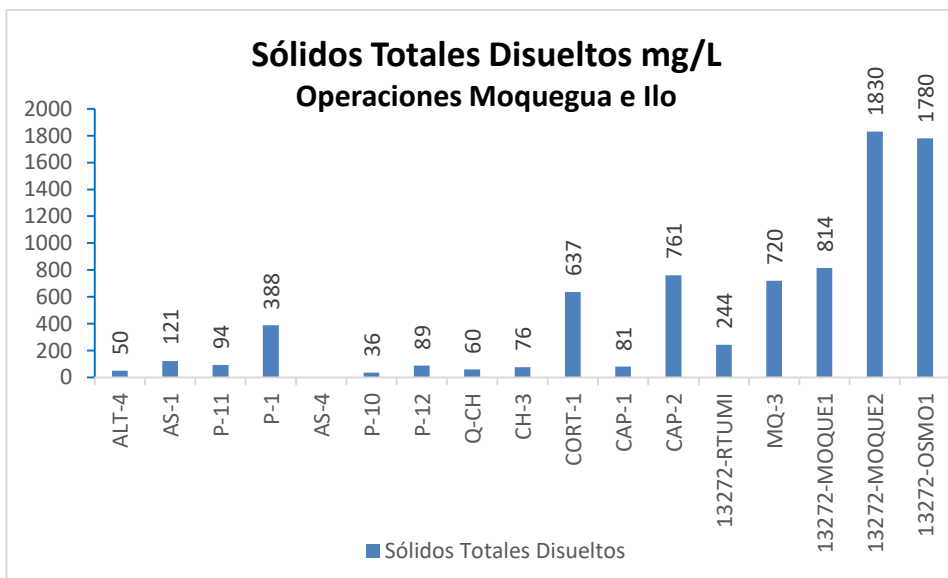
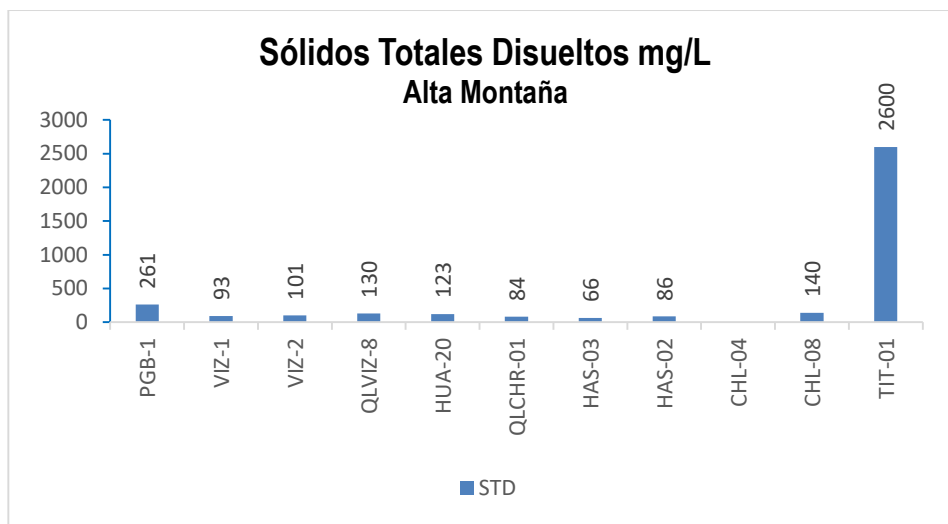


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sólidos totales disueltos, representan a todas las sales disueltas, formadas por cationes metálicos disueltos como los de Na, K, Ca, Mg y otros metales disueltos, no tiene buena relación con los metales totales debido a que estos por lo general se encuentran adsorbidos.

También está formado por aniones disueltos como los cloruros, fluoruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos entre otros. La principal fuente son las sales que se encuentran en el lecho del río y que se

disuelven en el agua. En época seca, solo la disolución de los iones del lecho es importante, pero en época de lluvia los iones disueltos pueden provenir del suelo y llegar disueltos en las escorrentías juntamente con los sólidos suspendidos. El ECA Agua Categoría 3 no contempla valores límites para este parámetro.

El contenido de sólidos totales disueltos se relaciona muy bien con el valor de la conductividad eléctrica.

Como se observa en gráfico 13, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sólidos totales disueltos entre 36 a 1830 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde por lo general se presenta alta concentración de los STD. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (261 mg/L), QLVIZ-8 (130 mg/L), VIZ-1 (93 mg/L) y VIZ-2 (101 mg/L) presentan altos valores de STD, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, VIZ-1 (103 – 395 mg/L) y VIZ-2 (84 – 335 mg/L) en época de lluvia donde por dilución disminuye la concentración de STD. Los valores en PGB-1 se asocian con valores moderados de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeseo (alto), plomo, potasio y sodio.

El contenido de STD del agua en el río Chilota CHL-8 (140 mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (87 – 859 mg /L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Chincune QLCHR-01 (84 mg/L) son los esperados, en el río Calasaya HUA-20 (123 mg/L) y las quebradas HAS-2 (86 mg/L) y HAS-3 (66 mg /L) se encuentran dentro de los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 (111 – 124 mg /L), para HAS-2 (81 – 94 mg/L) y para HAS-3 (51 – 56 mg /L), los valores son característicos en época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Titire en la estación TIT-1 (2600 mg/L) es alto, el efecto de dilución de la lluvia disminuye el valor de STD en época de lluvia, este valor es esperado en la línea de base ambiental (255 – 9362 mg/L).

Los STD en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (50 mg/L), río Asana AS-01 (121 mg/L), P-11 (94 mg/L), AS-4 (punto seco), P-12 (89 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-4 (25 – 116 mg/L), AS-01 (49 – 174 mg/L), P-11 (53 – 164 mg/L), P-12 (72 – 153 mg/L). El contenido de STD en la quebrada Millune P-01 (388 mg/L) es moderado por el ingreso de iones sulfatos y aluminio desde el suelo; estos se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base P-01 (160 – 425 mg/L). En la quebrada Sarayenque estación P-10 (36 mg/L) el contenido de STD en el agua es bajo y está dentro de lo esperado para la línea base P-10 (27 – 71 mg/L).

El contenido de STD en el río Charaque estaciones Q-CH (60 mg/L), CH-3 (76 mg/L) es bajo. El contenido para la estación CH-3 (43 – 87 mg/L) es la esperada en la línea base.

En el río Capillune estación CAP-1 (81 mg/L) el contenido de STD es bajo, sin embargo, en el CAP-2 (761 mg /L) son relativamente altos, probable concentración de sales en el agua e ingreso de aguas subterráneas. Estas concentraciones se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (175 – 3262 mg/L). Situación similar sucede en la quebrada Cortadera estación CORT-1 (637 mg/L) esto debido al bajo caudal y alta concentración de sales, este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de STD en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (244 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (720 mg/L), 13172RMoqu1 (814 mg /L), 13172RMoqu2 (1830 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1780 mg/L) son altos por concentraciones de sales e ingreso de aguas subterráneas. Los resultados del MAP 7 para las estaciones es similar a los encontrados en los MAP 1, 2, 4 y 5, 13172Rtumi1 (208 – 258 mg/L), 13172RMoqu1 (553 – 875 mg/L), 13172RMoqu2 (1154 – 2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (1200 – 2049 mg/L). Los valores de MQ-3 son referenciales para futuros monitoreos.

4.1.4.13. Sólidos Totales Suspendidos

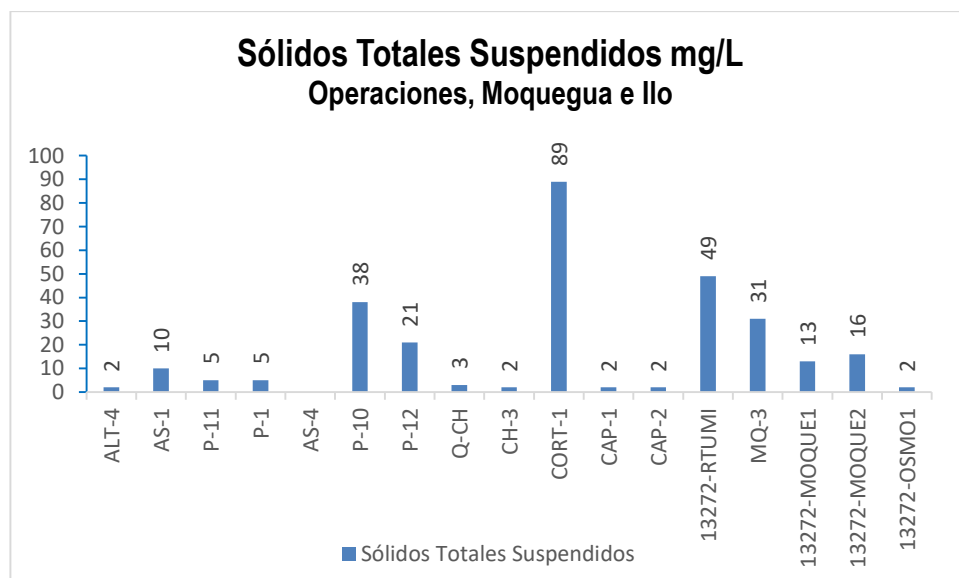
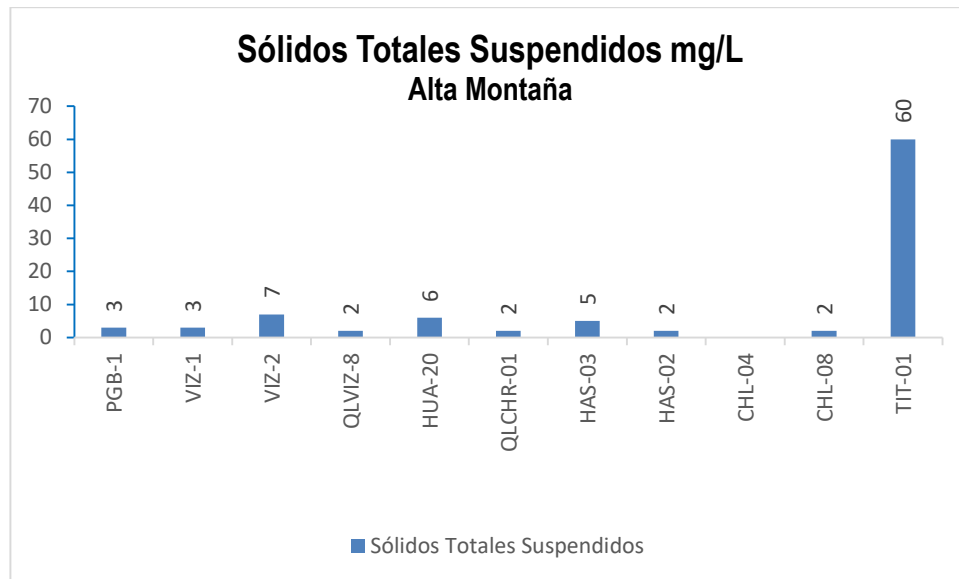


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sólidos totales en suspensión, son sólidos que permanecen en la columna del cuerpo de agua en el tiempo, son responsables del color y de la turbiedad, los microorganismos patógenos en más del 90 % se encuentran adheridos a este tipo de sólidos, por esta razón es importante su remoción antes de su uso. En época seca la cantidad de sólidos totales en suspensión es baja, pero en épocas de lluvia la acción de las lluvias genera escorrentías que arrastran material del suelo y todo lo que se encuentre sobre este al agua, generando valores significativamente mayores de sólidos totales en suspensión que en la época seca. El ECA Agua Categoría 3 no contempla un valor límite para este parámetro.

Como se observa en gráfico 14, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sólidos totales suspendidos entre 2 a 60 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse desprendimientos de material de suelo. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (3 mg/L), QLVIZ-8 (2 mg/L), VIZ-1 (3 mg/L) y VIZ-2 (7 mg/L) presentan valores altos de STS, los valores son los esperados en la línea de base ambiental y MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (2 - 15 mg/L), VIZ-1 (1 – 5 mg/L) y VIZ-2 (2 – 180 mg/L) en época de lluvia puede existir desprendimientos de material de suelo que incrementan los STS. Los valores moderados en VIZ-1 y VIZ-2 se asocian con valores moderados de aluminio y hierro en las arcillas del material de suelo.

El contenido de STS del agua en el río Chilota CHL-8 (2 mg/L), son bajos y los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (2 – 269 mg /L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, la lluvia diluye el contenido de STS, no existe mayores desprendimientos de material de suelo.

El contenido de STS en el río Chincune estación QLCHR-01 (2 mg/L), río Calasaya HUA-20 (6 mg/L) y las quebradas HAS-2 (2 mg/L) y HAS-3 (5 mg /L) superan los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (1 – 2 mg /L), HAS-2 (1 – 3 mg/L) y HAS-3 (2 – 3 mg /L), en el caso del HUA-20 se observa la influencia de las lluvias por incremento de STS.

El contenido de STS en el río Titire en la estación TIT-1 (60 mg/L) es alto debido al efecto de ingreso de material de suelo o desprendimientos de suelo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (2 – 283 mg/L). Estos valores se asocian a valores altos de hierro y aluminio componentes importantes del material de suelo.

Los STS en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (2 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (10 mg/L), P-11 (5 mg/L), son bajos, P-12 (21 mg/L) ligero ingreso de material de suelo al agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base para las estaciones ALT-04 (2 - 176 mg/L), AS-01 (2 - 159 mg/L), P- 11 (2 – 78 mg/L), P-12 (2 – 113 mg/L), y en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación AS-4 (2 – 12 mg/L). Los ríos Asana P-11, P-12 la concentración de STS no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

Los STS en las aguas de la quebrada Millune P-01 (5 mg/L), son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-01 (2 – 350 mg/L) característico de la época húmeda. En la quebrada Sarayenque P-10 (38 mg/L) son medianamente transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-10 (2 – 404 mg/L), la quebrada Millune P-01 y quebrada Sarayenque P-10 la concentración de STS no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

En el río Charaque CH-3 (2 mg/L) son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental CH-3 (2 – 639 mg/L), característico de la época húmeda.

El contenido de STS en el río Capillune CAP-1 (2 mg/L) y CAP-2 (2 mg /L) son transparentes se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (2 – 4600 mg/L) y CAP-2 (2 – 1064 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de STS en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (49 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (31 mg/L), 13172RMoqu1 (13 mg /L), estación 13172RMoqu2 (16 mg/L) y 13172Rosmo1 (2 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 6 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5 es similar para la estación 13172Rtumi1 (3 – 107 mg/L), para la estación

13172RMoqu1 (553 – 866 mg/L), 13172RMoqu2 (1154 – 2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (1200 – 2049 mg/L) son bajas, se tienen aguas claras no se tiene mayor ingreso de material particulado.

4.1.4.14. Sulfuros

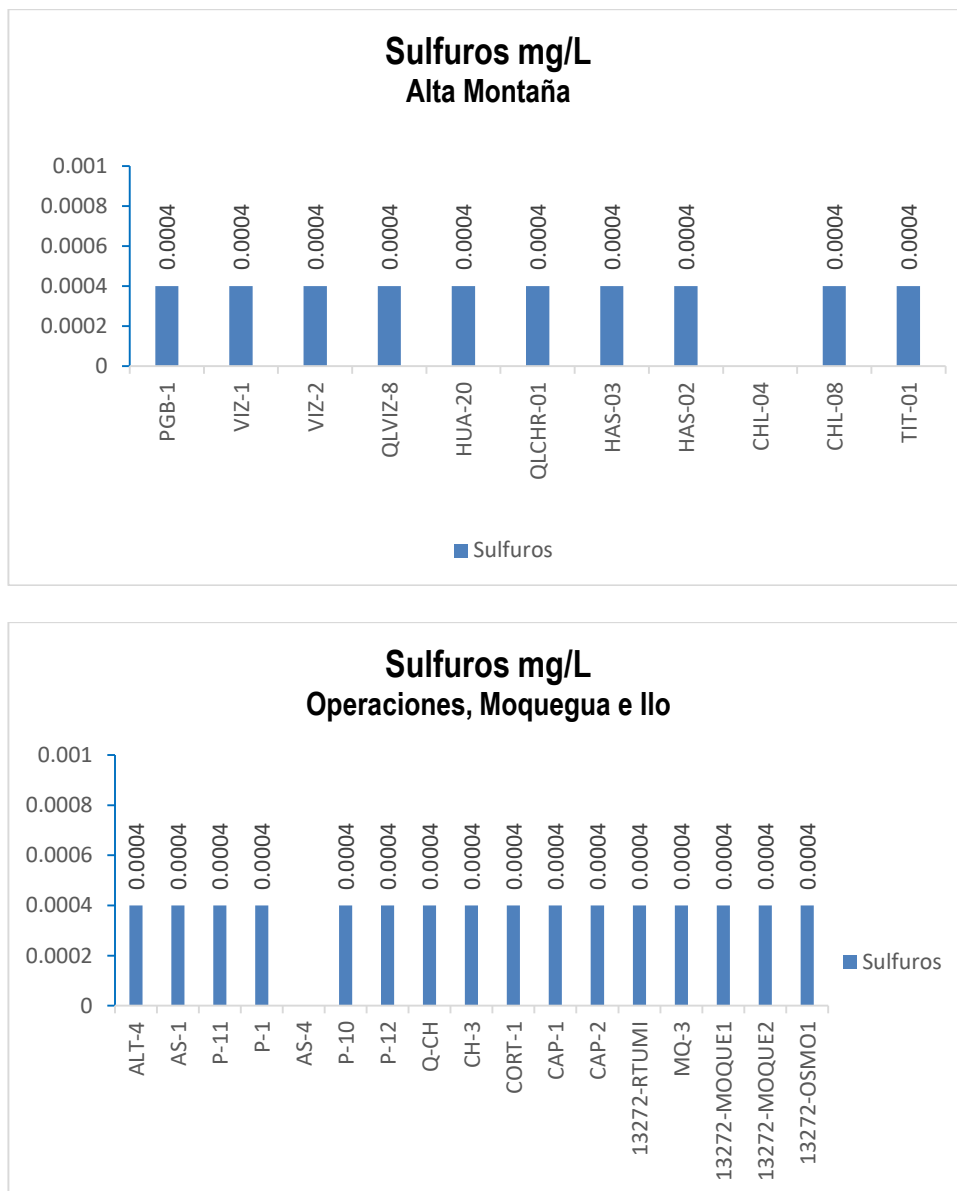


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sulfuros en la corteza terrestre están asociados con los metales, se encuentran a menudo en el agua subterránea, especialmente en manantiales calientes. Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos.

La concentración umbral para H₂S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H₂S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H₂SO₄ en las paredes de las tuberías.

Como se observa en gráfico 15, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de sulfuros no han sido detectadas, estos valores son similares a los esperados en los MAP 3, 4 y 5, para PGB-1 (0.0004 mg/L), VIZ-1 (0.0004 mg/L) y VIZ-2 (0.0004 – 0.004 mg/L), (CHL-8 (0.0004 mg /L), HUA-20 (0.0004 mg /L), HAS-2 (0.0004 mg/L) y HAS-3 (0.0004 – 0.002 mg /L) y la línea de base ambiental del TIT-1 (0.0004 – 0.025 mg/L) en época de lluvia puede existir ingreso de material de suelo por escorrentia que elevan la concentración de sulfuros.

Los sulfuros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (<0.0004 mg/L), río Asana AS-01 (<0.0004 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 mg/L), quebrada Millune P-01 (<0.0004 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (<0.0004 mg/L), río Charaque Q-CH (<0.0004 mg/L), CH-3 (<0.0004 mg/L) no han sido detectados, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 2,3, 4 y 5 para la estación ALT-04 (ND), AS-01 (ND – 0.005 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 – 0.012 mg/L), P-01 (<0.0004 – 0.004 mg/L), P-10 (ND), CH-3 (<0.0004 – 0.01 mg/L). El contenido de sulfuro en el río Capillune CAP-2 (<0.0004 mg /L) se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base (<0.0004 – 0.013 mg/L). Los ríos Asana P-11, AS-4, P-12, quebrada Millune P-01, río Charaque CH-3 y río Capillune CAP-02 la concentración de sulfuros no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de sulfuros en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.0004 mg/L) en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu1 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu2 (<0.0004 mg/L) en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0,0004 mg/L) no ha sido detectada. Los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 2,3, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (<0.0004 – 0.011 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.0004 – 0.014 mg/L), 13172RMoqu2 (<0.0004 – 0.005 mg/L) y 13172Rosmo1 (<0.0004 – 0.006 mg/L) la concentración de sulfuros no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

ANIONES

4.1.4.15. Cloruros

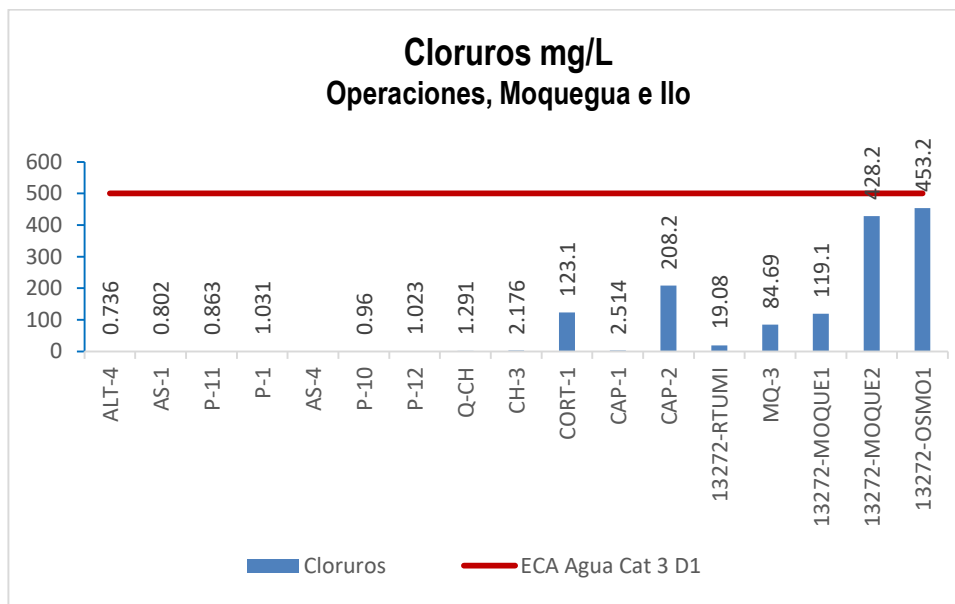
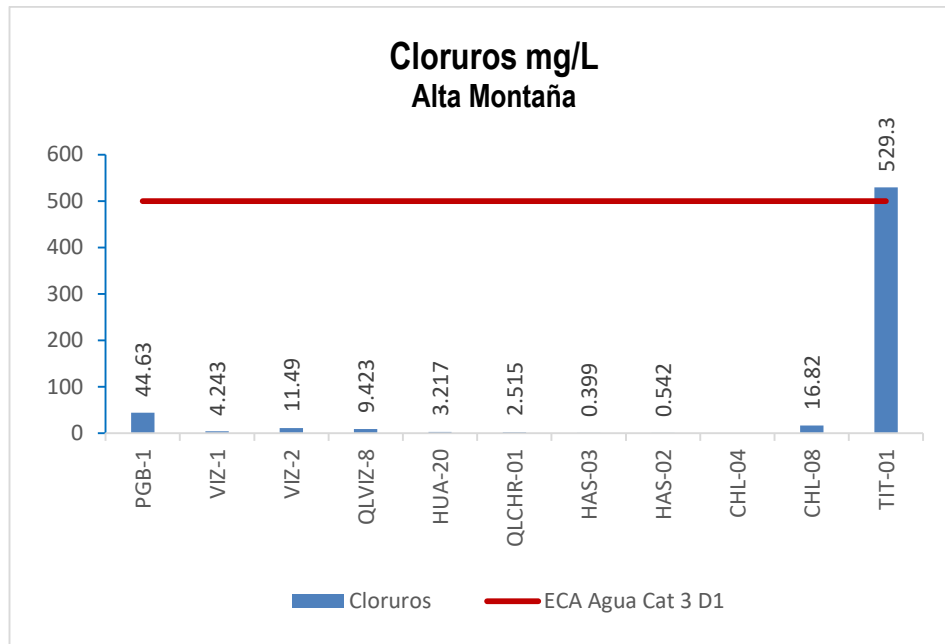


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los cloruros se encuentran en los suelos de Moquegua juntamente con los aluminosilicatos y sulfatos, se encuentra asociados al ion sodio, sólidos disueltos totales y la conductividad, estas sales de cloruro de sodio tienen origen marino o geológico. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 500 mg/L.

Como se observa en gráfico 16, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de cloruros entre 0.399 a 529.3 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (44.63 mg/L), QLVIZ-8 (9.423 mg/L), VIZ-1 (4.243 mg/L) y VIZ-2 (11.49 mg/L) presentan valores altos de cloruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (31.9 – 96.6 mg/L), VIZ-1 (4.028 – 59.37 mg/L), VIZ-2 (8.862 – 61.91 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de cloruros disminuye por dilución.

El contenido de cloruros del agua en el río Chilota CHL-8 (16.82 mg/L), son bajos y similares a los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (8.705 – 312.2 mg /L), no se tiene mayor ingreso de cloruros en el río chilota en época húmeda.

El contenido de cloruros en el río Chincune QLCHR-1 (2.515 mg/L), río Calasaya HUA-20 (3.217 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.542 mg/L) y HAS-3 (0.399 mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HAS-2 (0.484 – 0.846 mg/L) y HAS-3 (0.399 – 0.765 mg /L), superior en HUA-20 (4.229 – 10.925 mg /L), se observa una ligera influencia en la dilución por efecto de lluvias.

El contenido de cloruros en el río Titire en la estación TIT-1 (529.3 mg/L) es bajo debido al efecto de ingreso de material de suelo o desprendimientos de suelo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (48.03 – 4695 mg/L). El contenido de cloruros está directa relacionado con el valor de la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos en esta estación.

Los cloruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.736 mg/L), río Asana AS-01 (0.802 mg/L), P-11 (0.863 mg/L), P-12 (1.023 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.432 – 1.522 mg/L), AS-01 (0.672 – 6.654 mg/L), P-11 (0.596 – 1.494 mg/L), P-12 (0.72 – 2.916 mg/L).

Los cloruros en la quebrada Millune P-01 (1.031 mg/L), es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-01 (0.729 – 2.699 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.96 mg/L) es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-10 (0.607 – 2.366 mg/L).

En el río Charaque estaciones Q-CH (1.291 mg/L) y CH-3 (2.176 mg/L) la concentración de cloruros es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base para CH-3 (0.991 – 3.07 mg/L).

El contenido de cloruros en el río Capillune estaciones CAP-1 (2.514 mg/L) es baja mientras que en CAP-2 (208.2 mg /L) se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.843 – 18.55 mg/L) y CAP-2 (24.63 – 833.3 mg/L), se encuentra dentro de lo esperado para la línea base (24.63- 833.3 mg/L), se observa una dilución del contenido de cloruros por efecto de lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cloruros en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (19.08 mg/L) es baja, en el río Moquegua en las estaciones MQ-3 (84.69 mg/L), 13172RMoqu1 (119.1 mg/L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de cloruros, la estación 13172RMoqu2 (428.2 mg/L) es alta. En el río Osmore la concentración de cloruros en la estación 13172Rosmo1 (453.2 mg/L) es alta probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de cloruros. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5 para las estaciones 13172Rtumi1 (12.08 – 15.67 mg/L) es superior, para la estación 13172RMoqu1 (72.32 – 150 mg/L) es superior, para la estación 13172RMoqu2 (250.8 – 470.4 mg/L) cumple y para la estación 13172Rosmo1 (263.2 – 447.7 mg/L) es superior, la concentración de cloruros cuando disminuye el caudal es mayor en época seca en comparación con la época húmeda.

4.1.4.16. Fluoruro

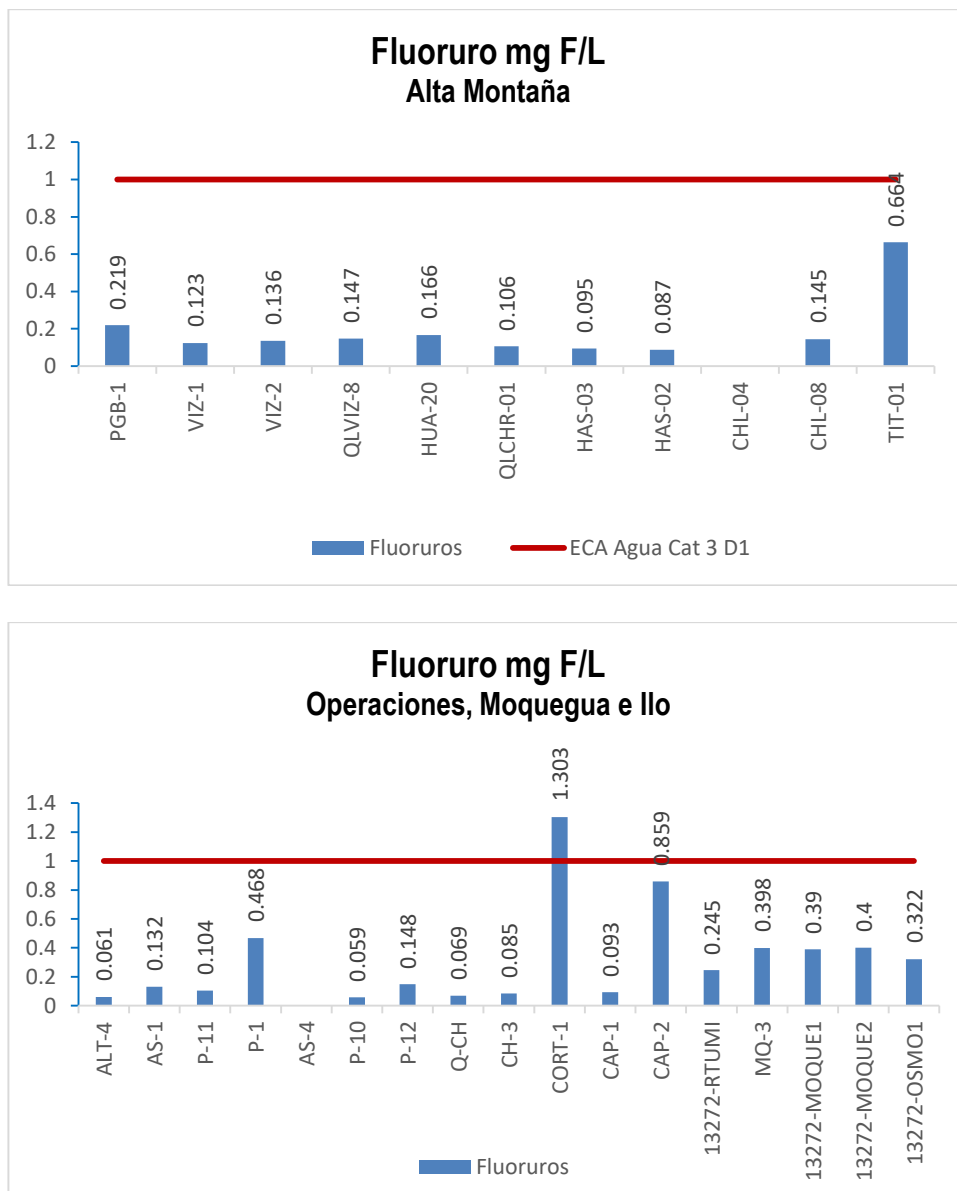


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Las fuentes naturales de fluoruro en el agua son las escorrentías de rocas erosionadas que contienen fluor o lixiviación del suelo a través del ingreso de aguas subterráneas. La lixiviación de rocas ígneas alcalinas, dolomita, fosforita y vidrios volcánicos resultan en grandes concentraciones en el agua. En el agua los fluoruros están fuertemente ligados con el aluminio principalmente a valores bajos de pH < 5. Los fluoruros también pueden formar complejos con el Calcio y Magnesio pudiendo ser removidos por

precipitación con los carbonatos. El exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar fluorosis óseo dental, también puede ocasionar daño a nivel del tejido hepático. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L.

Como se observa en gráfico 17, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de fluoruros entre 0.087 a 0.664 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.219 mg/L), QLVIZ-8 (0.147 mg/L), VIZ-1 (0.123 mg/L) y VIZ-2 (0.136 mg/L) presentan valores altos de fluoruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.002 – 0.481 mg/L), superior para VIZ-1 (0.083 – 0.175 mg/L) y VIZ-2 (0.038 – 2.136 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de fluoruros disminuyen por dilución.

El contenido de fluoruros del agua en el río Chilota CHL-8 (0.145 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.04 – 0.184 mg/L), en este caso los valores son característicos de época húmeda, por escorrentía desde el suelo la concentración de fluor se incrementa.

El contenido de fluoruros en el río Chincune QLVIZ-8 (0.147 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.166 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.087 mg/L) y HAS-3 (0.095 mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 HUA-20 (0.099 – 0.198 mg/L), HAS-2 (0.037 – 0.079 mg/L) y similares a los reportados para HAS-3 (0.097 – 0.053 mg/L), se observa una ligera influencia de escorrentías por efecto de lluvias

El contenido de fluoruros en el río Titire en la estación TIT-1 (0.606 mg/L) es moderado, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.002 – 1.956 mg/L), en época seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvias.

La concentración de fluoruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.061 mg/L), río Asana estaciones AS-01 (0.132 mg/L), P-11 (0.104 mg/L), P-12 (0.148 mg/L) P-01 (0.468 mg/L) son altos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.468 mg/L), río Charaque CH-3 (0.085 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1,2,4 y 5 valores de línea base para las estaciones P-11 (0.022 – 0.106 mg/L), P-12 (0.036 – 0.138 mg/L), P-01 (0.111 – 0.452 mg/L), CH-03 (0.027 – 0.084 mg/L). El contenido de fluoruros en el río Capillune CAP- 2 (0.859 mg/L) es alto y se encuentra dentro de lo esperado para la línea base (0.111 -2.691 mg/L), se observa una dilución del contenido de fluoruros por efecto de las lluvias en esta estación.

En la quebrada Sarayenque P-10 (0.059 mg/L) la concentración de fluoruros es bajo este valor es esperado en la línea base P-10 (0.011 – 0.059 mg/L).

La concentración de fluoruros en el río Charaque Q-CH (0.069 mg/L) y CH-3 (0.085 mg/L) la concentración es baja, este valor es esperado en la línea base para CH-3 (0.027 – 0.084 mg/L).

El contenido de fluoruros en el río Capillune CAP-1 (0.093 mg/L) es bajo, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP 1 (0.002 – 0.104 mg/L), se observa una concentración alta del fluor en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con aguas subterráneas. Situación similar sucede en la quebrada Cortadera CORT-1 (1.303 mg/L), este valor es referencial y será utilizado en futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de fluoruros en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.245 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.398 mg/L), 13172RMoqu1 (0.39 mg/L), la estación

13172RMoqu2 (0.4 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.322 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.123 – 0.203 mg/L), la estación 13172RMoqu1 (0.204 – 0.352 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (0.186 – 0.364 mg/L) son mayores probablemente por el ingreso de aguas subterránea o riego con aguas subterránea, para la estación 13172Rosmo1 (ND – 0.295 mg/L) están dentro de lo esperado.

4.1.4.17. Nitratos

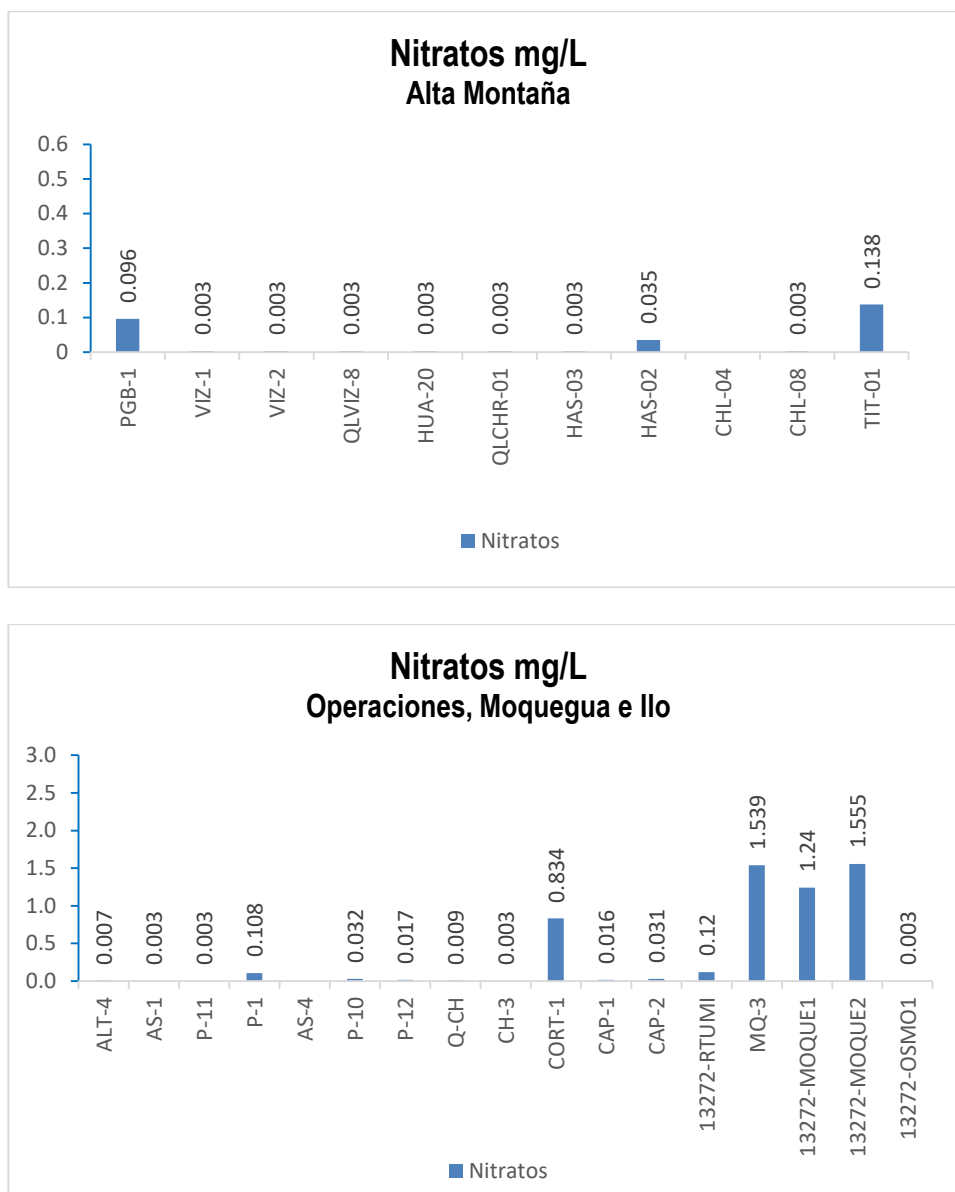


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los nitratos se forman a partir de la descomposición de materia orgánica nitrogenada como aminoácidos y proteínas que son liberados en las aguas residuales domésticas, que se degradan por acción de los microorganismos formando en primer lugar nitrógeno amoniacal, nitritos y como producto final de la oxidación los nitratos. Otra fuente adicional de nitratos es el ingreso desde el suelo en forma de fertilizantes nitrogenados. El exceso de nitratos en el agua de consumo puede provocar la metahemoglobinemia. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 100 mg/L para la suma de nitratos y

nitritos, para nitritos fija un valor de 10 mg/L. En el presente informe solo se interpreta el contenido de nitratos debido a que los nitritos no han sido detectados

Como se observa en gráfico 18, las calidades del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de nitratos entre <0.003 a 0.138 mg/L, estos característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.096 mg/L), QLVIZ-8 (0.003 mg/L), VIZ-1 (0.003 mg/L) y VIZ-2 (0.003 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (<0.003 – 0.375 mg/L), superior para VIZ-1 (<0.003 – 0.129 mg/L) y similar para VIZ-2 (<0.003 – 0.185 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de nitratos disminuyen por dilución.

El contenido de nitratos del agua en el río Chilota CHL-8 (0.003 mg/L), son bajos y con respecto a la línea de base ambiental para el CHL-8 (<0.003 – 0.156 mg/L) están dentro de lo esperado.

El contenido de nitratos en el río Chincune QLCHR-01 (<0.003), río Calasaya HUA-20 (0.003 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.035 mg/L) y HAS-3 (<0.003 mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4 y 5 superiores para HUA-20 (<0.003 – 0.008 mg/L), similares para HAS-2 (0.008 – 0.137 mg/L) y HAS-3 (<0.003 mg/L), se observa ligera dilución por efecto de lluvias en la estación HAS-2 y HAS-3.

El contenido de nitratos en el río Titire en la estación TIT-1 (0.138 mg/L) es bajo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.068 – 0.972 mg/L), se observa dilución de contenidos de nitratos en época húmeda por efecto de lluvias.

Los nitratos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.007 mg/L) y río Asana AS-01 (<0.003 mg/L), P-11 (<0.003 mg/L), P-12 (0.017 mg/L) son bajos, estos valores están dentro de lo esperado para los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-01 (0.003 – 0.274 mg/L), AS-01 (<0.003 – 0.127 mg/L), P-11 (0.003 – 0.169 mg/L), P-12 (0.003 – 0.131 mg/L), se observa una dilución del contenido de nitratos por efecto de las lluvias.

El contenido de nitratos en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.108 mg/L) es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base P-01 (0.007 – 0.269 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.032 mg/L) la concentración de nitratos es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base, P-10 (0.003 – 0.25 mg/L)

En el río Charaque Q-CH (0.009 mg/L) y CH-3 (0.003 mg/L) la concentración de nitratos es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base para CH-3 (0.003 – 0.357 mg/L).

El contenido de nitratos en el río Capillune CAP-1 (0.016 mg/L) y CAP-2 (<0.031 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.003 – 0.293 mg/L) y CAP-2 (0.003 – 1.417 mg/L), no se tiene fuente de nitratos en época húmeda. Situación similar se presenta en la quebrada Cortadera CORT-1 (0.834 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de nitratos en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.12 mg/L) es baja, en el río Moquegua la estación MQ-3 (1.539 mg/L) la concentración nitratos es alta ausencia de fuentes de nitratos, la estación 13172RMoque1 (1.24 mg/L) es moderada presencia de una fuente de nitratos probablemente agua subterránea o aguas residuales, la estación 13172RMoque2 (1.555 mg/L) es moderada, se tiene ingreso de aguas residuales o subterráneas y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.003 mg/L) la concentración de nitratos no es detectada. Los resultados del MAP 7 en

comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.045 – 0.183 mg/L), 13172RMoqu1 (2.120 – 4.954 mg/L), 13172RMoqu2 (1.461 – 5.526 mg/L) y para la estación 13172Rosmo1 (ND – 1.842 mg/L) están dentro de lo esperado, el efecto de lluvias no tiene mayor influencia en la concentración de nitratos para estas estaciones.

4.1.4.18. Sulfatos

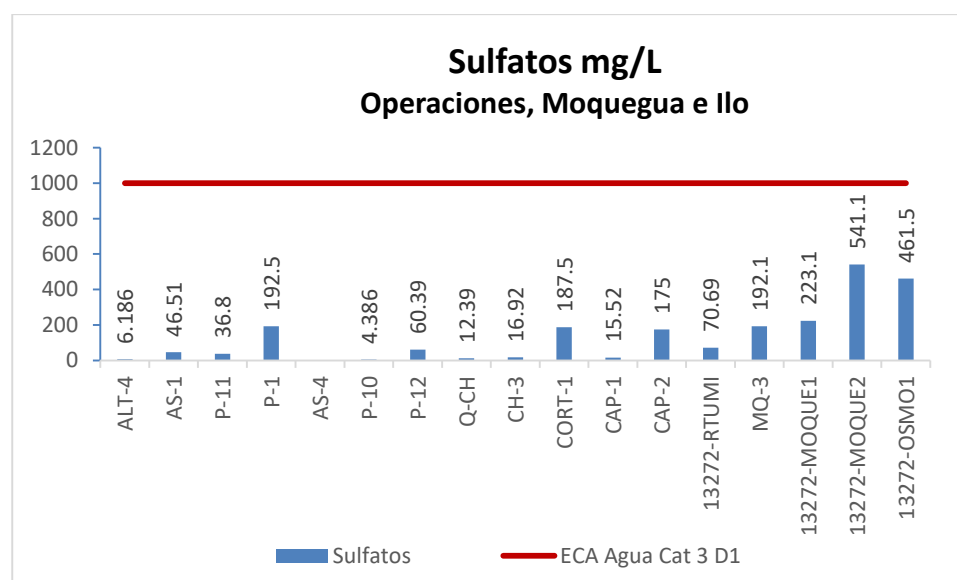
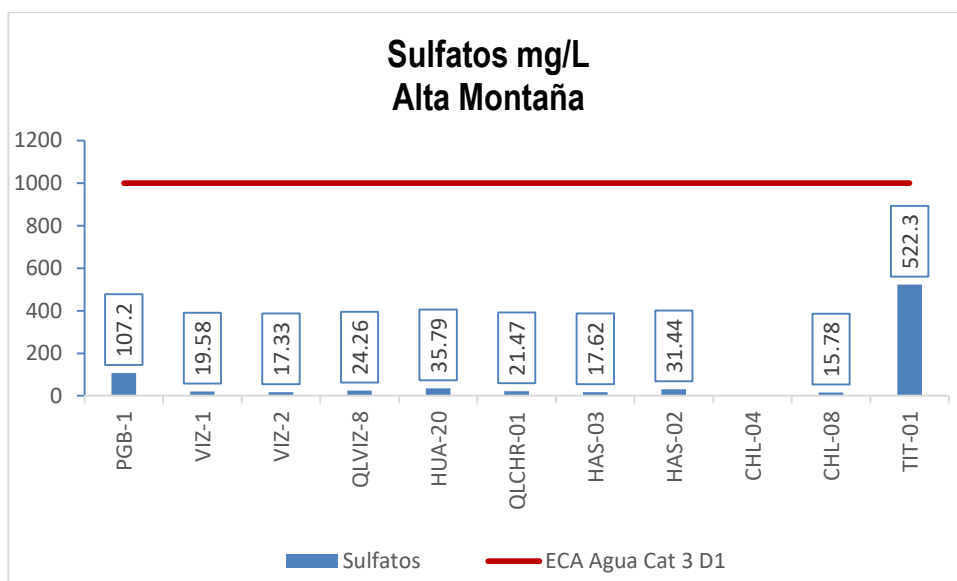


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los sulfatos en el agua pueden provenir de la oxidación de minerales sulfurados, que por la acción del oxígeno del aire liberan el aluminio y hierro generando sulfatos en forma de ácido sulfúrico que baja drásticamente el valor del pH, también por la disolución de minerales como o sulfatados como la Alunita ((K,Na)Al₃(SO₄)₂(OH)₆) y la Jarosita KFe₃(SO₄)₂(OH)₆. De otro lado los sulfatos pueden provenir de la disolución de sulfatos de sodio, calcio, magnesio entre otras sales solubles. Los sulfatos en las zonas de estudio son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e Ilo realizado por el INRENA Jun-2004 se encontró que las aguas son de naturaleza sulfatada o bicarbonatada cálcica, siendo la presencia de los sulfatos significativa. El ECA Agua Categoría 3 para riego de vegetales es 1000 mg/L.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presenta concentraciones de sulfatos entre 17.33 a 522.3 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (107.2 mg/L), QLVIZ-8 (24.26 mg/L), VIZ-1 (19.58 mg/L) y VIZ-2 (17.33 mg/L) presentan valores altos de sulfatos que disminuyen con el incremento del caudal por efectos de dilución, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (38.41 – 191.1 mg/L), VIZ-1 (24.79 – 136.42 mg/L) y VIZ-2 (7.542 – 133.6 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de sulfatos disminuyen por dilución.

El contenido de sulfatos del agua en el río Chilota CHL-8 (15.78 mg/L), es bajo y está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.79 – 51.26 mg/L), para el caso del CHL-8 se observa una dilución del contenido de sulfatos por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

El contenido de sulfatos en el río Chincune QLCHR-01 (21.47 mg/L) es moderado, en el río Calasaya HUA-20 (35.79 mg/L), en las quebradas HAS-2 (31.44 mg/L) y HAS-3 (27.62 mg/L) es bajo. Estos valores son superiores a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (19.66 – 31.71 mg/L), similares para HAS-2 (31.26 – 40.06 mg/L) y HAS-3 (12.77 – 25.7 mg/L), se observa ingreso por escorrentías desde el suelo por efecto de lluvias en la estación

El contenido de sulfatos en el río Titire en la estación TIT-1 (522.3 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (63.93 – 1006 mg/L), se observa dilución del contenido de sulfatos en época húmeda por efecto de lluvias.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sulfatos entre 6.186 a 541.1 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvias.

Los sulfatos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (6.186 mg/L), río Asana AS-01 (46.51 mg/L), P-11 (36.8 mg/L), P-12 (60.39 mg/L) son bajos, Los valores encontrados están dentro de lo esperado según los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, y los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (4.487 – 58.18 mg/L), AS-01 (5.394 – 73.56 mg/L), P-11 (21.23 – 49.1 mg/L), P-12 (30.33 – 68.05 mg/L) son menores.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (192.5 mg/L) es moderada en comparación con la época húmeda la mayor oxidación de material sulfuroso o disolución de minerales sulfatados pueden estar incrementando el contenido de sulfatos y aluminio en esta quebrada, estos resultados son los esperados en la línea de base P-01 (98.21 – 238.9 mg/L). En la estación de la quebrada Sarayenque P-10 (4.386 mg/L) la concentración de sulfatos es baja, estos resultados son los esperados en la línea de base P-10 (2.851 – 13.36 mg/L).

En el río Charaque estaciones Q-CH (12.39 mg/L) y CH-3 (16.92 mg/L), la concentración de sulfatos es baja, estos resultados son los esperados en la línea de base para CH-3 (11.51 – 19.43 mg/L).

El contenido de sulfatos en el río Capillune CAP-1 (15.52 mg/L) es baja y en la estación CAP-2 (175 mg/L) es moderada esto se debe al ingreso de suelo disuelto en agua e ingreso de agua subterránea

se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (9.183 – 20.18 mg/L), para CAP-2 (36.39 – 978.3 mg/L), se observa concentración de sales por disminución del caudal.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de sulfatos en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (70.69 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (192.1 mg/L), 13172RMoque1 (223.1 mg /L), la estación 13172RMoque2 (541.1 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (461.5 mg/L) es moderada. Los resultados del MAP 6 son los esperados de los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (72.35 – 75.87 mg/L), 13172RMoque1 (160.1 – 280.9 mg/L), 13172RMoqu2 (358.7 – 603.3 mg/L) y 13172Rosmo1 (370.6 – 554.1 mg/L), el incremento del caudal por efecto de las lluvias diluye la concentración de sulfatos en estas estaciones.

METALES

4.1.4.19. Aluminio

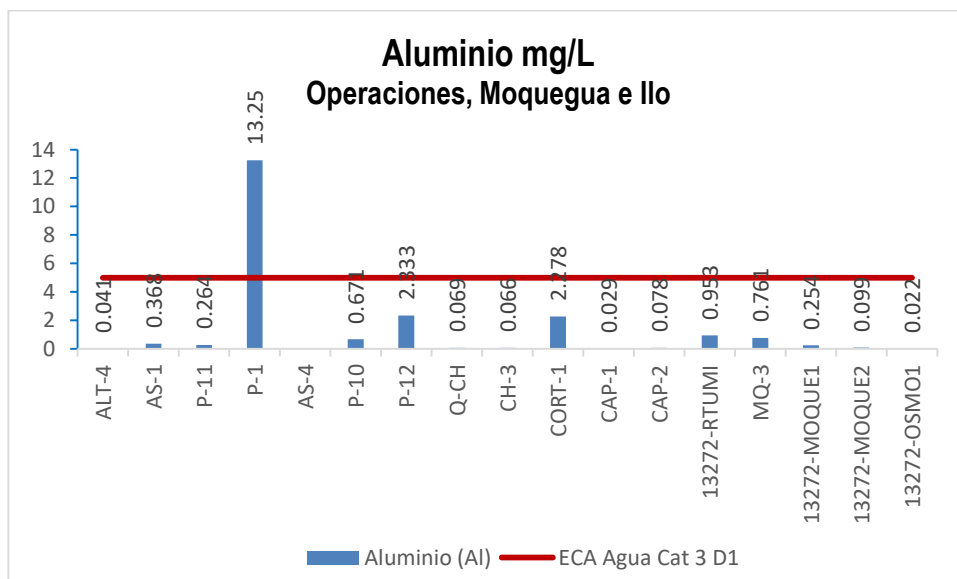
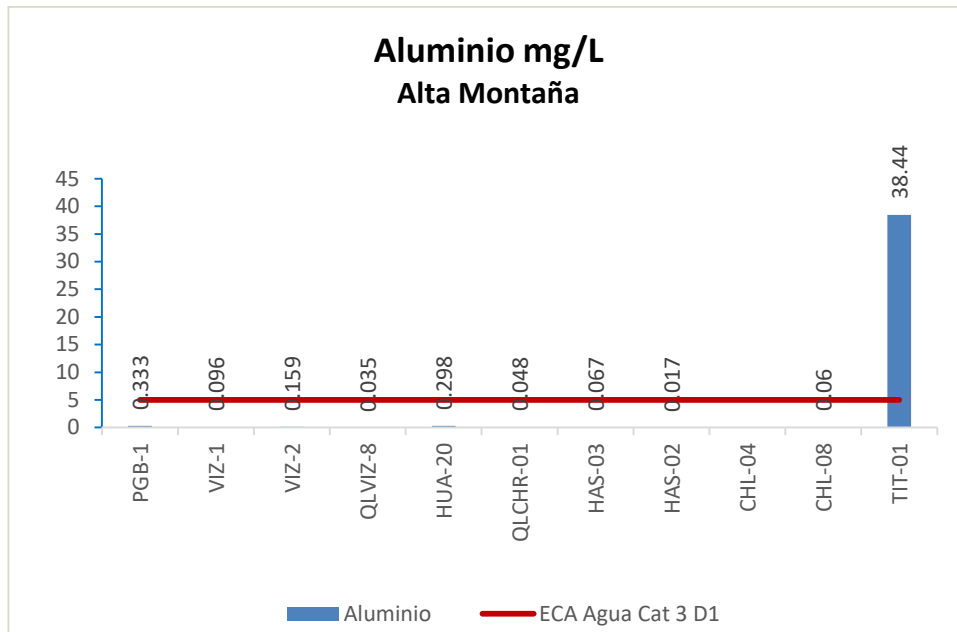


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El aluminio se presenta en agua natural como resultado de la meteorización de rocas que contienen aluminio como la gibbsita $\text{Al}(\text{OH})_3$, Alunita $((\text{K},\text{Na})\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6)$. La presencia de acidificación del agua es una respuesta geoquímica de la movilización del aluminio de la superficie terrestre a los ambientes acuáticos. Esta movilización está frecuentemente asociado con eventos de fundición de hielo de los nevados o procesos de erosión de suelos. El Aluminio disuelto tiene estado de oxidación $3+$ que forma un acuo complejo capaz de liberar iones hidronio que reducen el valor del pH. La presencia de iones sulfatos y fluoruros permite la formación de complejos de aluminio que regulan su solubilidad. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 5 mg/L.

Como se observa en gráfico 20, la calidad del agua en las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 presentan concentraciones de aluminio entre 0.017 a 0.333 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.333 mg/L) presenta un valor bajo, QLVIZ-8 (0.035 mg/L), VIZ-1 (0.096 mg/L) y VIZ-2 (0.159 mg/L) presentan valores bajos de aluminio debido a la influencia de las aguas del embalse, estos los valores son superiores a los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.001 – 6.69 mg/L), similar a los de VIZ-1 (0.0523 – 4.83 mg/L) y VIZ-2 (0.001 – 6.444 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de aluminio disminuyen por dilución, no presenta aporte por escorrentías o desprendimientos.

El contenido de aluminio del agua en el río Chilota CHL-8 (0.06 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 6.858 mg/L), los resultados no difieren entre la época seca y húmeda.

El contenido de aluminio en el río Chincune QLCHR-01 (0.048 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.298 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.017 mg/L) y HAS-3 (0.067 mg/L), son superiores a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.039 – 0.0482 mg/L), similares a los de HAS-2 (<0.02 – 0.05 mg/L) y HAS-3 (<0.02 – 0.0513 mg/L), los resultados de época seca y húmeda son similares.

El contenido de aluminio en el río Titire en la estación TIT-1 (38.44 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego y superior en la línea de base ambiental (0.343– 26.89 mg/L), se observa ingreso de aluminio en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generada en épocas de lluvias o probables desprendimientos de suelo.

El contenido de aluminio en las estaciones de la zona de operaciones excepto el Millune P-01 (13.25 mg/L), presentan concentraciones altas superando los valores de la línea de base ambiental <0.011 a 1.754 mg/L, no cumple con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego debido al ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos de suelo.

La concentración de aluminio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.041 mg/L), río Asana AS-01 (0.368 mg/L), P-11 (0.264 mg/L), P-12 (0.078 mg/L) son bajos, estos valores son menores a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y dentro de los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.001 – 1.054 mg/L), AS-01 (<0.001 – 2.671 mg/L), P-11 (0.001 – 2.102 mg/L), P-12 (0.001 – 5.636 mg/L).

En el caso de la concentración de aluminio de la estación en la quebrada Millune P-01 (13.25 mg/L) es muy alta probablemente el ingreso de aguas subterráneas, oxidación o disolución del material de suelo y concentración por disminución del caudal sean las fuentes de aluminio en esta estación, esta concentración de aluminio es la esperado en línea base para las estaciones P-01 (5.384 – 22.97 mg/L).

En la quebrada Sarallénque P-10 (0.671 mg/L), no se tiene una fuente de aluminio, estos resultados se encuentran dentro lo establecido por la línea base P-10 (<0.001 – 6.249 mg/L).

La concentración de Aluminio, en el río Charaque las estaciones Q-CH (0.069 mg/L) y CH-3 (0.066 mg/L) son bajas, estos valores se encuentran dentro de lo establecido para línea base de CH-3 (0.001 – 12.49 mg/L).

El contenido de aluminio en el río Capillune CAP-1 (0.029 mg/L), CAP-2 (<0.078 mg /L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.001 – 42.61 mg/L) y CAP-2 (0.001 – 13.84 mg/L), no se observa fuente de ingreso de aluminio en época húmeda. Situación similar se observa en la quebrada Cortadera CORT-1 (2.278 mg/L) está dentro de los límites establecidos por los ECA agua Categoría 3 agua de riego, este valor es referencia para futuros Monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo las concentraciones de aluminio se encuentran entre 0.022 y 0.953 mg/L, las estaciones 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172ROsmo1 no superan lo establecido por los ECA Agua Categoría 3 agua de riego estos resultados son característicos de la época húmeda donde se tienen aguas claras y no hay ingreso desde el suelo.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de aluminio en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (0.953mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.761 mg/L), 13172RMoque1 (0.254 mg/L), 13172RMoqu2 (0.099 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.022 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 7 son los esperados en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (0.23 – 0.419 mg/L) supera, 13172RMoqu1 (0.023 – 1.153 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.194 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.0385 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas incrementan la concentración de aluminio en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

4.1.4.20. Arsénico

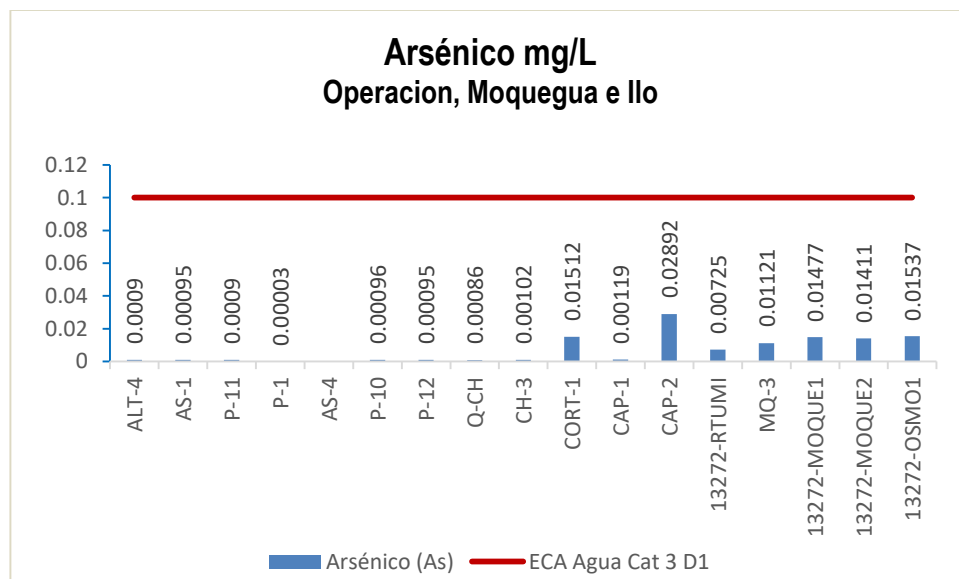
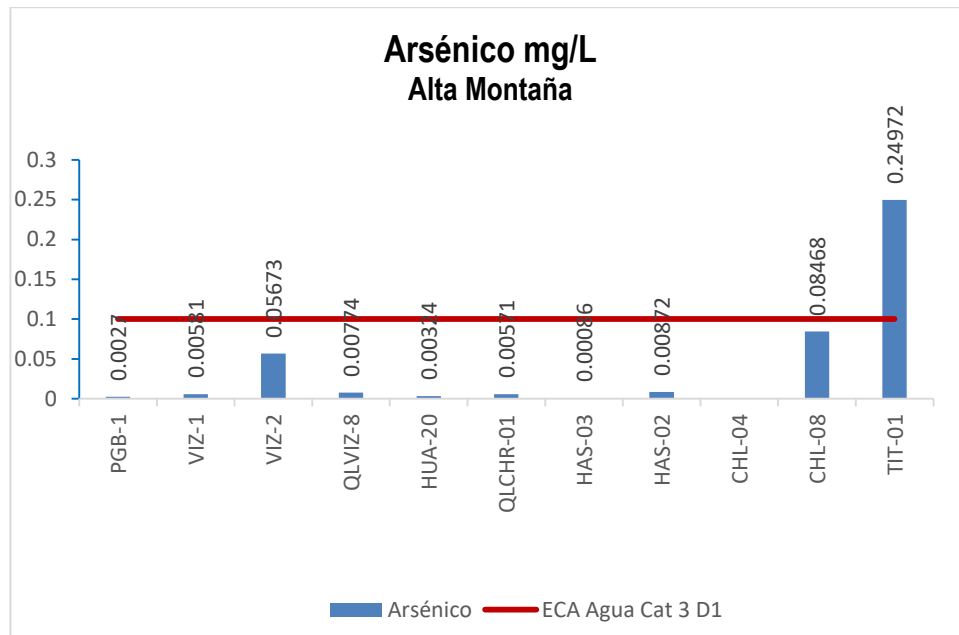


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Arsénico aparece como componente secundario en composición variable en varios minerales sulfurados como la pirita, galena, calcopirita entre otros y en óxidos como los hematites y óxidos de hierro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.1 mg/L para riego de vegetales y de 0.2 para bebida de animales.

Como se observa el gráfico 21, la calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-01 presentan concentraciones de arsénico entre 0.00086 a 0.08468 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.0027 mg/L), QLVIZ-8 (0.00774 mg/L), VIZ-1 (0.00581 mg/L) y VIZ-2 (0.05673 mg/L) presentan valores bajos de arsénico que se incrementan con el ingreso del agua del río Chilota, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.0003 – 0.0257 mg/L), VIZ-1 (0.0003 – 0.00681 mg/L) y VIZ-2 (0.0207 – 0.1238 mg/L), en época húmeda concentraciones de arsénico en el río Vizcachas son incorporadas por las aguas del río Chilota.

El contenido de arsénico del agua en el río Chilota en CHL-8 (0.08468 mg/L) es moderado probable ingreso de aguas subterráneas. Están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0511 – 0.2221 mg/L), se observa incremento del contenido de arsénico por efecto de concentración de metales cuando el caudal disminuye e ingresos de otras fuentes de agua.

El contenido de arsénico en el río Chincune QLCHR-01 (0.00571 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.00324 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.00872 mg/L) y HAS-3 (0.00086 mg/L) son bajos, y están dentro de lo esperado en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.003 – 0.1 mg/L), para HAS-2 (0.008 – 0.00902 mg/L) y HAS-3 (0.001 – 0.00108 mg/L), en época húmeda la concentración de arsénico por efecto de dilución generada por lluvias.

El contenido de arsénico en el río Titire en la estación TIT-1 (0.24972 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.0308 – 1.557 mg/L), se observa concentración del contenido de arsénico en época húmeda por efecto de lluvias.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de arsénico entre 0.00003 y 0.02892 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de arsénico en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.0009 mg/L), río Asana AS-01 (0.00095 mg/L), P-11 (0.0009 mg/L), P-12 (0.00095 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.0003 – 0.0038 mg/L), P-11 (0.0003 – 0.0044 mg/L) y P-12 (0.0003 – 0.0095 mg/L).

La concentración de arsénico en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.00003 mg/L), estos valores son los esperados en la línea base P-01 (0.0003 – 0.0069 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.00096 mg/L) son bajos y son los esperados en la línea base P-10 (<0.0003 – 0.0037 mg/L).

La concentración de arsénico en las estaciones del río Charaque Q-CH (0.00086 mg/L) y CH-3 (0.00102 mg/L) son bajos, estos valores son los esperados en la línea base para CH-3 (0.0003 – 0.0048 mg/L). La concentración de arsénico en el río Capillune CAP-1 (0.00119 mg/L) y CAP-2 (0.02892 mg/L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.0003 – 0.0465 mg/L)

y CAP-2 (0.0003 – 0.133 mg/L), no se observa mayor ingreso de arsénico en la zona de estudio en época húmeda.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de arsénico en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.00725 mg/L) es baja, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (0.01121 mg/L), 13172RMoqu1 (0.01477 mg/L), 13172RMoqu2 (0.01411 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.01537 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 7 son similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para las estaciones 13172Rtumi1 (ND – 0.00477 mg/L), estación 13172RMoqu1 (ND – 0.01329 mg/L), estación 13172RMoqu2 (ND – 0.01062 mg/L) y estación de 13172Rosmo1 (ND – 0.01141 mg/L), no se ha detectado una fuente de arsénico en esta zona de estudio en la época húmeda.

4.1.4.21. Bario

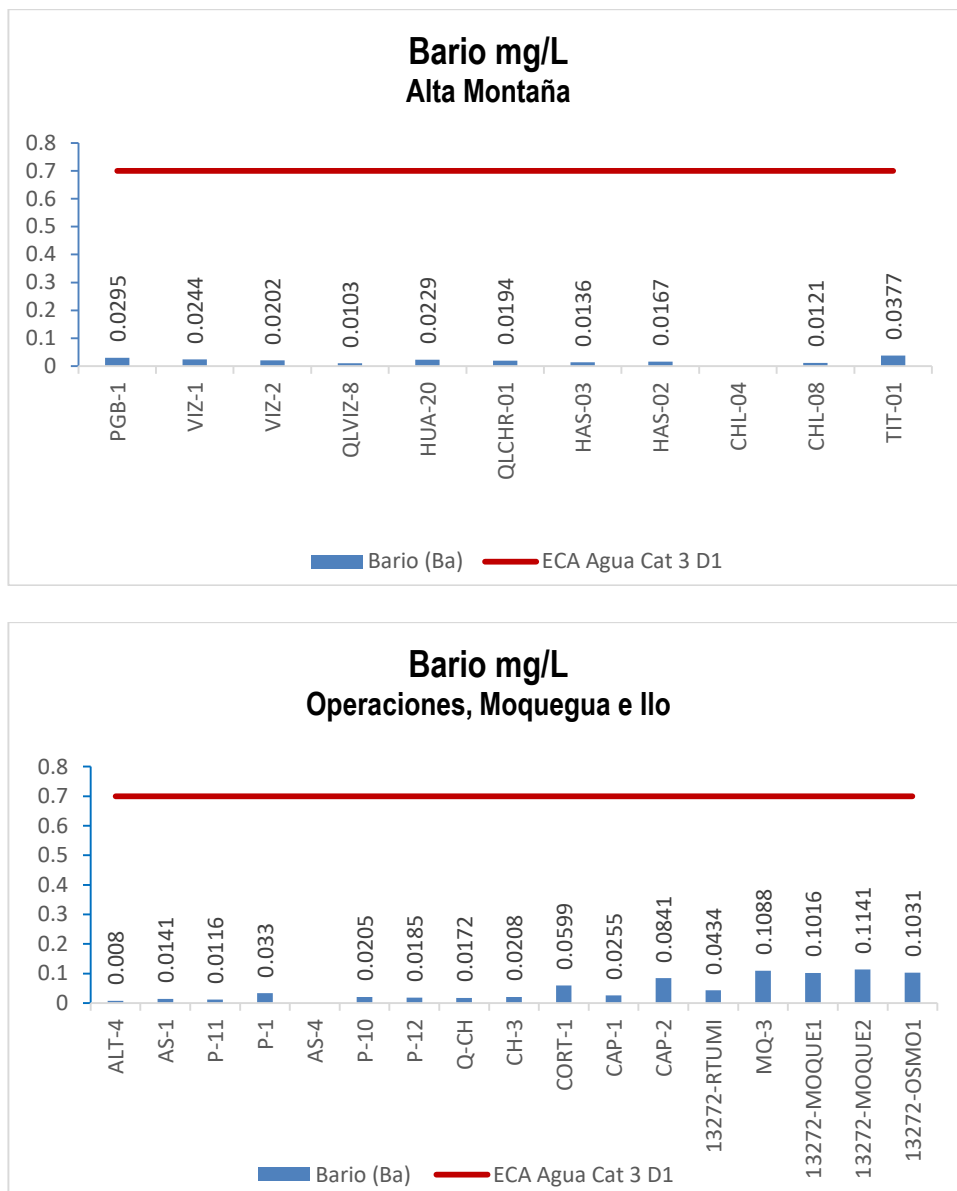


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza, parece ser más abundante que el estroncio en rocas ígneas, pero en rocas carbonatadas es menor. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.7 mg/L para riego de vegetales y bebida de animales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña presenta concentraciones de bario entre 0.0103 a 0.0377 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de bario entre 0.008 mg/L a 0.1141 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse

dilución por efectos de lluvia. La calidad de agua en el río vizcachas en la estación PGB-1 (0.0295 mg/L), VIZ-1 (0.0244 mg/L) y VIZ-2 (0.0202 mg/L) presentan valores bajos de Bario que disminuye con el ingreso del agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3,4 y 5, son menores para el PGB-1 (0.0237-0.0821 mg/L), similares para el VIZ-1 (0.017-0.099 mg/L) y VIZ-2 (0.0085-0.0955 mg/L).

El contenido de Bario del agua en el río Chincune QLCHR-01 (0.0194 mg/L), Chilota CHL-8 (0.0121 mg/L), en el río Calazaya HUA-20 (0.0229 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.0167 mg/L) y HAS-3 (0.0136 mg/L), están dentro de lo esperado en los MAP 3,4 y 5 para el CHL-8 (0.0079 – 0.0974 mg/L) y HAS-3 (0.0116 – 0.017 mg/L), es superior HUA-20 (0.007 – 0.018 mg/L) y bajo para HAS-2 (0.017 – 0.02 mg/L), todos cumplen con los ECA agua Categoría 3 agua para riego, resultados característicos de la época húmeda.

El contenido de Bario en el río Titire en la estación TIT-1 (0.0377 mg/L) cumple con el valor establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.024 – 0.1496 mg/L), se observa dilución del contenido de bario en época húmeda por efecto de lluvias.

La concentración de bario en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Asana P-11 (0.0116 mg/L), P-12 (0.0185 mg/L), son bajos, situación similar sucede en las estaciones de la quebrada Millune P-01 (0.033 mg/L), río Charaque CH-3 (0.0208 mg/L), estos valores son mayores a los resultados obtenidos en los MAP 1,2,4 y 5 para la estación P-11 (0.0001 – 0.0363 mg/L) y similares a los valores de línea base para las estaciones P-12 (0.0114 – 0.0736 mg/L), P-01 (0.0151 – 0.1456 mg/L) y CH-3 (0.0134 – 0.1718 mg/L). El contenido de bario en el río Capillune CAP-2 (0.0841 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea base CAP-2 (0.0377 – 0.1818 mg/L), se observa una dilución del contenido de bario por efecto de las lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de Bario en el río Tumilaca estación 13172RTumi1 (0.0434 mg/L) es baja, en el río Moquegua la estación 13172RMoqu1 (0.1016 mg/L), la estación MQ-3 (0.1088 mg/L) baja, la estación 13172RMoqu2 (0.1141 mg/L) es baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.1031 mg/L) es baja. Los resultados del MAP 7 están dentro de lo esperado para los valores de línea base para las estaciones 13172RTumi1 (0.0334 – 0.053 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0818 – 0.10255 mg/L), 13172Rosmo1 (0.0747 – 0.106 mg/L) y mayor al de 13172RMoque2 (0.0867 – 0.11366 mg/L), todas las estaciones cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, asimismo las escorrentías del suelo o desprendimientos de suelo por efecto de suelo o efecto de lluvia aportan bario en las estaciones de monitoreo.

4.1.4.22. Boro

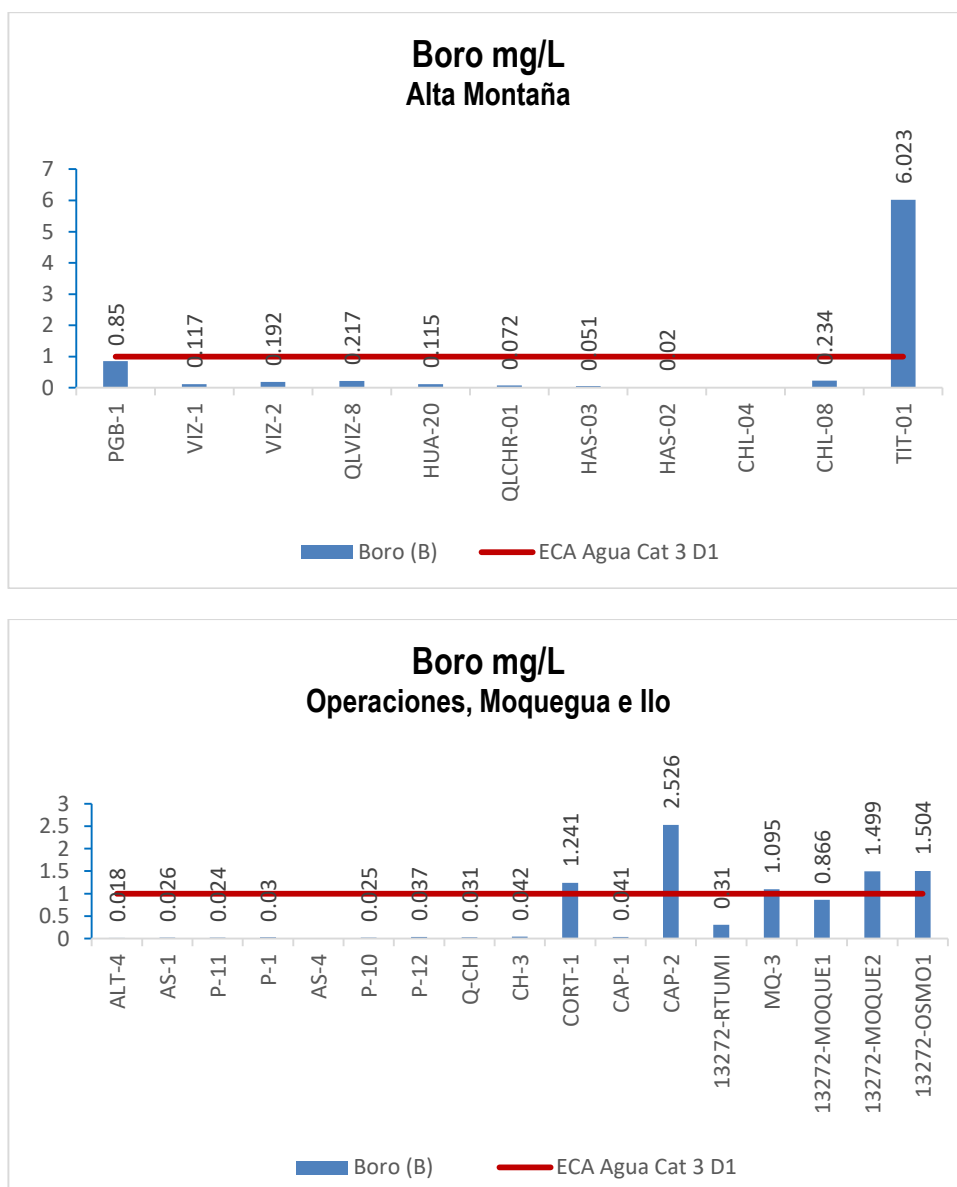


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El boro prácticamente es un constituyente de todas las aguas naturales. Es un elemento esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero la cantidad que necesitan las plantas es muy pequeña. El agua que contiene 1 o 2 mg/L de boro puede ser tóxico para los cítricos, sin embargo, cultivos como la alfalfa pueden tolerar más de 4 mg/L en el agua de riego. La OMS ha fijado un valor guía para agua de consumo humano después de potabilizar 0.3 mg/L para el boro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L para agua de riego subcategoría D1, y de 5 mg/L para bebida de animales D2.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 presentan concentraciones de boro entre 0.02 a 0.85 mg/L cumplen con los ECA Agua Categoría 3 agua de riego,

estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efecto de lluvia. La cantidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.85 mg/L) presenta un valor moderado de boro, VIZ-1 (0.117 mg/L), VIZ-2 (0.192 mg/L), presentan valores bajos de boro, que disminuye con el ingreso de fuentes de agua y se incrementa con el río Chilota, estos valores están dentro de lo esperado para PGB-1 (0.463 – 1.537 mg/L), VIZ-1 (0.1 – 1.24 mg/L), VIZ-2 (0.1258 – 1.34 mg/L), se observa dilución de la concentración de boro por efecto de las lluvias en época húmeda.

El Río Chincune la estación QLVIZ-8 (0.217 mg/L) y QLCHR-01 (0.072 mg/L) presentan valores bajos de boro y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.1335 – 1.829 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos valores son característicos de la época húmeda.

El contenido de boro en el río Calasaya HUA-20 (0.115 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.02 mg/L) y HAS-3 (0.051 mg/L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.1184 – 0.2 mg/L) bajo, para HAS-2 (0.016 – 0.0262 mg/L) dentro de lo esperado y HAS-3 (0.02 – 0.081 mg/L) dentro de lo esperado, se observa efecto en la concentración de boro con la época húmeda para la estación HUA-20.

El contenido de boro en el río Titire en la estación TIT-1 (6.023 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (0.0004 – 136.9 mg/L), se observa concentración de boro por ingreso de aguas de naturaleza geotermal.

La concentración de Boro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo estuvo entre 0.018 y 2.526 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda el contenido de boro se concentra por efecto de la dilución generada por lluvias e ingreso de otras fuentes.

La concentración de boro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.018 mg/L), río Asana AS-01 (0.026 mg/L), P-11 (0.024 mg/L), P-12 (0.037 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.03 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (0.025 mg/L), río Charaque CH-3 (0.042 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y para los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.00047 – 0.3428 mg/L), AS-01 (0.00047 – 1.817 mg/L), P-11 (0.00047 – 0.1222 mg/L), P-12 (0.00047 – 0.1201 mg/L), P-01 (0.00047 – 0.1992 mg/L), P-10 (0.00047 – 0.2169 mg/L), CH-3 (0.00047 – 0.2003 mg/L).

El contenido de boro en el río Capillune CAP-1 (0.041 mg/L) es bajo, para CAP-2 (2.526 mg/L) es alto no cumple con el ECA Agua Categoría 3 para riego y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.316 – 19.83 mg/L), se observa concentración de boro en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con estas. Situación similar se observa para la quebrada Cortadera CORT-1 (1.241 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de boro en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.31 mg/L) es alta, en el río Moquegua estaciones MQ-3 (1.095 mg/L), 13172RMoqu1 (0.866 mg/L), 13172RMoqu2 (1.499 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (1.504 mg/L) la concentración de boro es alta. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.1607 – 0.228 mg/L) es menor, para 13172RMoqu1 (0.8057 – 1.152 mg/L) es menor, 13172RMoqu2 (1.304 – 1.895 mg/L) menor y 13172Rosmo1 (1.801 – 1.85 mg/L) es mayor, existe una gran dilución de ese elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

4.1.4.23. Cadmio

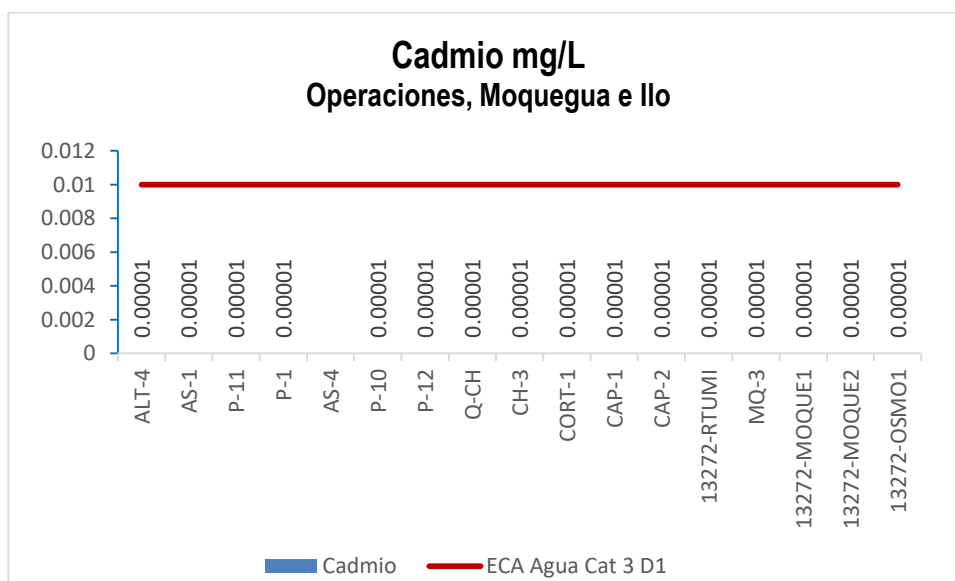
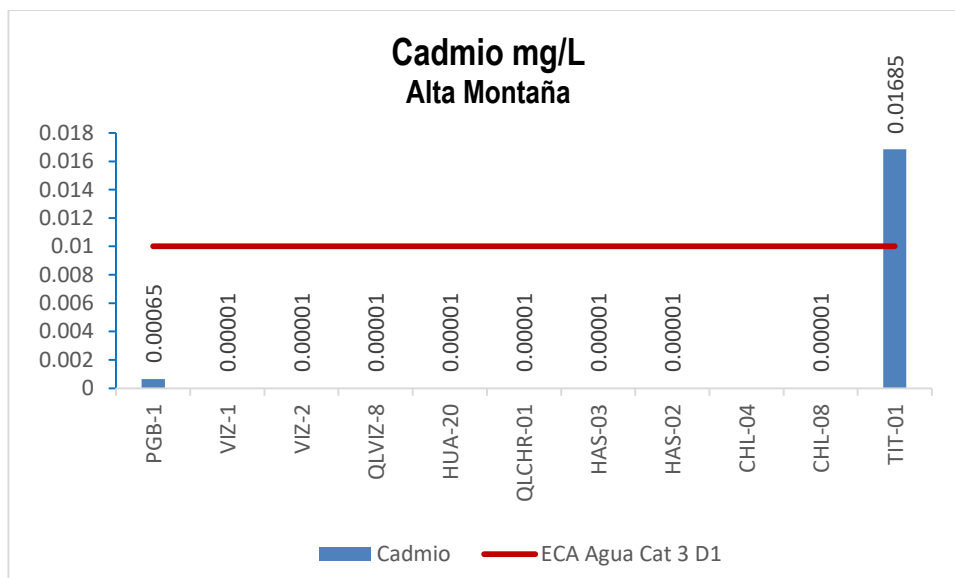


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Cadmio se encuentra en la corteza terrestre con una abundancia de 0,1–0,5 mg/L esta comúnmente asociada con minerales de zinc, plomo y cobre. El Cadmio es un elemento tóxico que al ser consumido en bajas concentraciones por periodos prolongados puede ocasionar daños a nivel del riñón. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,01 mg/L para riego de vegetales D1 y 0,05 para bebida de animales D2.

La concentración de Cadmio en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 las concentraciones de cadmio están entre <0.00001 y 0.00065 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son mayores para el PGB-1 ($0.00003 - 0.000036$ mg/L), menores para el VIZ-1 ($<0.00003 - 0.0035$ mg/L), VIZ-2 ($0.00003 - 0.0022$ mg/L), CHL-4 (<0.00003 mg/L), CHL-8 (<0.00003 mg /L), HUA-20 (<0.00003 mg /L), HAS-2 ($<0.00003 - 0.00004$ mg/L) y HAS-3 ($<0.00003 - 0.00005$ mg /L) no se observa una fuente de ingreso de cadmio en época húmeda.

La concentración de cadmio en el río Titire en la estación TIT-1 (0.01685 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($<0.0003 - 0.1102$ mg/L), se observa que la concentración fue similar al periodo húmedo.

La concentración de cadmio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cadmio <0.00001 , todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda, dilución del contenido de cadmio por efecto de las lluvias.

La concentración de cadmio en el agua de la zona de operaciones no ha sido detectada (<0.00001 mg/L). Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como con los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.00001 mg/L), AS-01 (<0.00001 mg/L), (P-11 (<0.00001 mg/L), P-01 (<0.00001 mg/L), P-10 (<0.00001 mg/L), P-12 ($<0.00003 - 0.00005$ mg/L), CAP-2 ($<0.00003 - 0.00007$ mg/L), CH-3 (<0.0003 mg/L), no se detecta fuente de cadmio en periodo húmedo.

Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es menor para la estación 13172Rtumi1 ($<0.00003 - 0.00013$ mg/L), 13172RMoqu1 ($<0.00003 - 0.00006$ mg/L), 13172RMoqu2 ($<0.00003 - 0.00007$ mg/L) y 13172Rosmo1 ($<0.00003 - 0.00004$ mg/L), no se tiene fuentes de cadmio en época húmeda.

4.1.4.24. Calcio

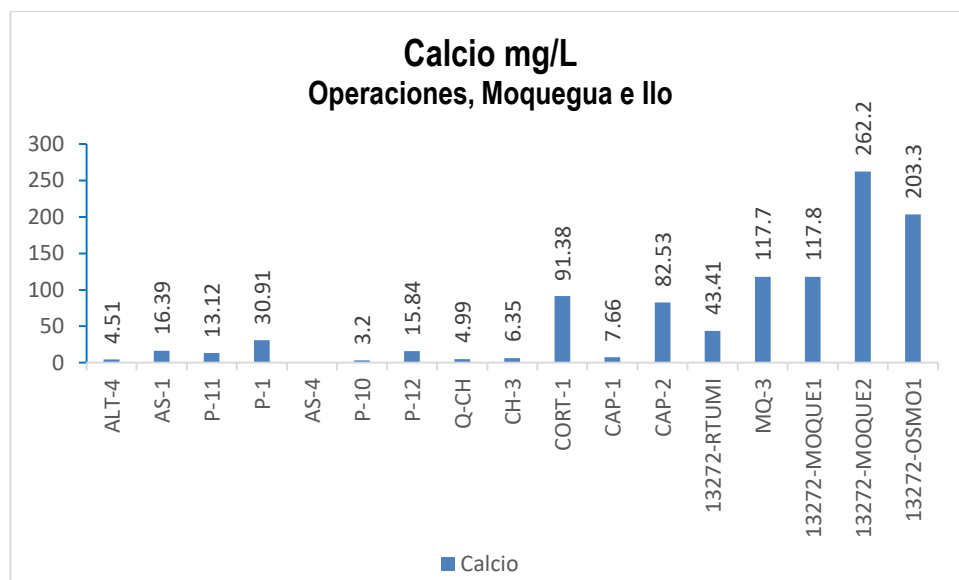
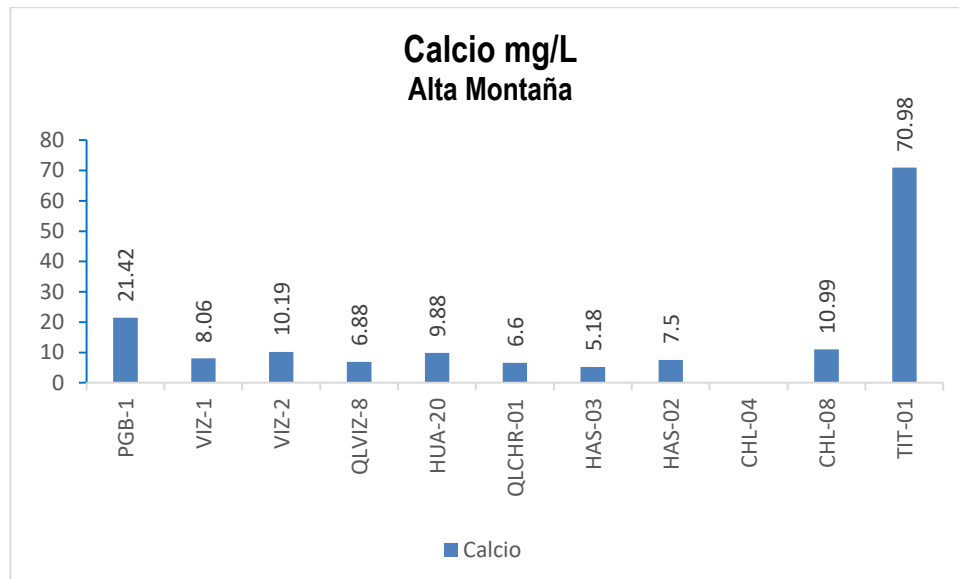


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Calcio es el catión que tiene generalmente la mayor concentración en la mayoría de los ecosistemas de agua dulce. Es un elemento importante en muchos procesos geoquímicos. Entre los minerales primarios que contribuyen a este elemento está el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), la anhidrita (CaSO_4), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), la calcita y la aragonita (CaCO_3). La concentración del ión calcio y del magnesio determina la dureza del agua. El ECA Agua categoría 3, no fija un valor para el calcio.

La concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña concentraciones de calcio entre 5.18 a 70.98 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde la

disminución del caudal incrementa provoca la precipitación del calcio disminuyendo su concentración (ablandamiento). La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (21.42 mg/L) presenta valores moderados al periodo húmedo, QLVIZ-8 (6.88 mg/L) y VIZ-1 (8.06 mg/L) presenta valores bajos por dilución por el ingreso de otros cuerpos de agua y VIZ-2 (10.19 mg/L) presentan valores bajos de calcio que disminuye con el ingreso de fuentes de agua y se incrementa con el agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (15.55 – 34.76 mg/L), bajos para VIZ-1 (8.16 – 30.223 mg/L) y similar para VIZ-2 (5.18 – 26.76 mg/L), se observa dilución de la concentración de calcio por efecto de las lluvias en época húmeda

La concentración de calcio del agua en el río Chilota CHL-8 (10.99 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.6 – 67.4 mg /L), se observa una dilución del contenido de calcio por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de calcio en el río Chincune QLCHR-01 (6.6 mg/L), río Calasaya HUA-20 (9.88 mg/L) y las quebradas HAS-2 (7.5 mg/L) y HAS-3 (5.18 mg /L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (5.42 – 10.353 mg /L) similar, HAS-2 (7.77 – 8.373 mg/L) menor y HAS-3 (4.46 – 4.936 mg /L) es superior, se observa una efecto de dilución de iones calcio desde el fondo o del suelo por efecto de incremento de caudal.

La concentración de calcio en el río Titire en la estación TIT-1 (70.98 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (22.6 – 289.9 mg/L), se observa ingreso de calcio de aguas subterráneas.

La concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de calcio entre 3.2 y 262.2 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de calcio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (4.51 mg/L), río Asana AS-01 (16.39 mg/L), P-11 (13.12 mg/L), P-12 (15.84 mg/L) son bajos situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (30.91 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (3.2 mg/L), río Charaque Q-CH (4.99 mg/L) y CH-3 (6.35 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y similares para los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (3.08 – 21.09 mg/L), AS-01 (4.67 – 23.6 mg/L), P-11 (7.83 – 18.64 mg/L), P-12 (10.4 – 20.6 mg/L), P-01 (17.37 – 39.14 mg/L), P-10 (2.6 - 7.14 mg/L), CH-3 (5.24 – 10.02 mg/L), estos valores son bajos por efecto de dilución de lluvias

La concentración de calcio en el río Capillune CAP-1 (7.66 mg/L) es baja y en CAP-2 (82.53 mg /L) es moderado debido al ingreso de aguas subterráneas, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (15.61 – 359.2 mg/L). Situación similar sucede en la quebrada Cortadera CORT-1 (91.38 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de calcio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (43.41 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (117.7 mg/L), 13172RMoqu1 (117.8 mg /L), 13172RMoqu2 (262.2 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (203.3 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 7 en comparación con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación13172Rtumi1 (31.88 – 40.73 mg/L) es superior, 13172RMoqu1 (82.41 – 151.3 mg/L) similar, para 13172RMoqu2 (181.6 – 297.6 mg/L) es similar y 13172Rosmo1 (139.1 – 251.1 mg/L) es similar, existe una gran dilución de este elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

4.1.4.25. **Cobalto**

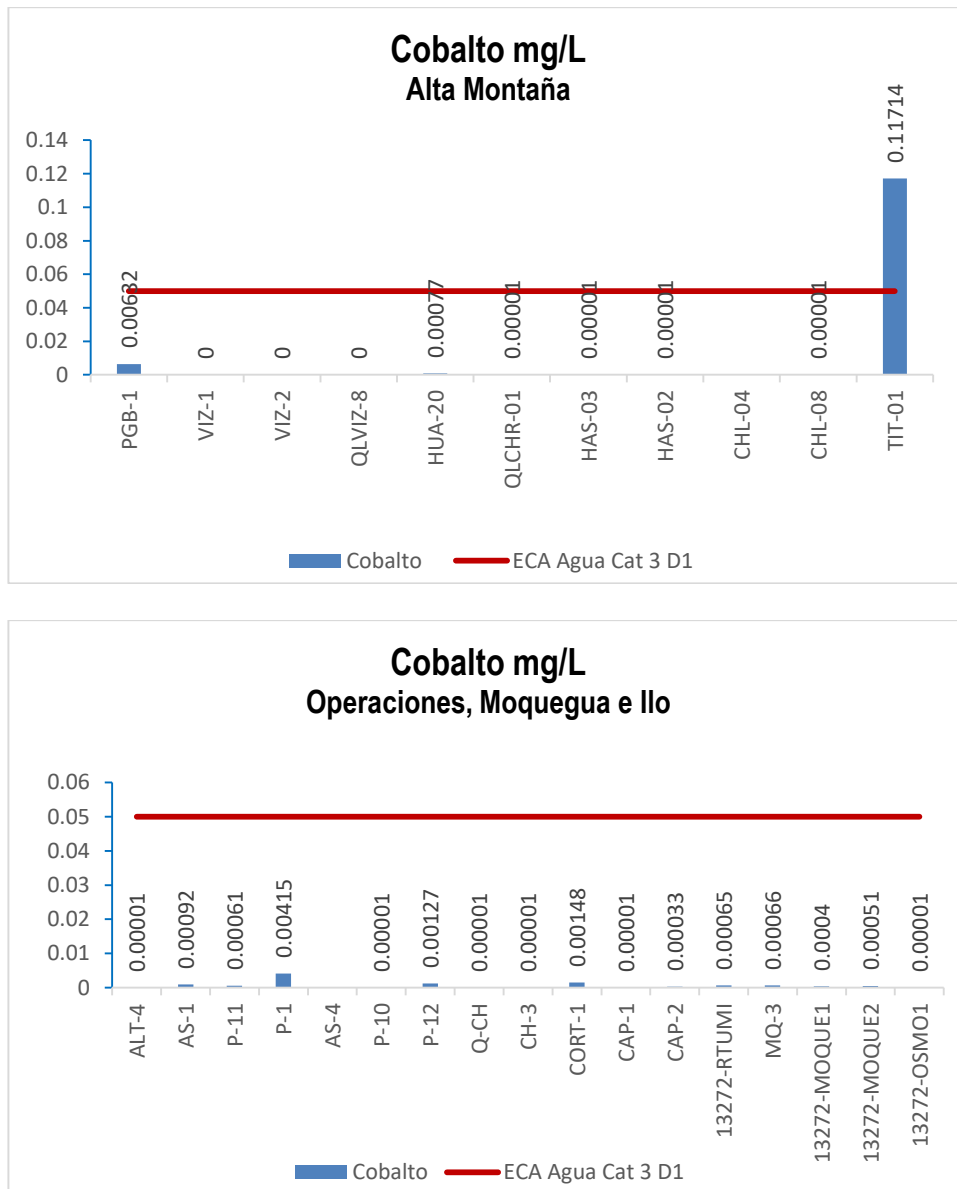


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Pequeñas cantidades de cobalto son encontradas en muchas rocas, agua y plantas. En el agua se encuentra en forma iónica disuelta, por lo general se encuentra asociado a cobre y níquel.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobalto ($<0.00001 - 0.00632$ mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde se concentran por disminución del caudal. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 ($0.00004 - 0.02611$ mg/L), VIZ-1 ($<0.0002 - 0.02777$ mg/L), VIZ-2 ($0.00004 - 0.01773$ mg/L), CHL-8 ($0.00004 - 0.00466$ mg /L), HUA-20 ($0.0002 - 0.0008$ mg /L), HAS-2 (0.00003 mg/L) y HAS-3 ($<0.00007 - 0.0002$ mg /L) se observa dilución de la concentración de cobalto por efecto de las lluvias en época húmeda.

El contenido de cobalto en el río Titire en la estación TIT-1 (0.11714 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($<0.0004 - 0.08653$ mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobalto en época húmeda por efecto de lluvias probable ingreso desde el suelo.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobalto entre <0.00001 y 0.00415 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda.

Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.00004 mg/L), AS-01 ($<0.00004 - 0.00217$ mg/L), (P-11 ($0.00004 - 0.00094$ mg/L), P-01 ($0.00004 - 0.00472$ mg/L), P-10 (<0.00001), P-12 ($<0.00004 - 0.00425$ mg/L), CAP-2 ($<0.00001 - 0.00721$ mg/L), CH-3 ($<0.00001 - 0.00082$ mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cobalto en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (<0.00065 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.00066 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.0004 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (<0.00051 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.00001 mg/L) son altos probable ingreso por escorrentía o aporte de otro cuerpo de agua. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 ($<0.00001 - 0.00084$ mg/L), 13172RMoqu1 ($<0.00001 - 0.00056$ mg/L), 13172RMoqu2 ($<0.00001 - 0.00104$ mg/L) y 13172Rosmo1 ($<0.00001 - 0.00084$ mg/L), existe ingreso de cobalto desde el suelo o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

4.1.4.26. Cobre

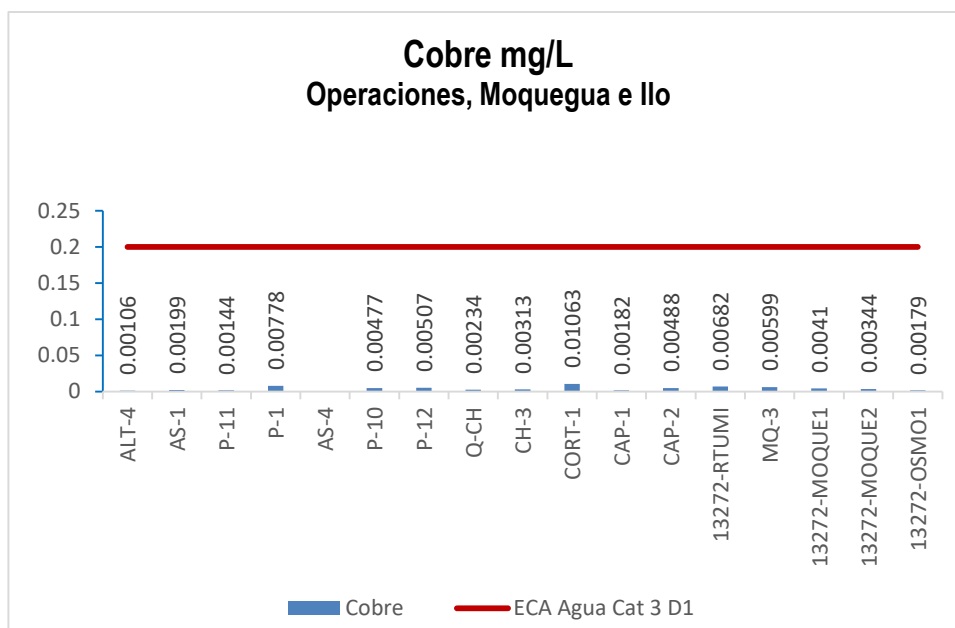
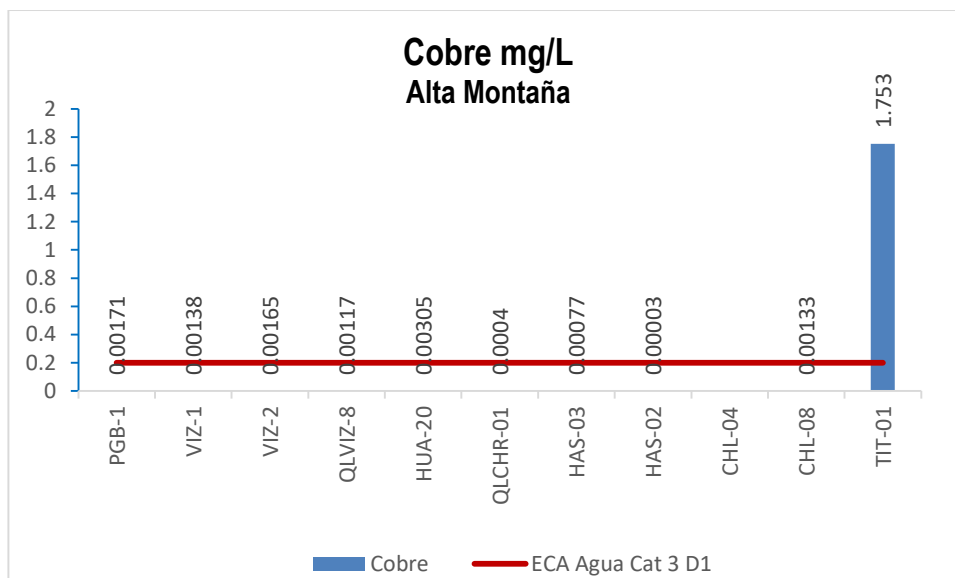


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El cobre es un elemento metálico de gran interés por su capacidad conductora, puede ser liberado en el agua superficial por meteorización del suelo y escorrentías, así como por deposición de polvo, cuando el cobre ingresa al agua superficial puede encontrarse disuelto o adsorbida al material suspendido y sedimentos.

La concentración en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobre ($<0.00003 - 0.00305$ mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse por dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 ($0.0003 - 0.0214$ mg/L), VIZ-1 ($<0.001 - 0.015$ mg/L) y VIZ-2 ($0.0003 - 0.073$ mg/L), CHL-8 ($0.0003 - 0.0351$ mg/L), HUA-20 ($0.00142 - 0.003$ mg/L), HAS-2 ($0.0003 - 0.0005$ mg/L) y HAS-3 ($<0.00003 - 0.001$ mg/L) se observa dilución de la concentración de cobre por efecto de las lluvias en época húmeda.

El contenido de cobre en el río Titire en la estación TIT-1 (1.753 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($0.0028 - 0.7765$ mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobre en época húmeda por efecto de las lluvias probable ingreso desde el suelo por escorrentías.

La concentración de cobre en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobre entre 0.00106 a 0.01063 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de cobre en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani (0.00106 mg/L) y río Asana estación AS-01 (0.00199 mg/L), P-11 (0.00144 mg/L) es baja, P-12 (0.00507 mg/L) es bajo, en la quebrada Millune P-1 (0.00778) es baja, en el río Charaque Q-CH (0.00234 mg/L) y CH-3 (0.00313 mg/L). La concentración de cobre en el río Capillune estación CAP-1 (0.00182 mg/L) y CAP-2 (0.00488 mg/L) es baja, no se tiene mayor aporte de cobre en los cuerpos de agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, los valores de línea base para las estaciones ALT-04 ($<0.0003 - 0.022$ mg/L), AS-01 ($<0.0003 - 0.0151$ mg/L), P-11 ($<0.0003 - 0.0319$ mg/L), P-01 ($0.0003 - 0.0274$ mg/L), AS-04 ($0.0018 - 0.0036$ mg/L), P-10 ($<0.0003 - 0.099$ mg/L), P-12 ($<0.0003 - 0.1486$ mg/L), CAP-2 ($0.00004 - 0.1966$ mg/L), CH-3 ($0.0003 - 0.064$ mg/L)..

La concentración de cobre en la zona de Moquegua e Ilo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.00682 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.00599 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0041 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (0.00344 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.00179 mg/L) son bajos no tiene fuentes de ingreso de cobre. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 ($0.00366 - 0.0209$ mg/L), para 13172RMoqu1 ($0.00248 - 0.0049$ mg/L), para 13172RMoqu2 ($0.0015 - 0.0053$ mg/L) y para 13172Rosmo1 ($0.00102 - 0.0048$ mg/L), existe ingreso de cobre desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

4.1.4.27. **Hierro**

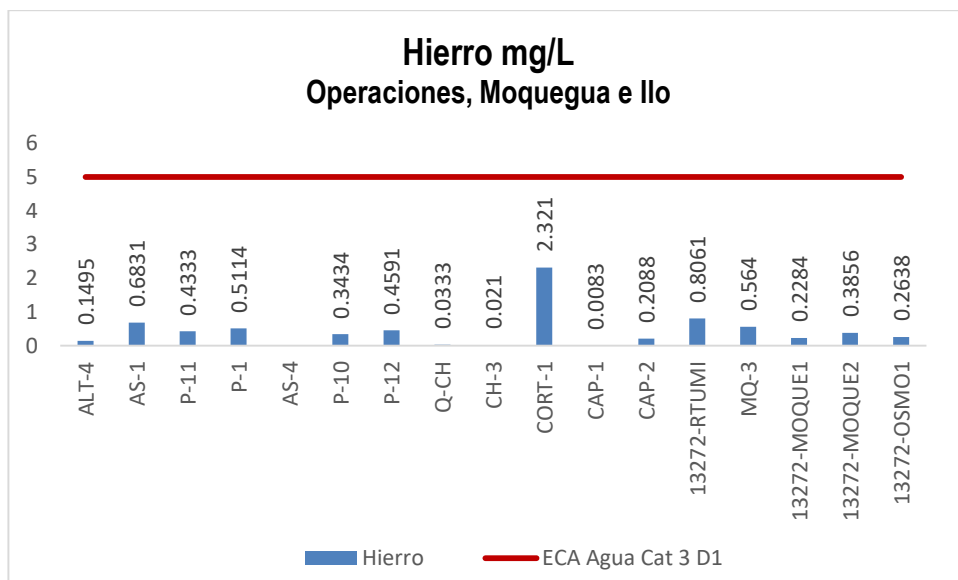
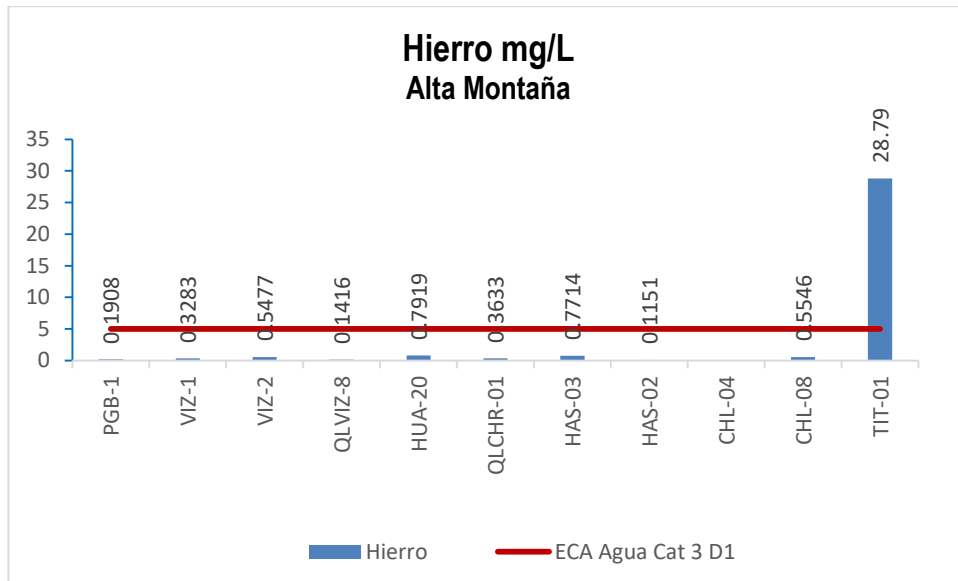


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El hierro se presenta en el agua natural como resultado de la meteorización de rocas, ingreso por escorrentía desde el suelo o por actividad antropogénica.

Las concentraciones de hierro en el agua en las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de hierro entre 0.1151 a 28.79 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de hierro en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.1908 mg/L), QLVIZ-8 (0.1416 mg/L), VIZ-1 (0.3283 mg/L) y VIZ-2 (0.5477 mg/L) presentan valores bajos de hierro, estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.001 – 1.264 mg/L), superiores para VIZ-1 (0.299 – 0.41 mg/L) y similares para VIZ-2 (0.001 – 6.428 mg/L), en época de lluvia las concentraciones de hierro disminuyen por dilución o escorrentías por desprendimiento.

La concentración de hierro del agua en el río Chilota CHL-8 (0.5546 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 7.871 mg /L), en época húmeda la concentración de hierro se presenta por dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de hierro en el río Chincune QLCHR-01 (0.3633 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.7919 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.1151 mg/L) y HAS-3 (0.7714 mg /L) en el caso de HUA-20 superior a los reportados en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.022 – 0.655 mg /L), en el rango para HAS-2 (0.017 – 0.2985 mg/L) y similar para HAS-3 (0.2306 – 1.096 mg /L), en época húmeda se observa dilución por efecto de lluvias.

La concentración de hierro en el río Titire en la estación TIT-1 (28.79 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es lo esperado en la línea de base ambiental (0.001– 14.36 mg/L), se observa ingreso de hierro en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generadas en épocas de lluvias o probables desprendimientos del suelo.

La concentración de hierro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, presentan concentraciones de hierro entre 0.021 a 2.321 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

La concentración de hierro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (0.1495 mg/L), río Asana AS-01 (0.6831 mg/L), P-11 (0.4333 mg/L), P-12 (0.4591 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.0333 mg/L), CH-3 (0.021 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y similares a los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.001 – 1.796 mg/L), AS-01(0.001 - 8.079 mg/L), P-11 (0.001 – 1.351 mg/L), P-12 (0.001 – 4.241 mg/L), P-10 (0.001 – 2.944 mg/L), CH-3 (0.001 – 7.319 mg/L). En el caso de la concentración de hierro de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.5114 mg/L) es baja por la dilución por efecto de lluvias, esta concentración de hierro es menor al esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.001 – 10.2 mg/L).

La concentración de hierro en el río Capillune para la estación CAP-1 (0.0083 mg/L) y CAP-2 (0.2088 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.001 – 16.32 mg/L), se observa una dilución del contenido de hierro por efecto de las lluvias en esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de hierro en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (0.8061 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.564 mg/L), 13172RMoqu1 (0.02284 mg/L), estación 13172RMoqu2 (0.3856 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.2638 mg/L) son bajas, no se tiene mayor ingreso de hierro al agua. Los resultados del MAP 7 son menores a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.2372 – 0.859 mg/L), similares a 13172RMoqu1 (0.0202 – 1.324 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.25 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.235 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas, incrementaron en forma temporal la concentración de hierro en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

4.1.4.28. Manganeseo

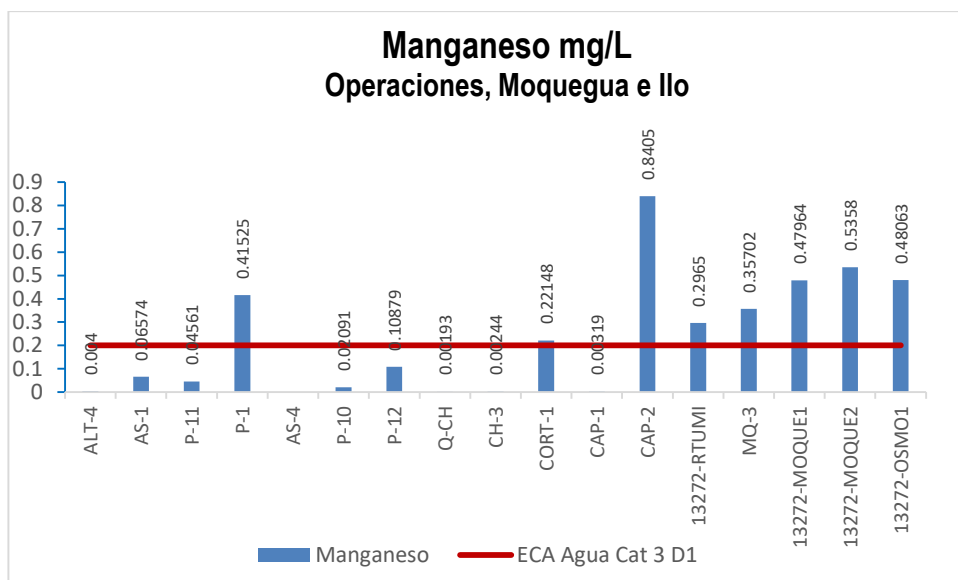
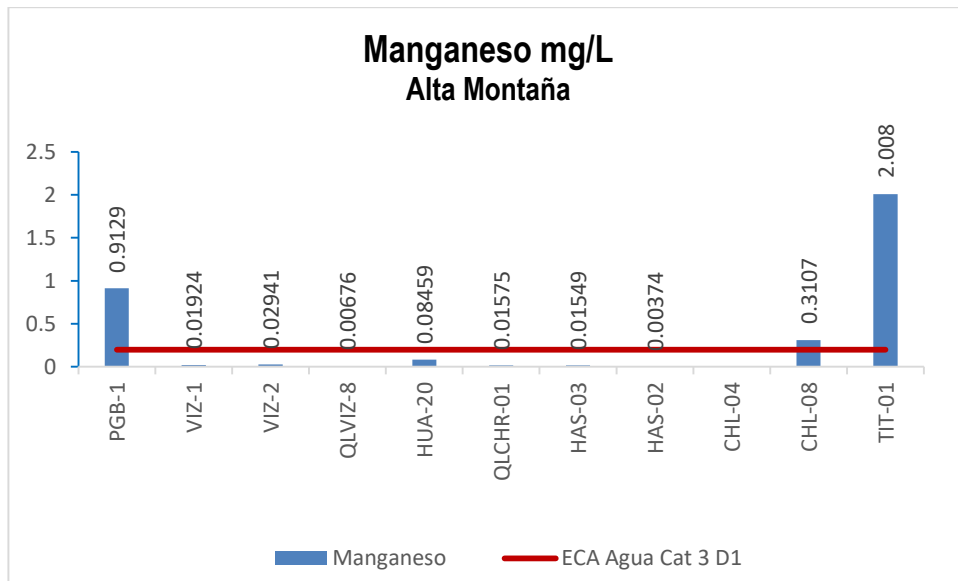


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Manganeseo puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeseo causa manchas cafés-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeseo es un elemento metálico común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver al manganeseo y acarrearlo hacia el agua superficial. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0.2 mg/L para el Manganeseo.

Las concentraciones de manganeseo en el agua en las estaciones de la zona de alta montaña presentan concentraciones de entre 0.00374 y 2.008 mg/L, estos resultados son altos.

La concentración de manganeseo en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.9129 mg/L) supera, QLVIZ-8 (0.00676 mg/L), VIZ-1 (0.01924 mg/L) y VIZ-2 (0.02941 mg/L) presentan valores bajos de manganeseo esto debido a la dilución por incremento del caudal en época húmeda, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental MAP 3, 4 y 5, PGB-1 (0.0393 – 2.134 mg/L), VIZ-1 (0.01593 – 2.3302 mg/L) y VIZ-2 (0.0057 – 1.742 mg/L).

La concentración de manganeseo del agua en el río Chilota CHL-8 (0.3107 mg/L) son altos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0109 – 0.3267 mg /L), se observa una dilución del contenido de manganeseo por efecto de la dilución generada por lluvias e ingresos de otras fuentes de agua.

La concentración de manganeseo en el río Calasaya HUA-20 (0.08459 mg/L) es un valor considerable no registrado anteriormente en los MAP 3, 4 y 5 para HUA-20 (0.0126 – 0.0431 mg /L), debido a disolución desde el suelo. La concentración de manganeseo en el río Chincune QLCHR-01 (0.01537 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.00104 mg/L) y HAS-3 (0.00888 mg/L) son bajos y similares a los reportados en los MAP 3, 4 y 5, HAS-2 (<0.0006 – 0.0118 mg/L) y HAS-3 (0.004 – 0.0087 mg /L), se observa dilución de lluvias por efecto de lluvias en la estación.

El contenido de manganeseo en el río Titire en la estación TIT-1 (2.008 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es superior a lo esperado en la línea de base ambiental (0.3663– 1.948 mg/L), se observa ingreso de manganeseo en época húmeda por efecto de las escorrentías desde el suelo generadas en épocas de lluvia o probables desprendimientos de suelo.

La concentración de manganeseo en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani (0.004 mg/L), río Asana AS-01 (0.06574 mg/L), P-11 (0.04561 mg/L), P-10 (0.02091 mg/L), P-12 (0.10879 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.00193 mg/L) y CH-3 (0.00244 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 y valores de línea base para las estaciones P-11 (<0.0002 – 0.07 mg/L), P-12 (0.0071 – 0.2454 mg/L), CH-3 (<0.0002 – 0.413 mg/L).

En el caso de la concentración de manganeseo de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.41525 mg/L) y la quebrada Cortadera CORT-1 (0.22148 mg/L) son altas superan los ECA Agua Categoría 3 la oxidación y disolución de material de suelo permite el ingreso del manganeseo, el resultado supera lo esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.2027 – 0.474 mg/L), son característicos de la época húmeda donde escorrentías o desprendimientos de suelo permiten el ingreso de manganeseo al agua incrementando considerablemente su concentración.

El contenido de manganeseo en el río estaciones CAP-1 (0.00319 mg/L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.0002 - 3.961 mg/L), excepto la estación CAP-2 (0.8405

mg /L) es muy alto este valor supera lo esperado en la línea base ambiental CAP-2 (0.0002 – 0.6964 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de manganeso en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (0.2965 mg/L) es baja, en el río Moquegua estación MQ-3 (0.35702 mg/L), 13172RMoqu1 (0.47964 mg/L), 13172RMoqu2 (0.5358 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.48063 mg/L) es alto en época húmeda. Los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (0.0296 – 0.2978 mg/L), 13172RMoqu1 (0.03808 – 0.2719 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0348 – 0.2926 mg/L) y 13172Rosmo1 (0.0193 – 0.2816 mg/L) muy alta, el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas que han sido frecuentes, incrementaron en forma temporal la concentración de manganeso en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

4.1.4.29. Plomo

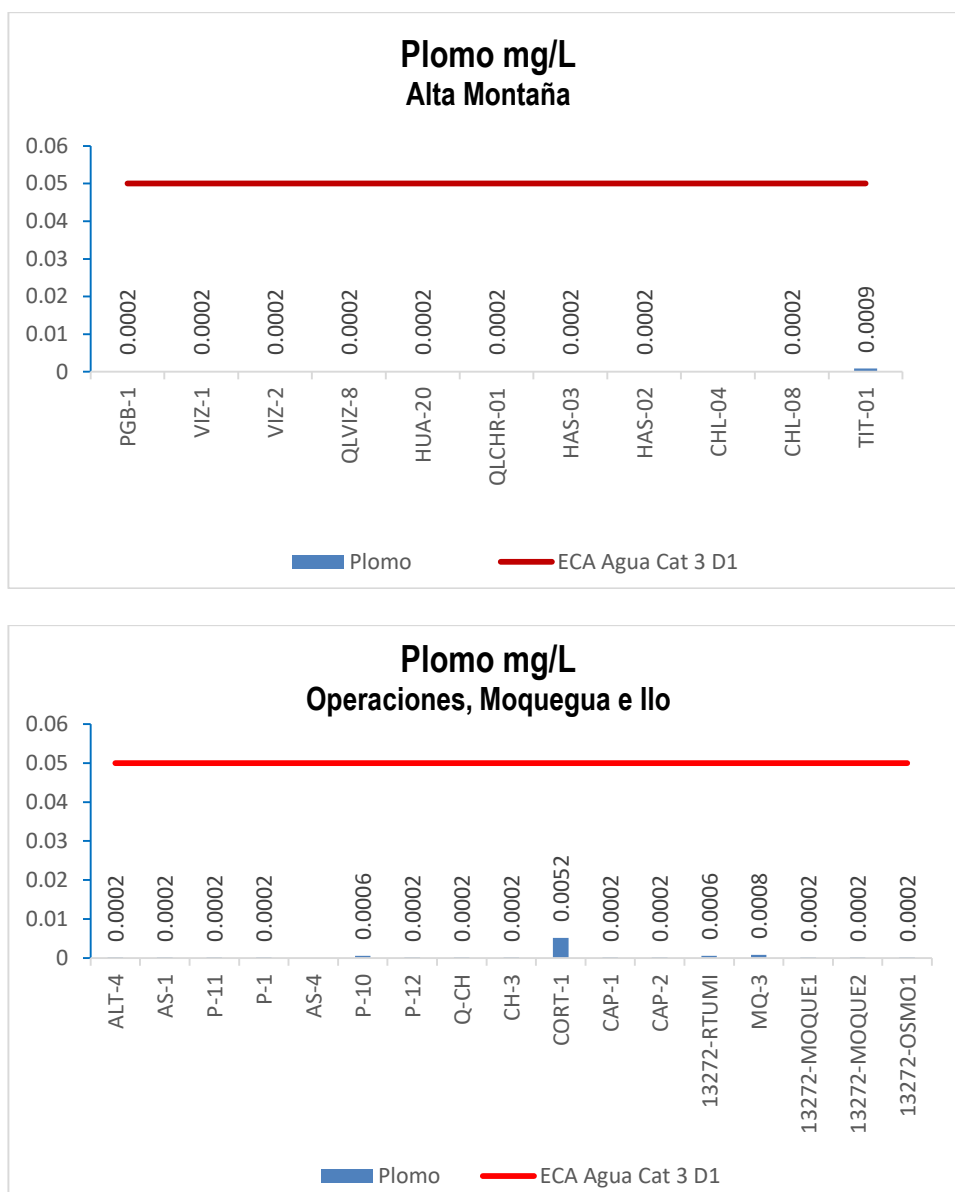


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

El Plomo ocurre en forma natural en el ambiente, sin embargo, muchas de las grandes concentraciones encontradas en algunos lugares puede deberse a actividades antropogénicas. El nivel de plomo en el ambiente se ha incrementado entre 1950 y el 2000 principalmente debido al uso de combustibles con plomo. El plomo puede ingresar al ambiente por liberación de minerales de plomo o contenido en otros minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,05 mg/L para el Plomo.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de alta montaña se encuentra entre <0.0002 y 0.0009 mg/L, todas cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son

característicos de la época húmeda. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (0.0001 – 0.044 mg/L), VIZ-1 (<0.0002 – 0.0033 mg/L), VIZ-2 (<0.0001 – 0.04 mg/L), CHL-8 (<0.0001 – 0.0266 mg /L), HUA-20 (0.00019 mg /L), HAS-2 (0.00005 – <0.0003 mg/L), HAS-3 (0.00017 - <0.0003 mg /L) y TIT-1 (<0.0001 – 0.0272 mg/L) se observa dilución de la concentración de plomo por efecto de las lluvias en época húmeda.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de plomo entre <0.0002 a 0.0052 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

Los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como con los valores de línea base para las estaciones P-11 (<0.0001 – 0.0034 mg/L), P-01 (<0.0001 – 0.0055 mg/L), P-12 (<0.0001 – 0.0055 mg/L), CAP-2 (<0.0001 – 0.042 mg/L), CH-3 (<0.0001 – 0.0056 mg/L), se observa una dilución del contenido de plomo por efecto de las lluvias.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de plomo en el río Tumulaca estación 13172Rtumi1 (<0.0006 mg/L) no ha sido detectado, en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0008 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0002 mg /L) es bajo, la estación 13172RMoqu2 (<0.0002 mg/L) es baja y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0002 mg/L) es bajo probable ingreso de escorrentía o aporte de otro cuerpo de agua (activación de quebradas). Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para la estación 13172Rtumi1 (<0.001 – 0.0015 mg/L), para 13172RMoqu1 (0.00005 – <0.0002 mg/L), para 13172RMoqu2 (<0.0001 – 0.00012 mg/L) y para 13172Rosmo1 (0.00008 – <0.0002 mg/L), el ingreso de material de suelo por escorrentías o desprendimientos, activación de quebradas, incrementaron en forma temporal la concentración de plomo en las estaciones de monitoreo de la zona de Moquegua e Ilo.

4.1.4.30. Sodio

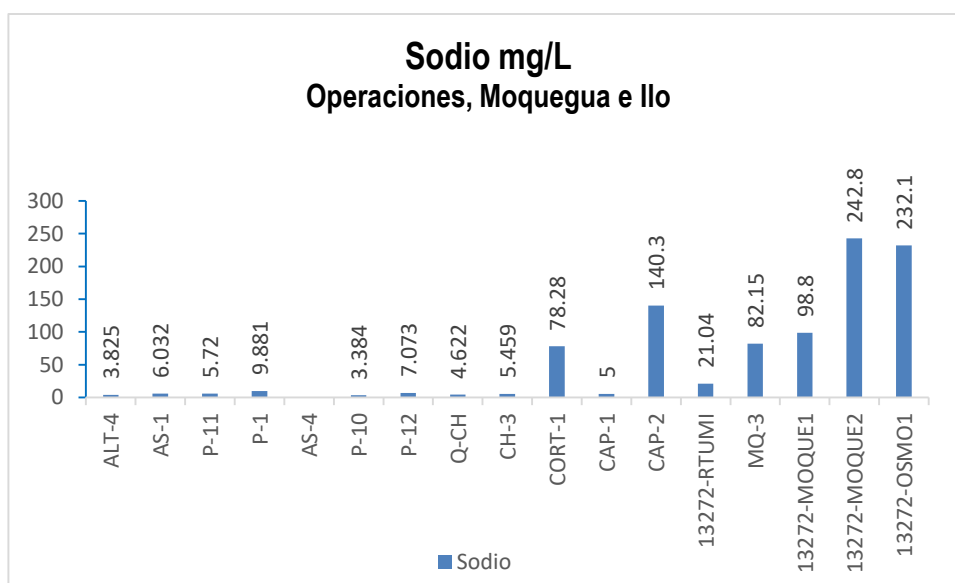
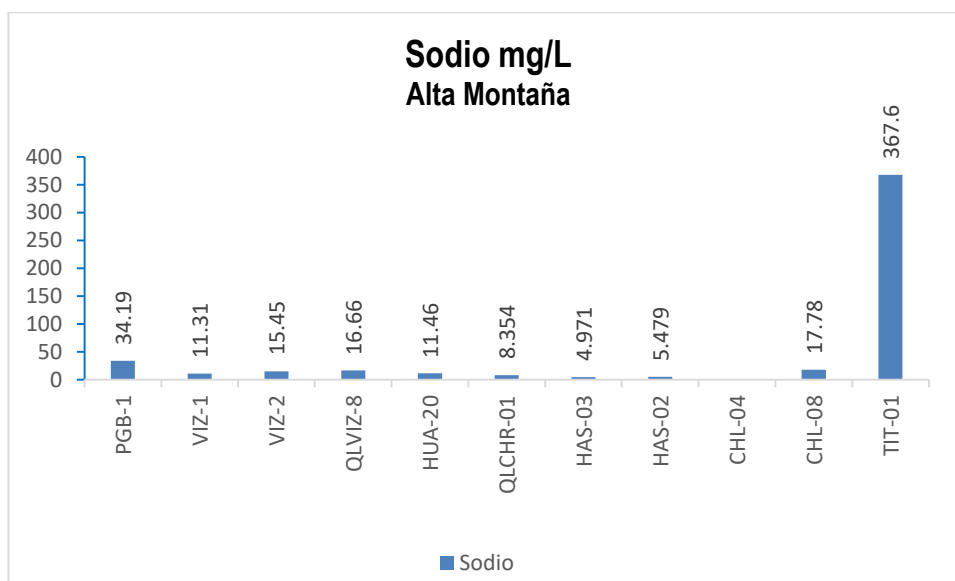


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los compuestos de sodio forman más del 3 % de la corteza terrestre. Muchas rocas que contienen sodio son fácilmente degradables. El sodio es removido por intercambio iónico desde el suelo. Las sales de sodio son muy solubles en agua, la concentración de sodio en aguas fuertemente mineralizadas está entre varios gramos a más de 100 g/L, mientras que aguas con baja mineralización están entre varios miligramos a menos de 1000 mg/L. El sodio está generalmente presente en forma libre, pero puede encontrarse junto a muchos pares iónicos como el carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruros. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor para el Sodio.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de alta montaña, excepto TIT-1 presenta concentraciones de sodio entre 4.971 a 34.19 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde el efecto de la lluvia puede estar solubilizando iones calcio del fondo o del suelo o puede diluir.

La concentración de sodio en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (34.19 mg/L) presenta valores altos, para QLVIZ-8 (16.66 mg/L), VIZ-1 (11.31 mg/L) y VIZ-2 (15.45 mg/L) presentan valores bajos de sodio por dilución por efecto de lluvias, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (28.18 – 62.53 mg/L), VIZ-1 (11.28 – 64.75 mg/L) y VIZ-2 (10.78 – 61.8 mg/L), se observa dilución de la concentración de sodio por efecto de las lluvias.

La concentración de sodio en el río Chilota CHL-8 (17.78 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (11.36 – 125.8 mg /L).

El contenido de sodio en el río Chincune QLCRH-01 (8.354 mg/L), río Calasaya HUA-20 (11.46 mg/L) y las quebradas HAS-2 (5.479 mg/L) y HAS-3 (4.971 mg /L) estos valores en comparación con la línea de base ambiental en los MAP 3, 4 y 5 menores para HUA-20 (13.15 – 21.27 mg /L), menores para HAS-2 (5.572 – 6.036 mg/L) y similares para HAS-3 (4.65 – 5.2 mg /L).

La concentración de sodio en el río Titire en la estación TIT-1 (367.6 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (45.33 – 3199 mg/L), se observa dilución del contenido de sodio en época húmeda por efecto de las lluvias.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sodio entre 3.384 a 242.8 mg/L, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

La concentración de sodio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (3.825 mg/L), río Asana AS-1 (6.032 mg/L), P-11 (5.72 mg/L), P-12 (7.073 mg/L) son bajos, situación similar sucede en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (9.881 mg/L), río Charaque Q-CH (4.622 mg/L) y CH-3 (5.459 mg/L) estos valores comparado a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.09 – 6.93 mg/L) es similar, AS-01 (4.67 – 233.2 mg/L) es similar, P-11 (4.71 – 7.75 mg/L) es similar, P-12 (4.19 – 10.3 mg/L) es similar, P-01 (6.46 – 14.15 mg/L) , CH-3 (3.85 – 7.29 mg/L) son similares.

La concentración de sodio en el río Capillune CAP-1 (5 mg/L) es bajo y en CAP-2 (140.3 mg /L) es alto, se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (3.74 – 7.13 mg/L) y CAP-2 (20.3 – 520.6 mg/L) se observa dilución del contenido de sodio en época húmeda por efecto de lluvias.

La concentración de sodio en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (21.04 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (82.15 mg/L), 13172RMoqu1 (98.8 mg /L), 13172RMoqu2 (242.8 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (232.1 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación13172Rtumi1 (18.06 – 21.61 mg/L) es similar, para 13172RMoqu1 (66.84 – 108.9 mg/L) es similar, para 13172RMoqu2 (164.1 – 290.9 mg/L) es similar y para 13172Rosmo1 (143.7 – 265.3 mg/L) es similar, existe una gran dilución de este elemento por incremento del caudal en época de lluvia.

4.1.4.31. Zinc

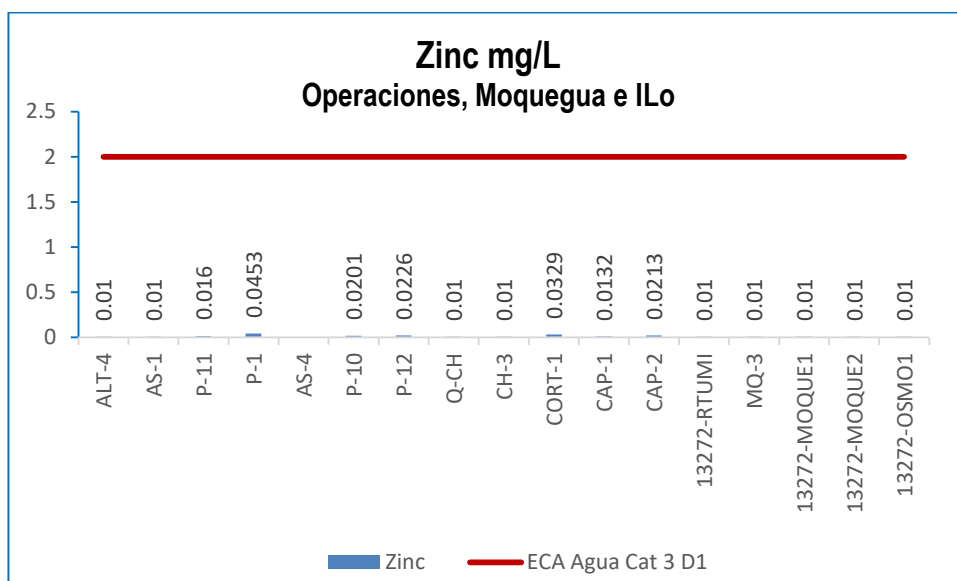
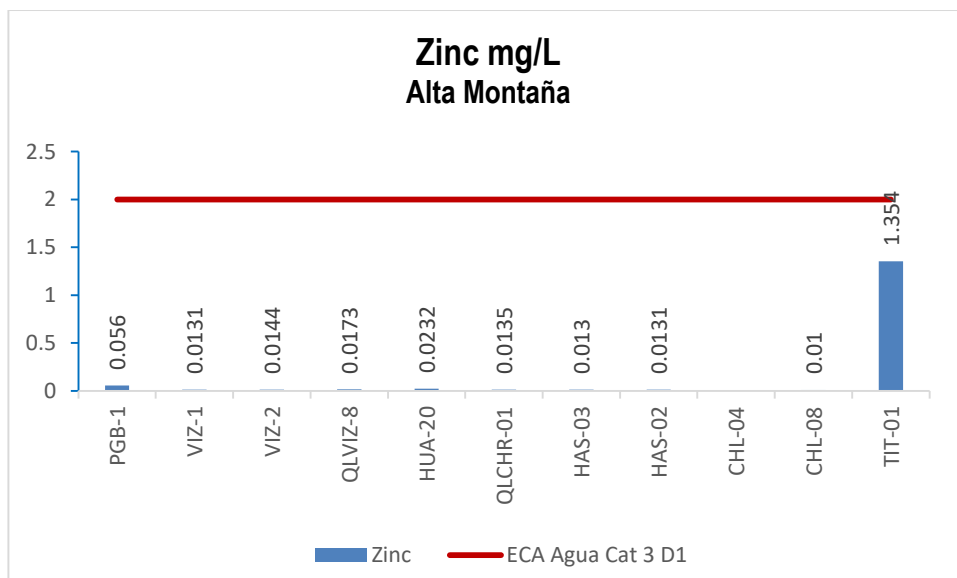


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de Zinc en aguas superficiales usualmente está por debajo de 10 ug/L y en aguas subterráneas de 10 a 40 ug/L. En el agua de los grifos el contenido de zinc puede ser mayor debido a la lixiviación del Zinc desde las tuberías y accesorios, especialmente en aguas corrosivas con valores de pH bajos, alto contenido de dióxido de carbono y bajo contenido de sales minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 2 mg/L para el Zinc para la subcategoría agua de riego D1.

En las estaciones de la zona de alta montaña se ha detectado bajas concentraciones de zinc ($<0.01 - 1.354$ mg/L), la concentración de zinc en PGB-1 (0.056 mg/L), QLVIZ-8 (0.0173 mg/L), VIZ-1 (0.131 mg/L), VIZ-2 (0.0144 mg/L), HAS-2 (<0.0131 mg/L), HAS-3 (<0.013 mg/L), HUA-20 (0.232 mg/L), QLCHR-01 (<0.0135 mg/L), CHL-8 (<0.01 mg/L) y TIT-01 (1.354 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, son similares para el PGB-1 (0.003 – 0.772 mg/L), similar para VIZ-1 (0.001 – 0.3033 mg/L), similar para VIZ-2 (0.0012 – 0.59 mg/L) y CHL-8 ($<0.003 - 2.115$ mg /L), mayor para HUA-20 ($<0.01 - 0.0095$ mg /L), mayor para HAS-2 ($<0.0008 - 0.006$ mg/L) y HAS-3 (0.0012 – 0.009 mg /L), mayor para TIT-1 (0.003 – 0.711 mg/L).

La concentración de zinc en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan valores entre <0.01 y 0.0453 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época húmeda, donde pueden presentarse dilución por efectos de lluvia.

Los valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.003 – 0.235 mg/L), AS-01 (0.003 – 0.408 mg/L), P-11 ($<0.003 - 0.303$ mg/L), P-01 ($<0.003 - 0.439$ mg/L), AS-04 ($<0.01 - 0.0117$ mg/L), P-12 ($<0.003 - 0.273$ mg/L), CAP-1 (0.003 – 0.259 mg/L), CAP-2 ($<0.003 - 0.264$ mg/L), CH-3 ($<0.003 - 1.014$ mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de zinc en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.01 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.01 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.01 mg /L), la estación 13172RMoqu2 (<0.01 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.01 mg/L). Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es mayor para la estación 13172Rtumi1 ($<0.003 - 0.0083$ mg/L), 13172RMoqu1 ($<0.003 - 0.0042$ mg/L), similar en 13172RMoqu2 ($<0.003 - 0.0236$ mg/L) y para 13172Rosmo1 ($<0.003 - 0.016$ mg/L mg/L), existe ingreso de zinc desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

MICROBIOLÓGICOS

4.1.4.32. Coliformes Termotolerantes o Fecales

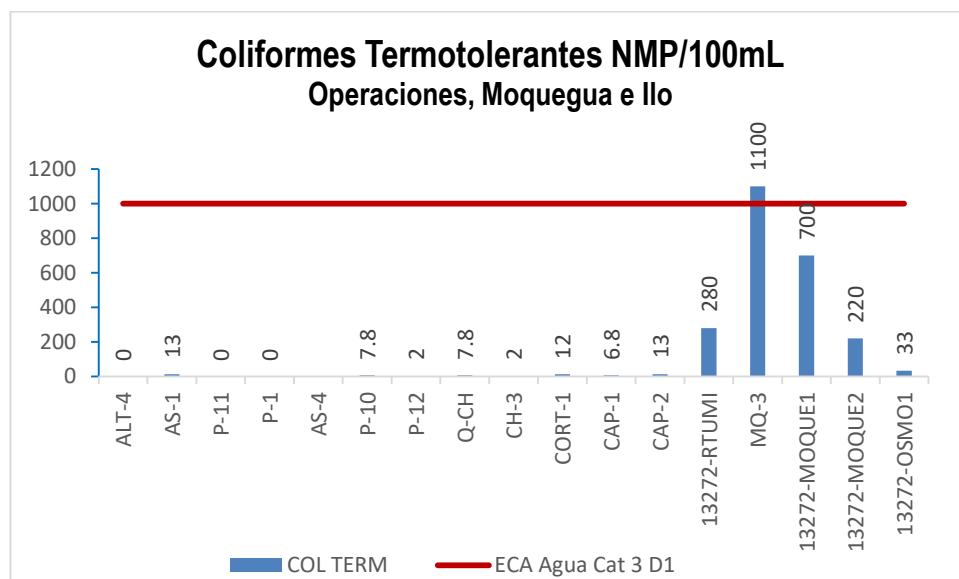
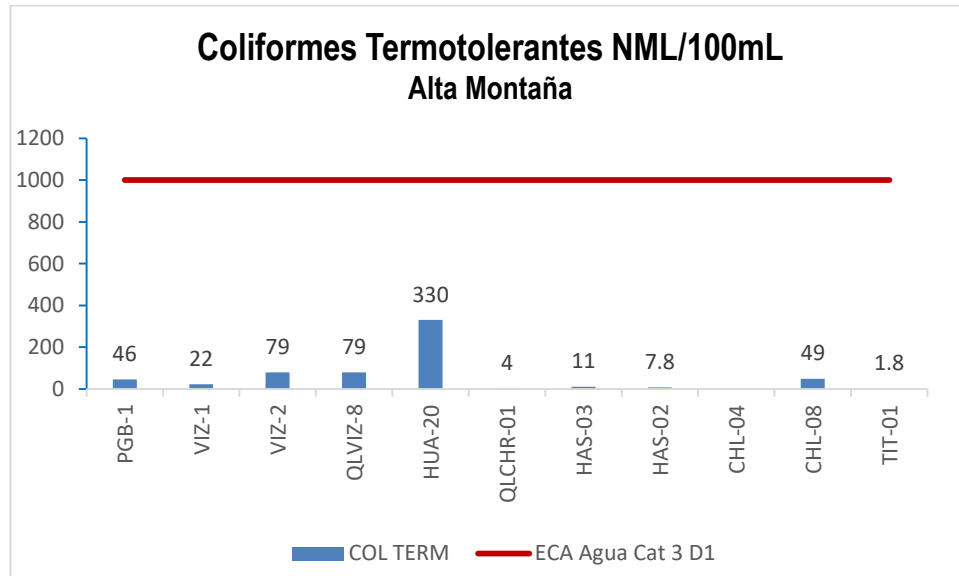


Gráfico 33. Variación espacial de la numeración de Coliformes Termotolerantes de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 EH marzo 2019

Los Coliformes Termotolerantes o Fecales son parte de los Coliformes totales, crecen con lactosa y fermentan a 44,5 °C, produciendo ácido y gas en las primeras 48 horas de incubación. Están relacionados con contaminación fecal procedente de animales de sangre caliente. La termotolerancia

se considera un mecanismo de adaptación a elevadas temperaturas que se encuentran en el tracto entérico de los animales, lo que se basa en una superior estabilidad de las proteínas al calor.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de alta montaña, se ha detectado bajas valores de Coliformes Termotolerantes o fecales (1.8 – 330 mg/L) cumplen con el ECA Agua categoría 3 agua de riego. Los valores reportados en las estaciones PGB-1 (46 NMP/100 mL), QLVIZ-8 (79 NMP/100 mL), VIZ-1 (22 NMP/100 mL), VIZ-2 (79 NMP/100 mL), HAS-2 (7.8 NMP/100 mL), HAS-3 (11 NMP/100 mL), HUA-20 (330 NMP/100 mL), CHL-8 (49 NMP/100 mL) y TIT-1 (1.8 NMP/100 mL) son bajos, característicos de la época húmeda pueden presentarse dilución por efectos de lluvia. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4 y 5, para las estaciones del río Vizcachas PGB-1 (1.8 – 6.8 NMP/100 mL) mayor, VIZ-1 (2 – 49 NMP/100 mL) y VIZ-2 (2 – 110 NMP/100 mL) son similares; las estaciones del río Chilota CHL-8 (0.4 – 49 NMP/100 mL) es similar; es las quebradas HUA-20 (13 – 120 NMP/100 mL) mayor, HAS-2 (<1.8 – 17 NMP/100 mL) y HAS-3 (<1.8 – 20 NMP/100 mL) son similares.

El contenido de Coliformes Termotolerantes en el río Titire en la estación TIT-1 (1.8 NMP/100 mL) cumple el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es similar al esperado en la línea de base ambiental (<1.8 – 4.5 NMP/100 mL), se observa un valor bajo del contenido de Coliformes Termotolerantes en época húmeda y seca por la presencia de altos valores de conductividad y sales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones presentan valores de Coliformes Termotolerantes entre <2 a 1100 NMP/100 mL, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto la estación MQ-3, existe la influencia de aguas residuales al inicio del valle.

Los valores de Coliformes Termotolerantes en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani ALT-4 (1.8 NMP/100 mL), en el río Asana estación AS-01 (13 NMP/100 mL), P-11 (1.8 NMP/100 mL), P-12 (2 NMP/100 mL), en la río Millune P-1 (1.8 NMP/100 mL), en los ríos Charaque Q-CH (7.8 NMP/100 mL), CH-3 (2 NMP/100 mL) y río Capillune CAP-1 (6.8 NMP/100 mL), CAP-2 (13 NMP/100 mL) son bajos no hay ingreso de este material fecal al agua. Estos valores son bajos a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 así con los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.4 – 6.8 NMP/100 mL), similar en el río Asana estación AS-01 (2 – 490 NMP/100 mL), bajo en P-11 (0.4 – 1400 NMP/100 mL), bajo en P-01 (0.4 – 2 NMP/100 mL), bajo P-12 (0.4 – 1700 NMP/100 mL), alto para CAP-1 (0.4 – 79 NMP/100 mL), similar para CAP-2 (<1.8 – 170 NMP/100 mL), similar para CH-3 (<1.8 – 34 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de Coliformes Termotolerantes en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (280 NMP/100 mL) debido a ingreso de aguas residuales de origen doméstico, en el río Moquegua estación MQ-3 (1100 NMP/100 mL), 13172RMoqu1 (700 NMP/100 mL), la estación 13172RMoqu2 (220 NMP/100 mL) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (33 NMP/100 mL) son bajos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, es similar para las estaciones 13172Rtumi1 (4.5 - 3500 mg/L), 13172RMoqu1 (4.5 – 790 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (33 – 630 mg/L) y 13172Rosmo1 (27 - 270 NMP/100 mL), existe ingreso de Coliformes Termotolerantes desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

4.1.5. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

Tabla 09. Principales Observaciones de los resultados zona de alta montaña

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
PGB-01	Rio Vizcachas	69	31	30	1	Mn
VIZ-01		69	31	31	0	Ninguna
VIZ-02		69	31	31	0	Ninguna
QVIZ-8		69	31	31	0	Ninguna
HAS-2	Quebrada s/n Pampa Huachunta	69	31	31	0	Ninguna
HAS-3	Quebrada Vilaje	69	31	31	0	Ninguna
HUA-20	Rio Calazaya	69	31	31	0	Ninguna
QLCHR-01	Rio Chincune	69	31	30	1	pH alto
CHL-4	Rio Chilota	-	-	-	-	sin acceso, no se monitoreo
CHL-8		69	31	31	0	Ninguna
TIT-1	Rio Titire	69	31	25	6	C.E., pH, cloruros, Al, As, Ni

Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones, Moquegua e Ilo

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
ALT-4	Rio Atarani	69	31	31	0	Ninguna
AS-1	Rio Asana	69	31	31	0	Ninguna
P-11		69	31	31	0	Ninguna
AS-04		69	31	-	-	punto seco
P-12		69	31	31	0	Ninguna
P-01		Quebrada Millune	69	31	28	3
P-10	Quebrada Sarayenque	69	31	31	0	Ninguna
Q-CH	Rio Charaque	69	31	31	0	Ninguna
CH-3		69	31	31	0	Ninguna
CORT-1	Quebrada Cortadera	69	31	28	3	Fluoruros, B, Mn,
CAP-1	Rio Capillune	69	31	31	0	Ninguna
CAP-2		69	31	28	3	B, Mn, Hg
13172RTUMI	Rio Tumilaca	69	31	30	1	Mn
MQ-3	Rio Moquegua	69	31	28	3	Coliformes fecales, B, Mn
13172RMOQUE1		69	31	30	1	Mn
13172RMOQUE2		69	31	28	3	C.E, B, Mn
13172ROSMO1		Rio Osmore	69	31	29	2

Se han monitoreado 31 parámetros del Estándar de Calidad Ambiental ECA Categoría 3 agua para riego D-1 y 38 parámetros adicionales que permiten entender el comportamiento químico del cuerpo de agua

4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire

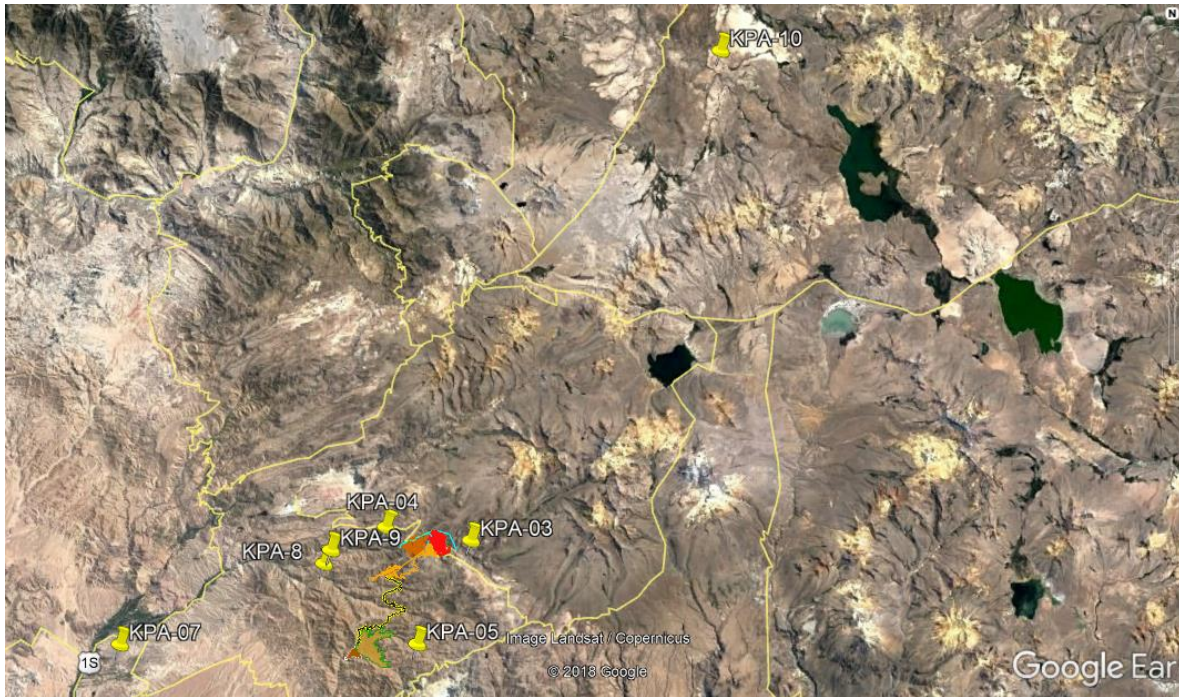


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

Tabla 11. Estaciones de monitoreo calidad de aire

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	330218	8107538	Cerro Samanape (Altarani)
KPA4	321194	8109045	Tala, punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves (Cortadera)
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA9	315390	8106188	Poblado Coscore
KPA10	355530	8159651	Vízcachas

4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 12. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

N° ALS LS			193342/2019-1.0	193343/2019-1.0	193344/2019-1.0	193345/2019-1.0	193347/2019-1.0	193348/2019-1.0	DS N° 003-2017-MINAM
Fecha de Muestreo			29/03/2019	30/03/2019	31/03/2019	01/04/2019	04/04/2019	08/04/2019	ECA Aire
Hora de Muestreo			11:00:00	12:00:00	14:00:00	16:00:00	10:00:00	11:00:00	Estándares de Calidad Ambiental para Aire
Tipo de Muestra			Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire	
Identificación			KPA3	KPA4	KPA5	KPA7	KPA8	KPA10	
Parametro	Unidad	LD							
Gases									
Dióxido de Azufre (24h)	ug/m3	0.88	13	10.34	13.4	8.12	8.23	9.79	250
Dióxido de Nitrógeno (1h)	ug/m3	0.45	8.8	4.9	4.5	3.6	4.1	2.1	200
Monóxido de Carbono (8h)	ug/m3	85.89		916	916	529.6	572.5	1031	10000
Humedad Relativa*	%	0,1	37.1	60.4	64.9	68.7	62.9	66.7	---
Presión Atmosférica*	mBar	0,1	653.3	692.1	664.4	866.2	721.2	605.5	---
Temperatura a Nivel del Suelo*	°C	0	12	14.6	11.5	18.3	13	4.5	---
Velocidad del Viento*	m/s	0,1	2.7	3	4	2.7	5.5	4.5	---
Dirección de Viento*	---	---	SW	NW	S	SW	W	N	---
Material Particulado									
Material Particulado PM10	ug/m3	1,0	14.1	27.7	43.3	25.5	10.2	14.1	100
Material Particulado PM2.5	ug/m3	2,0	6.5	10	6.8	6.5	7.4	7.9	50
Metales en PM-10									
Plomo (Pb)	ug/m3	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	1.5

4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

4.2.3.1. Dióxido de azufre

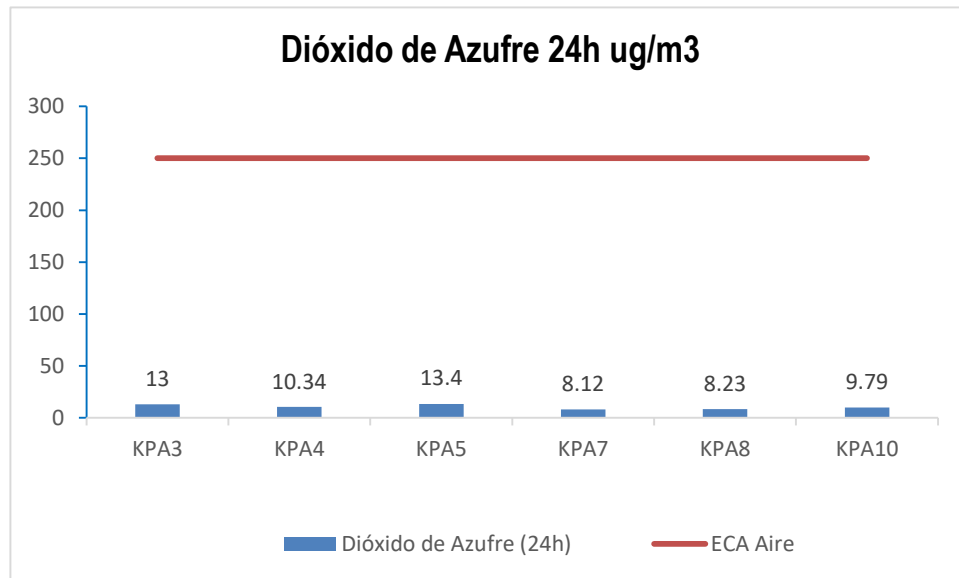


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 250 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 35, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de azufre en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de tipo industrial de combustibles con azufre como el diésel. Todas las estaciones cumplen con el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (<13 – 16.85 ug/m³), KPA-4 (<13 – 13.82 ug/m³), KPA-5 (10.78 – 11.05 ug/m³) y KPA-7 (9.5 – 10.06 ug/m³).

4.2.3.2. Dióxido de Nitrógeno

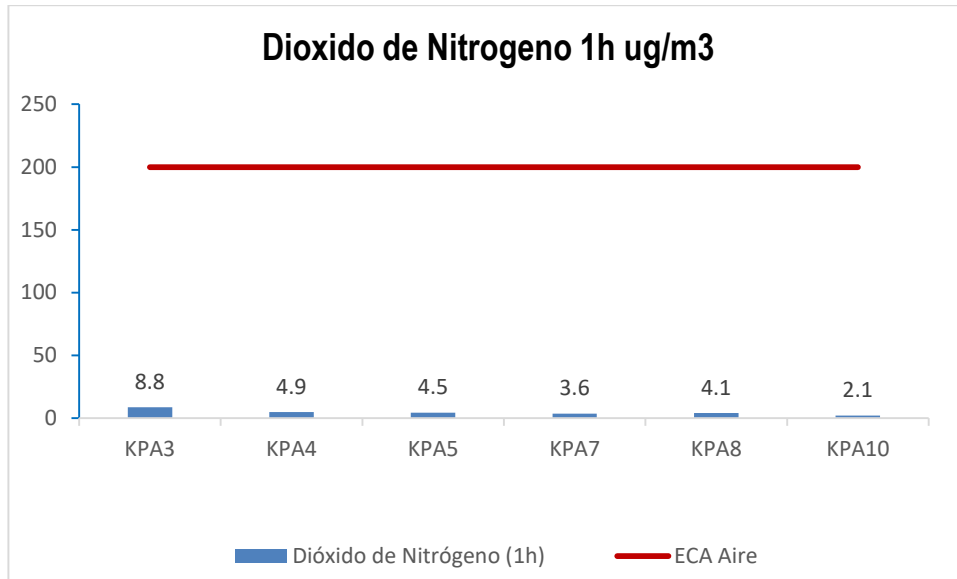


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diésel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 36, se ha detectado baja presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere pocas fuentes de combustión de combustibles. Todas las estaciones cumplen con los ECA aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (< 4 – 63 ug/m³), KPA-4 (7.32 – 60 ug/m³), KPA-5 (4.76 – 36 ug/m³) y KPA-7 (10 – 76.2 ug/m³).

4.2.3.3. Material Particulado menor a 10 um

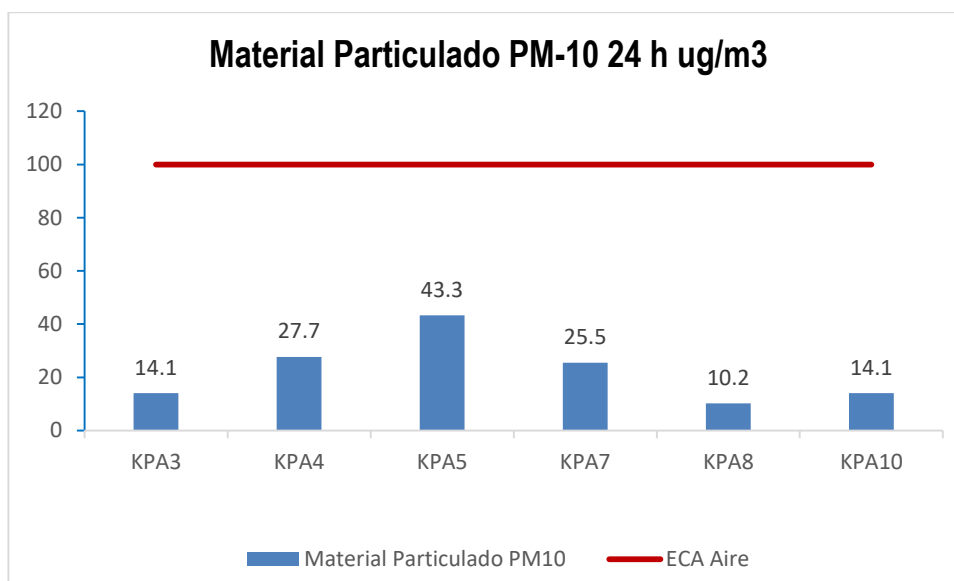


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El material particulado menor a 10 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 100 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 37, se ha detectado baja presencia de material particulado PM-10 en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. La estación KPA-7 presenta valores moderados de PM-10 probablemente debido a re suspensión de material de suelo. Todas las estaciones cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (3.2 – 123.1 ug/m³), KPA-4 (16.4 – 57.8 ug/m³), KPA-5 (21.5 – 82.3 ug/m³) y KPA-7 (53.2 – 92.9 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-10.

4.2.3.4. Material particulado menor a 2.5 um

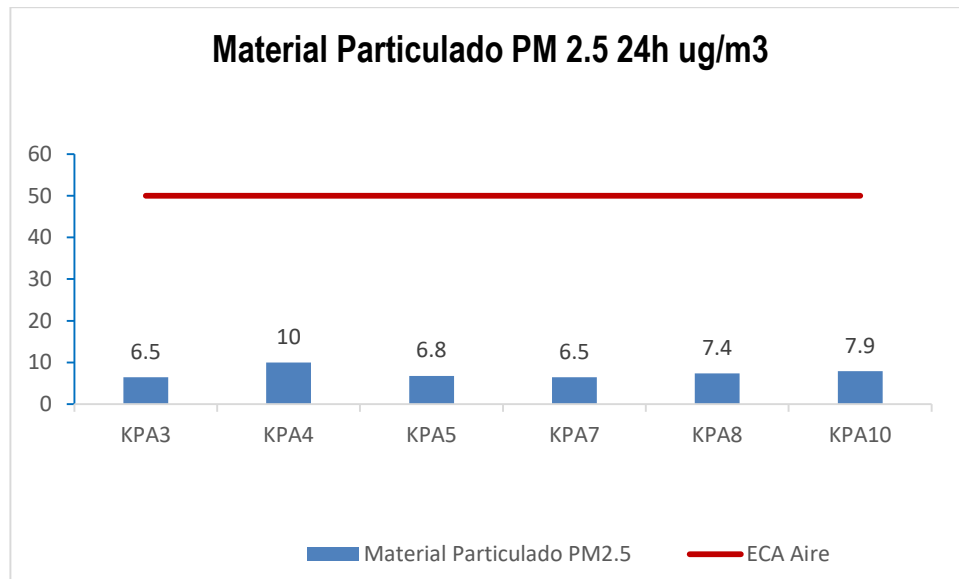


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El material particulado menor a 2,5 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 50 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 38, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones de monitoreo, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. El origen del Material Particulado en la estación KPA-7 es el polvo de las zonas descubiertas. Todas las estaciones de monitoreo cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (1.6 – 22.7 ug/m³), KPA-4 (5.4 – 28.5 ug/m³), KPA-5 (8 – 24.8 ug/m³) y KPA-7 (18 – 68.7 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-2.5, probablemente a material re suspendido de suelo y fuentes de combustión.

4.2.3.5. Monóxido de Carbono

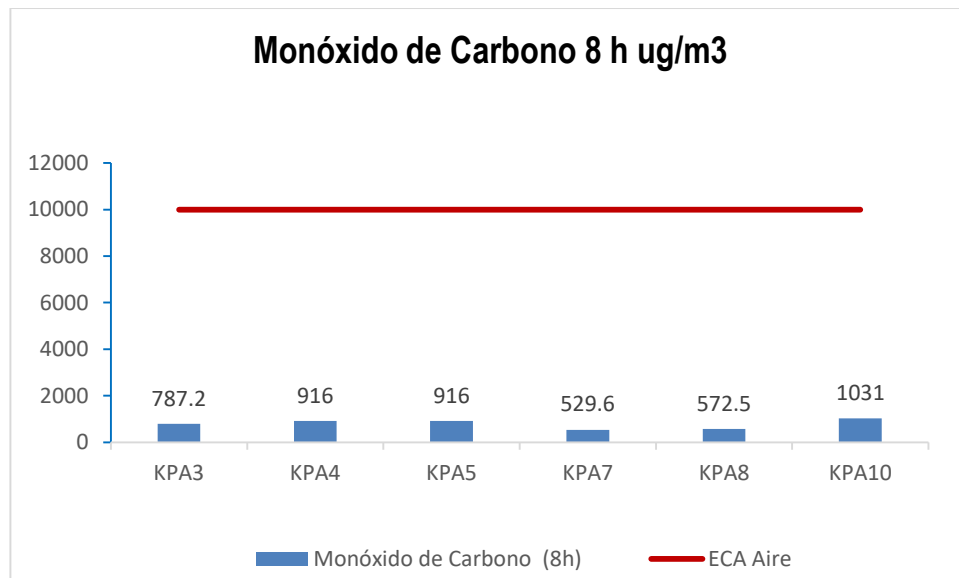


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El monóxido de carbono se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene. El ECA Aire fija un valor de 1000 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 39, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo. Las concentraciones de Monóxido de carbono son bajas y cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (859 – 4648 ug/m³), KPA-4 (<335 – 2840 ug/m³), KPA-5 (<335 – 3835 ug/m³) y KPA-7 (458 – 4030 ug/m³).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de monóxido de carbono.

Metales:

4.2.3.6. Plomo

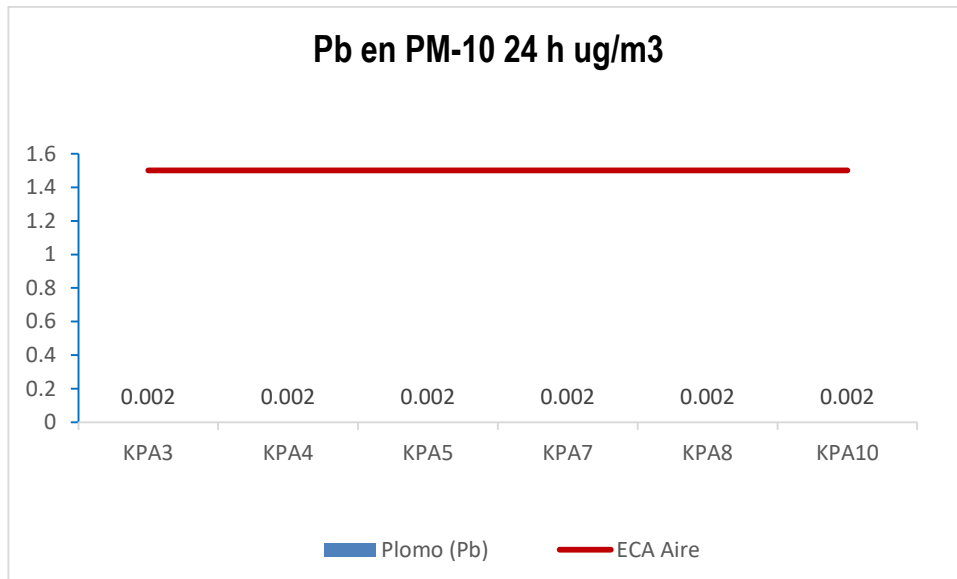


Gráfico 40. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 EH marzo 2019

El plomo en material particulado se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel y gasolina, así como por deposición desde el aire o polvo. El ECA Aire fija un valor de 0.5 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 40, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (<0.002 – 0.0051 ug/m³), KPA-4 (<0.002 – 0.0068 ug/m³), KPA-5 (<0.002 – 0.006 ug/m³) y KPA-7 (<0.002 – 0.0189 ug/m³).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de plomo en material particulado.

4.2.4. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

Tabla 13. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Estacion de Monitoreo	Lugar	Parametros Moitoreados			
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	Observacion
KPA3	Cerro Samanape (Altarani).	6	6	0	Ninguna
KPA4	Tala	6	6	0	Ninguna
KPA5	Zona de Cortaderas	6	6		Ninguna
KPA7	San Antonio	6	6	0	Ninguna
KPA8	Poblado Calientes	6	6		
KPA9	Poblado Coscore	6	6	-	problemas sociales
KPA10	Vizcachas	6	6	0	Ninguna

4.3. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO

4.3.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad ambiental de suelo

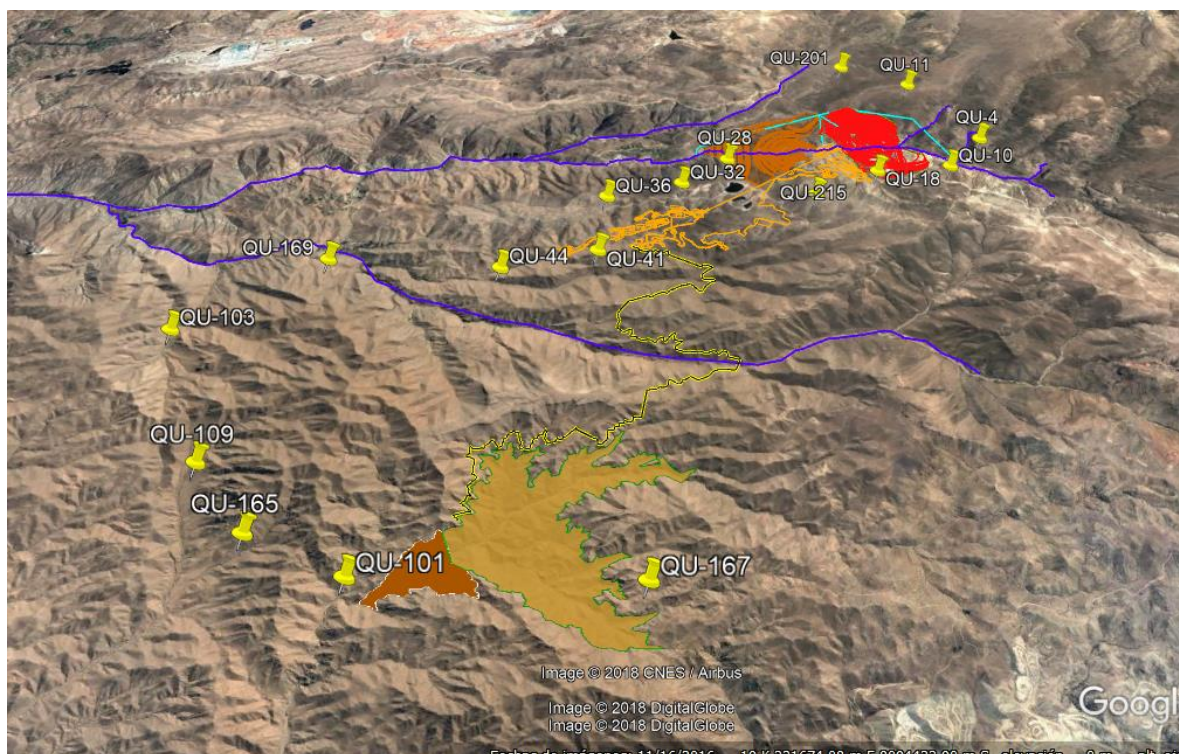


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

Tabla 14. Estaciones de monitoreo calidad de suelo

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
QU-201	326755	8111354	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte
QU-11	328307	8110612	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	329669	8108452	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba del polvorín
QU-18	327137	8107187	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco, a 200 m de la carretera
QU-10	328813	8107402	Mina Sur, a 500 m de Mirador Barrada
QU-215	325674	8106333	Zona Caracoles, a 440 m de carretera de acceso a Poza C4
QU-169	315372	8104024	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la carretera al campamento Salviani
QU-28	323766	8107543	Zona Caracoles, a 350 m de Poza C4, cercano a la antena de alta tensión
QU-103	312702	8101946	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes
QU-41	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	318952	8103832	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-109	314088	8098700	Capillune
QU-165	315276	8097229	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109
QU-167	322070	8096421	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.
QU-101	317135	8096407	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.
QU-32	322720	8106672	Zona Caracoles, a 1 km aprox. De la poza C-4
QU-36	321073	8106169	Zona Caracoles, a 3 km aprox. De la poza C-4

4.3.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio

Tabla 15. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de suelo I

N° ALS LS			DS N° 011-2017-MINAM	188933/2019-1.0	188923/2019-1.0	188921/2019-1.0	182136/2019-1.0	182135/2019-1.0	182140/2019-1.0	182141/2019-1.1	182139/2019-1.0
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	31/03/2019	31/03/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019
Hora de Muestreo			Suelo Agrícola	10:10:00	11:05:00	12:40:00	10:30:00	09:30:00	14:30:00	11:50:00	13:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				QU-201	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28
Parametro	Unidad	LD									
003 ENSAYOS FISICOQUIMICOS											
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	0.9	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.0189	0.4	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO											
Benceno	mg/kg	0.0031	0.03	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Tolueno	mg/kg	0.0038	0.37	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
Etilbenceno	mg/kg	0.0028	0.082	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028
m-Xileno	mg/kg	0.0035	---	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035
p-Xileno	mg/kg	0.0038	---	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
o-Xileno	mg/kg	0.0031	---	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Xilenos	mg/kg	0.0104	11	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104
Naftaleno	mg/kg	0.0031	0.1	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS											
Fración de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	mg/kg	0.6	200	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1.0	1200	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Fración de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1.0	3000	< 1.0	104.3	50.9	30.6	< 1.0	17.9	23.2	< 1.0
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH s)											
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0.0009	0.1	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL											
PCB 28	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 52	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 101	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 118	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB 153	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 138	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 180	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB Total	mg/kg	0.0142	0.5	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS											
Aldrin	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Hepcloro Epóxido	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Endrin	mg/kg	0.0013	---	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013
4,4'- DDT	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
007 ENSAYOS DE METALES											
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.02	6.6	0.02	0.03	0.03	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0.6	---	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	2	---	8469	33504	24367	12006	9195	24684	23973	13283
Arsenico (As)	mg/kg	3.5	50	< 3.5	< 3.5	< 3.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Boro (B)*	mg/kg	3.6	---	< 3.6	< 3.6	< 3.6	24.8	19	19.9	24.9	10.8
Bario (Ba)	mg/kg	0.3	750	68.7	429.5	275.2	65	70.9	260.6	251.6	191.7
Berilio (Be)	mg/kg	0.3	---	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0.5	0.4	0.8	0.9	0.7
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1.5	---	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	0.9	---	1213	1552	2581	1310	1808	2044	4939	2175
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.5	1.4	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0.8	---	2.8	7.7	8.3	10.3	8.6	9.6	13.3	6.8
Cromo (Cr)	mg/kg	0.9	---	3.7	11.7	10.8	22.5	12.3	11.1	11.1	3.5
Cobre (Cu)	mg/kg	0.8	---	14.7	35	27.7	498.7	338.1	33.3	37.9	101.9
Hierro (Fe)	mg/kg	1.2	---	9655	17698	19714	32137	24656	19720	22251	11569
Potasio (K)	mg/kg	2.5	---	1642	1162	2255	1694	1256	2303	3423	1768
Litio (Li)*	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	2.7	< 2.0	8.4	18.8	2.8
Magnesio (Mg)	mg/kg	2	---	2140	1587	2198	3293	3072	2632	5060	1740
Manganeso (Mn)	mg/kg	1	---	126	262	548	305.8	423	522.6	781.4	1270
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.6	---	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Sodio (Na)	mg/kg	9	---	168	284	265	54.9	83.6	160.5	300.1	55.3
Niquel (Ni)	mg/kg	1	---	< 1	8	6	6	4.5	6.3	8.8	2.9
Fosforo (P)*	mg/kg	4.5	---	286.4	392.9	468.8	340.8	522.6	512	322.4	272.2
Plomo (Pb)	mg/kg	2	70	< 2	14	12	15.3	20.5	20.1	16.6	434.9
Antimonio (Sb)	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Selenio (Se)	mg/kg	1.6	---	< 1.6	< 1.6	< 1.6	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	2.4	---	287.4	356.1	316.6	661.4	459.6	744.2	1165	813.6
Estañio (Sn)*	mg/kg	2.5	---	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0.7	---	16.5	49.8	48.8	19.8	23.3	48.5	136.2	38.2
Titanio (Ti)*	mg/kg	0.3	---	830.7	1690	1375	692.8	643.2	1188	633.8	233.7
Talio (Tl)	mg/kg	3	---	< 3	< 3	< 3	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0.5	---	23.7	56.8	62.9	87.5	66.4	56.9	49.8	20.9
Zinc (Zn)	mg/kg	0.5	---	22.9	33.1	42.5	99.5	60.1	48.9	55.2	368.5

Tabla 15. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de suelo I

N° ALS LS			DS N° 011-2017-MINAM	188708/2019-1.0	188686/2019-1.0	188697/2019-1.0	188709/2019-1.0	188710/2019-1.0	188932/2019-1.0	188924/2019-1.0	182137/2019-1.0	182138/2019-1.0
Fecha de Muestreo			Usos de Suelo	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	04/04/2019	04/04/2019
Hora de Muestreo				15:40:00	14:10:00	13:15:00	08:00:00	09:00:00	12:00:00	10:30:00	12:15:00	11:45:00
Tipo de Muestra			Suelo Agrícola									
Identificación				Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Parametro	Unidad	LD		QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36
002 ANALISIS EN CAMPO												
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	0.9	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.0189	0.4	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189	< 0.0189
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO												
Benceno	mg/kg	0.0031	0.03	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Tolueno	mg/kg	0.0038	0.37	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
Etilbenceno	mg/kg	0.0028	0.082	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028	< 0.0028
m-Xileno	mg/kg	0.0035	---	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035	< 0.0035
p-Xileno	mg/kg	0.0038	---	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038	< 0.0038
o-Xileno	mg/kg	0.0031	---	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
Xilenos	mg/kg	0.0104	11	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104	< 0.0104
Naftaleno	mg/kg	0.0031	0.1	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS												
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0.6	200	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1.0	1200	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Fración de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1.0	3000	9	35.3	35.7	< 1.0	26.8	< 1.0	< 1.0	63.9	< 1.0
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH s)												
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0.0009	0.1	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL												
PCB 28	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 52	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 101	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 118	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB 153	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
PCB 138	mg/kg	0.0016	---	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016	< 0.0016
PCB 180	mg/kg	0.0025	---	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
PCB Total	mg/kg	0.0142	0.5	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142	< 0.0142
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCORADOS												
Aldrin	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Hepcladoro Epóxido	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Endrin	mg/kg	0.0013	---	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013	< 0.0013
4.4'- DDT	mg/kg	0.0022	---	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
007 ENSAYOS DE METALES												
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.02	6.6	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04	0.03	< 0.02	< 0.02
Plata (Ag)	mg/kg	0.6	---	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Aluminio (Al)	mg/kg	2	---	16257	19537	18042	23280	18730	20382	19470	15173	12050
Arsenico (As)	mg/kg	3.5	50	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	11.9	59.1	7.9	< 2.0	< 2.0
Boro (B)*	mg/kg	3.6	---	22	24.3	36.1	24.8	21.5	< 3.6	< 3.6	13	16.9
Bario (Ba)	mg/kg	0.3	750	130.6	228.7	120.1	307.1	216.8	176.6	178.6	129.3	199.9
Berilio (Be)	mg/kg	0.3	---	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	< 0.3	< 0.3	0.6	0.4
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1.5	---	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 1.0
Calcio (Ca)	mg/kg	0.9	---	3636	2291	5700	3947	3863	4056	3035	1783	2577
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.5	1.4	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2
Cobalto (Co)	mg/kg	0.8	---	7.9	13.6	10.7	12.9	11.1	20.9	11.1	4.7	8.3
Cromo (Cr)	mg/kg	0.9	---	12.9	13.6	11.1	11.6	9	16.6	12.1	4.1	7.6
Cobre (Cu)	mg/kg	0.8	---	26.4	31.3	42.3	35.1	36.2	45.5	39	30.4	17.5
Hierro (Fe)	mg/kg	1.2	---	20203	23357	22503	23284	21193	31547	24955	11709	15922
Potasio (K)	mg/kg	2.5	---	4191	3796	5684	4281	3582	2238	5931	1737	2602
Litio (Li)*	mg/kg	2.5	---	14.4	11	25.8	20.7	13.8	< 2.5	< 2.5	3.1	5.1
Magnesio (Mg)	mg/kg	2	---	3464	3003	4946	4211	4213	7635	4223	2045	3666
Manganeso (Mn)	mg/kg	1	---	217.1	591.3	445.8	753.3	549	1266	497	247.6	432.3
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.6	---	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.6	< 0.5	< 0.5
Sodio (Na)	mg/kg	9	---	264	210.1	352.5	350.8	382.8	175	94	156.5	248.7
Niquel (Ni)	mg/kg	1	---	7.5	11.4	10	10.7	9.6	13	7	3.9	5.9
Fosforo (P)*	mg/kg	4.5	---	308.5	854	738.9	364.6	500.4	339.9	484.9	633.3	615
Plomo (Pb)	mg/kg	2	70	10.4	13.7	12.6	16.8	14.3	35	17	7.2	11.3
Antimonio (Sb)	mg/kg	2.5	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Selenio (Se)	mg/kg	1.6	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.6	< 1.6	< 2.0	< 2.0
Silicio (Si)*	mg/kg	2.4	---	1747	2718	2380	2416	2217	430.8	418.1	1058	829.5
Estano (Sn)*	mg/kg	2.5	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0.7	---	87.8	85.2	89.6	147	102	72.9	81	31.3	47.7
Titanio (Ti)*	mg/kg	0.3	---	856.7	1145	1263	1061	1008	1454	1010	644.5	1017
Talio (Tl)	mg/kg	3	---	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 3	< 3	< 2.0	< 2.0
Vanadio (V)	mg/kg	0.5	---	44.9	65.4	62.4	56.2	51.9	82	63	26.5	44.9
Zinc (Zn)	mg/kg	0.5	---	45.6	60.1	56.7	69.5	59	91.1	52.4	28.9	46.2

4.3.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

Metales

4.3.3.1. Cromo VI

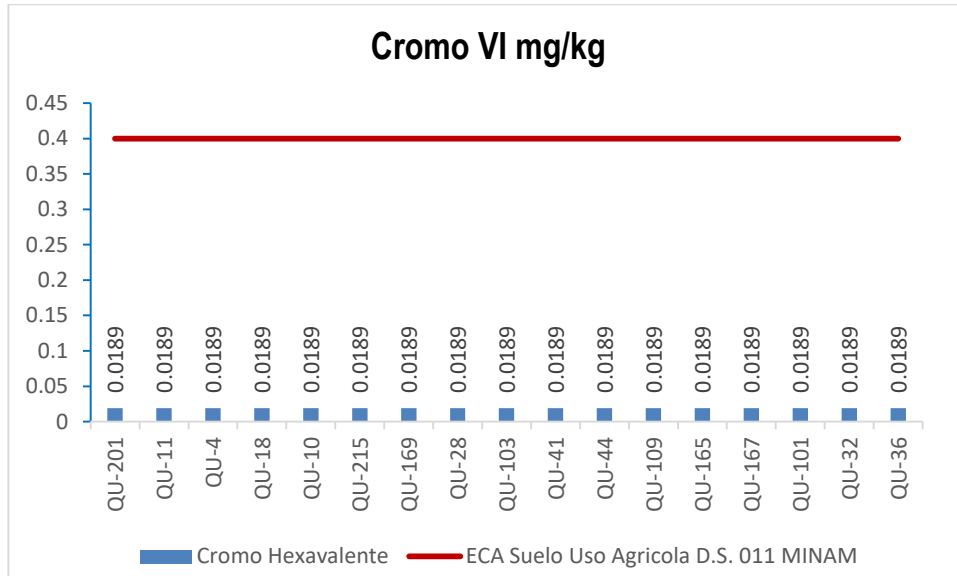


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de cromo VI en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de cromo VI en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.0189 mg/kg), cercana a una zona de alta tensión en concentraciones por debajo de lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con Cromo VI.

4.3.3.2. Mercurio

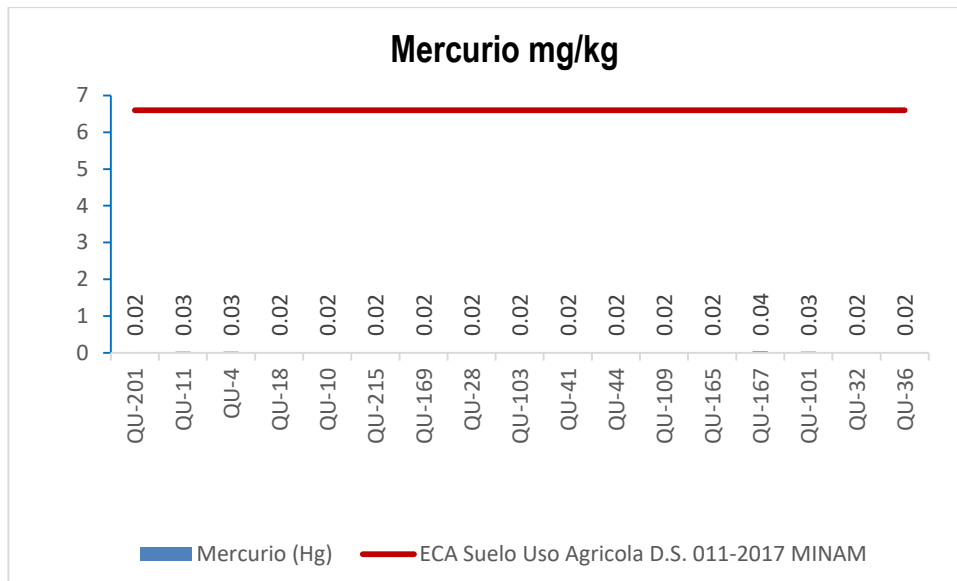


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de mercurio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de mercurio en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.002 mg/kg) para las estaciones QU-201, QU-18, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103, QU-41, QU-44, QU-109, QU-165, en las estaciones, QU-167 la concentración fue de 0.04 y la estación QU-11, QU-4 y QU-101 la concentración fue de 0.03 mg/kg, las concentraciones están por debajo de lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con mercurio.

Las concentraciones de mercurio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 0.08 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.3. Aluminio

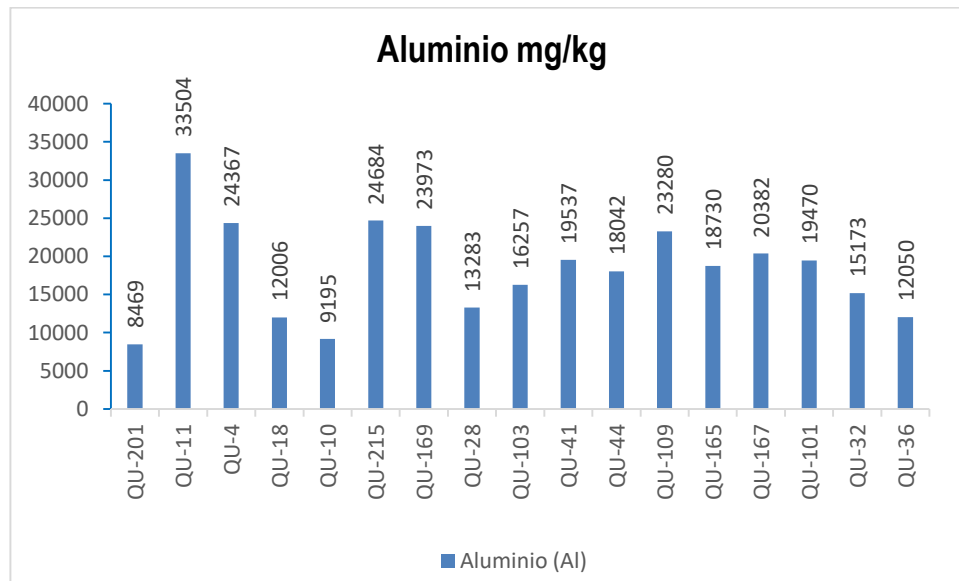


Gráfico 43. Variación espacial del contenido de aluminio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El aluminio es uno de los elementos más abundantes en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Alunita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 8469 y 33504 mg/kg. Siendo la estación QU-11 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de aluminio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 82300 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.4. **Arsénico**

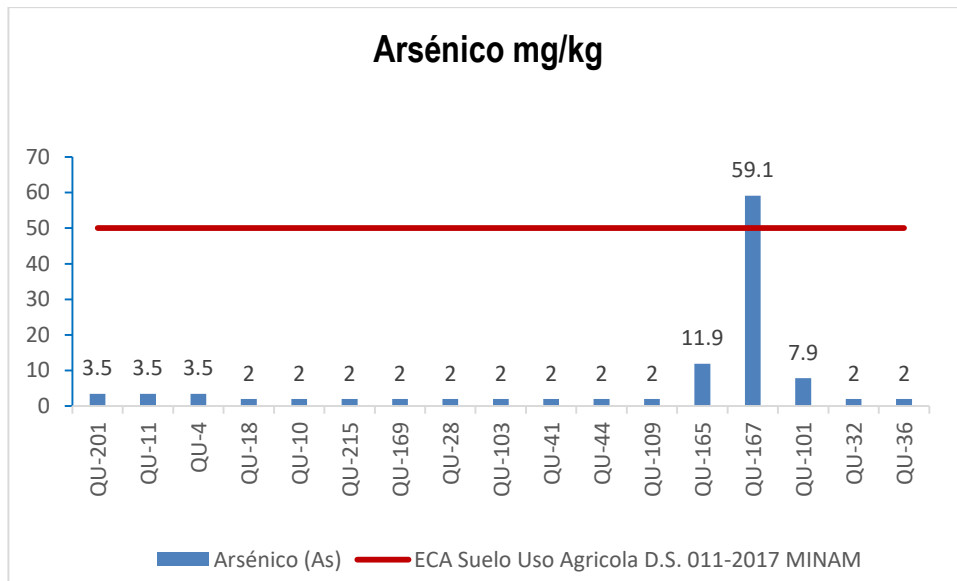


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de arsénico en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de arsénico en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola excepto la estación de monitoreo cercanas a la quebrada cortadera QU-167 con una concentración de 59.1 mg/kg presento mayor concentración de arsénico en el suelo presenta valores superiores propuestos por Taylor 1960 existe acumulación geoquímica arsénico.

Las concentraciones de arsénico son similares a los valores establecido para nivel de fondo 1.8 mg/kg, propuestos por Taylor 1960 no existe acumulación geoquímica para todas las estaciones de Monitoreos a excepción de QU-167.

4.3.3.5. Bario

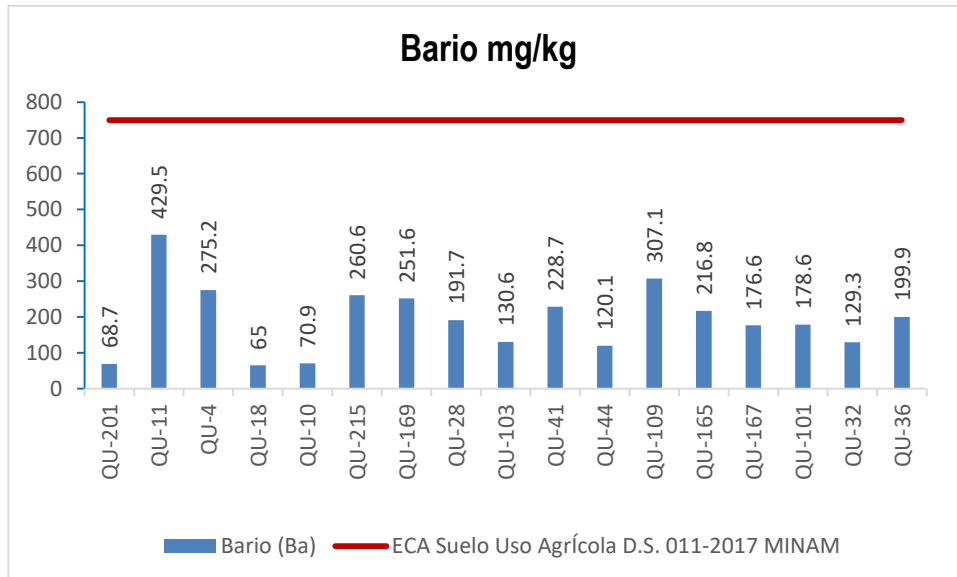


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de bario en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de bario en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola se encuentran en un rango entre 65 y 429.5 mg/kg. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de bario son menores a los valores establecido para nivel de fondo 425 mg/kg, excepto QU-11 que presento concentraciones de 429.5 mg/kg propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.6. Cadmio

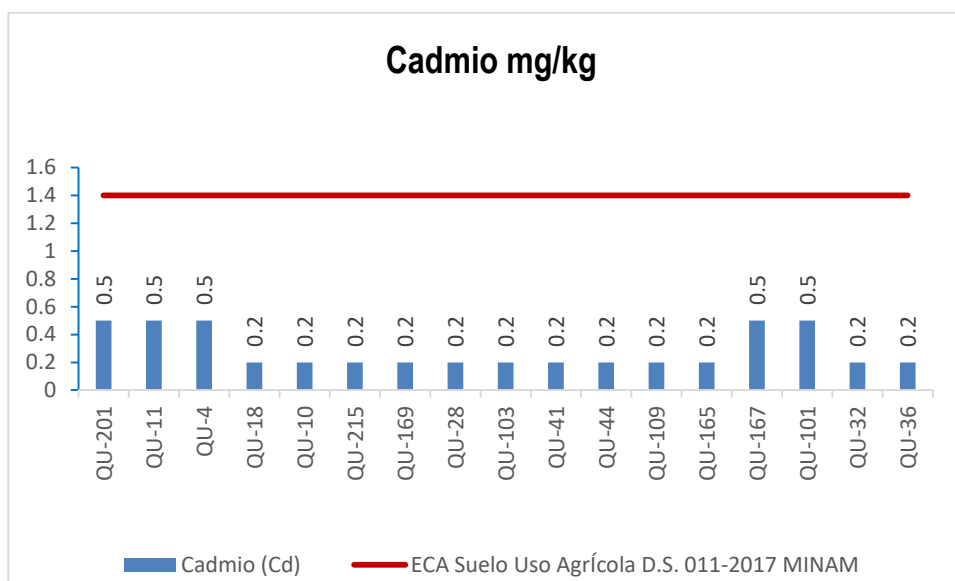


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de cadmio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de cadmio no ha sido detectada en las estaciones de monitoreo, cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de cadmio son similares a los valores establecido para nivel de fondo 0.2 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.7. Cobre

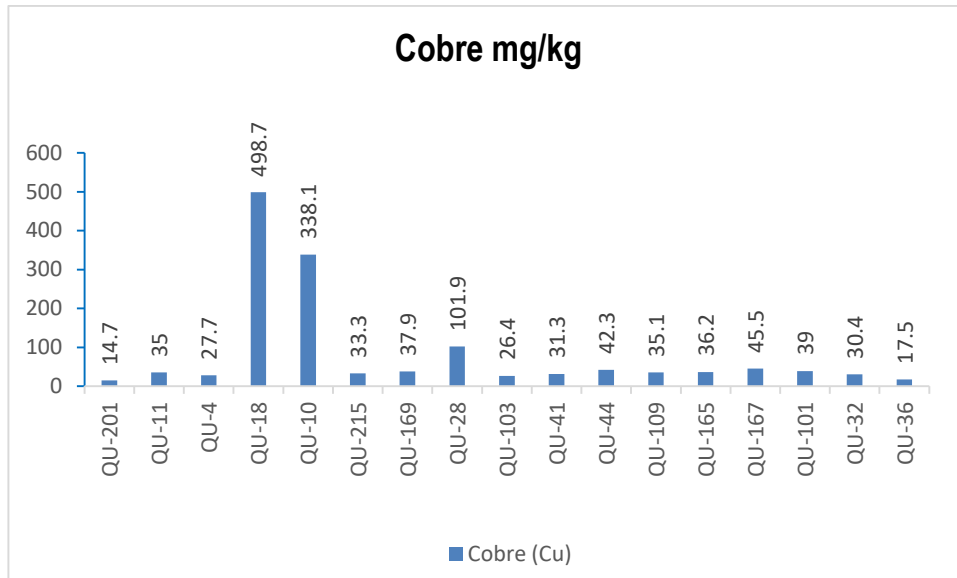


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de cobre en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El cobre es uno de los elementos a explotar en el Proyecto Quellaveco, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 14.7 y 498.7 mg/kg.

Las concentraciones de cobre son similares a los valores establecido para nivel de fondo 55 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-18 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.8. Hierro

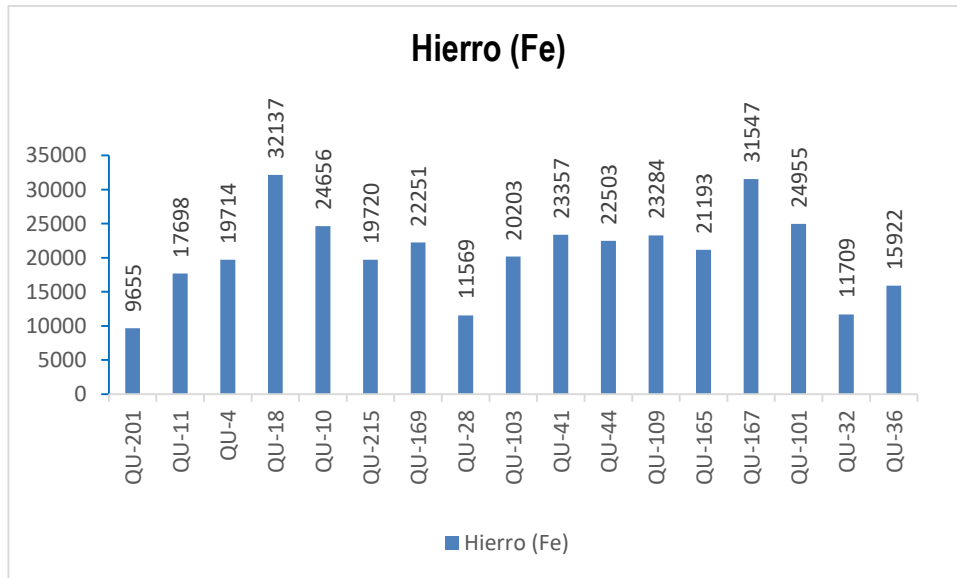


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de hierro en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El hierro es uno de los elementos abundante en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Jarosita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 9655 y 32137 mg/kg. Siendo la estación QU-18 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de hierro son menores a los valores establecido para nivel de fondo 50000 - 630000 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.9. Manganeso

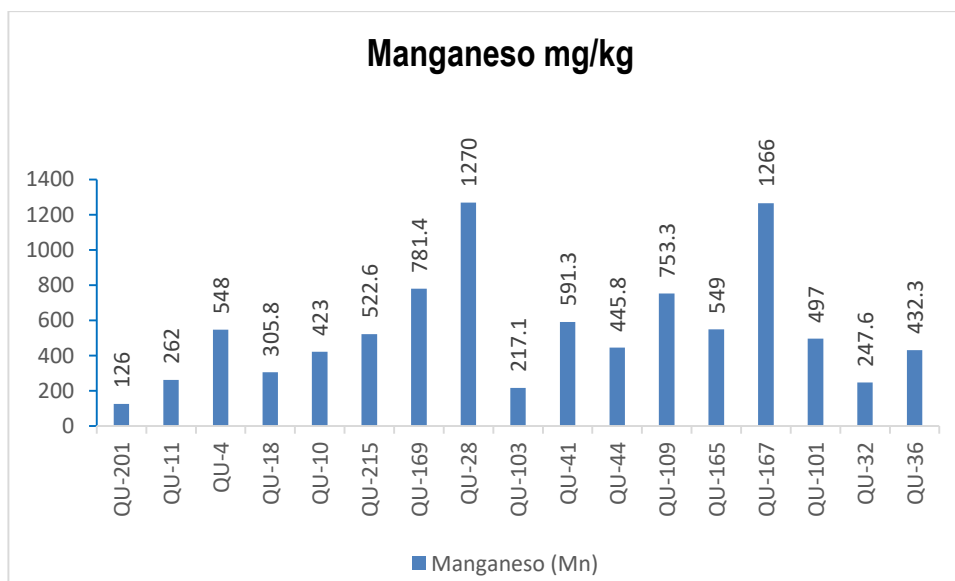


Gráfico 49. Variación espacial del contenido de manganeso en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El manganeso es uno de los elementos abundante en el suelo, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 126 y 1270 mg/kg. Siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de manganeso son similares a los valores establecido para nivel de fondo 950 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

4.3.3.10. Plomo

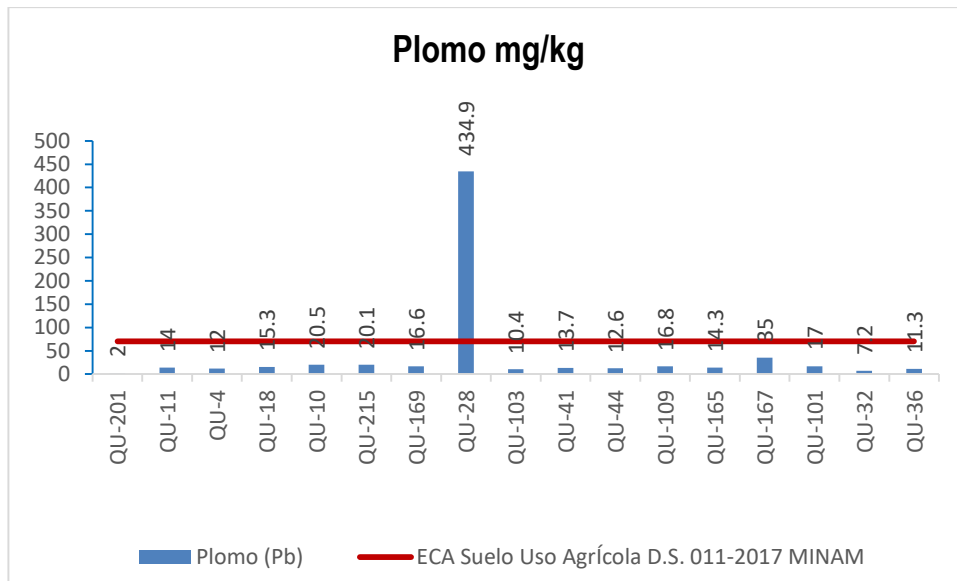


Gráfico 50. Variación espacial del contenido de plomo en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de plomo en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola, la concentración se encuentra entre 2 y 434.9 mg/kg, siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de plomo son similares a los valores establecido para nivel de fondo 12.5 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo excede, por lo que existe acumulación geoquímica de plomo.

4.3.3.11. Zinc

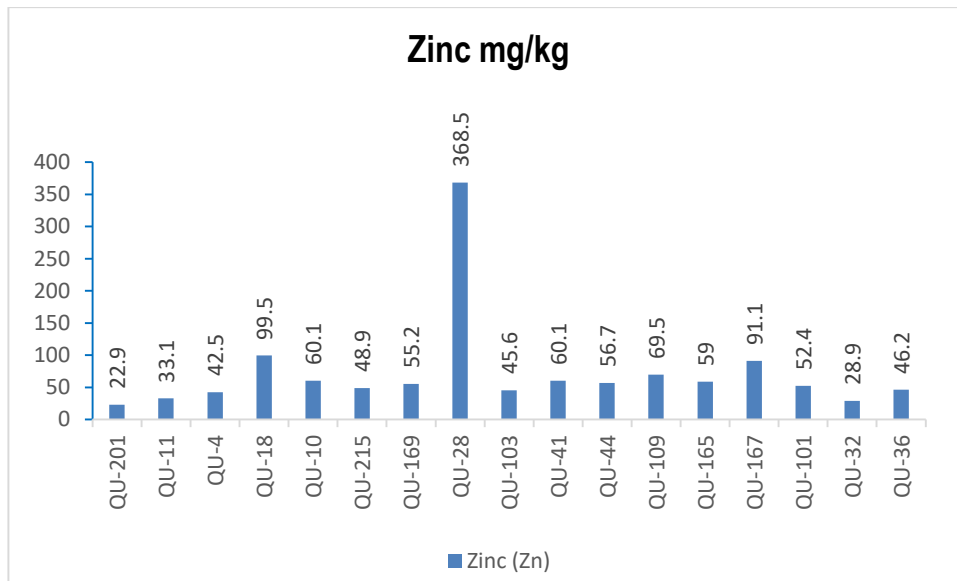


Gráfico 51. Variación espacial del contenido de zinc en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

La concentración de zinc en las estaciones de monitoreo se encuentra entre 22.9 y 368.5 mg/kg, siendo la estación QU-28, QU-18 y QU-167 las que presentan mayor concentración.

Las concentraciones de manganeso son similares a los valores establecido para nivel de fondo 70 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica de zinc.

4.3.4. Tablas resumen de resultados de calidad ambiental de suelo

Tabla 16. Principales Observaciones de los resultados de calidad de Suelo

Punto	Ubicación	Parametros Monitoreados			
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	Observacion
QU-201	A 900 km de Quebrada Chararque, carretera a	17	17	0	Ninguna
QU-11	Ubicado en mina norte, a 300 m del canal de	17	17	0	Ninguna
QU-4	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba	17	17	0	Ninguna
QU-18	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco	17	17	0	Ninguna
QU-10	Mina Sur, a 500 m de mirador Barreda	17	17	0	Ninguna
QU-215	Zona Caracoles, a 440 m de carretera de acceso a	17	17	0	Ninguna
QU-169	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la	17	17	0	Ninguna
QU-28	Zona Caracoles, a 350 m de poza C-4, cercano a la	17	16	1	Pb
QU-103	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera	17	17	0	Ninguna
QU-41	A 300 m de la quebrada Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-44	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con	17	17	0	Ninguna
QU-109	Capillune	17	17	0	Ninguna
QU-165	Area de operaciones, a 2km del punto QU-109	17	17	0	Ninguna
QU-167	A 800 m aprox de quebrada los Chalsos,	17	17	1	As
QU-101	Quebrada Cortaderas. A 40 m del etsacionamiento	17	17	0	Ninguna
QU-32	Zona Caracoles, a 1 km aprox de la poza C4	17	17	0	Ninguna
QU-36	Zona Caracoles, a 3 km aprox de la poza C-4	17	17	0	Ninguna

4.4. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL y VIBRACIONES

4.4.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental y vibraciones



Figura 05. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones en la zona de operaciones MAP-7 EH marzo 2019

Tabla 17. Estaciones de monitoreo calidad de ruido ambiental y vibraciones

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Correspondiente a viviendas en el poblado de San Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.
R-5	295922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca del poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua
R-7B	315429	8106229	Comunidad de Alto Coscore.
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes.
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota.
R-11	356132	8150668	Huachunta.

4.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio

Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental I

N° ALS LS		200267/2019-1.0	200268/2019-1.0	200269/2019-1.0	200266/2019-1.0	200271/2019-1.0	200270/2019-1.0
Fecha de Muestreo		01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora de Muestreo		08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental
Identificación		R-4	R-5	R-7C	R-8	R-10	R-11
Parametro	Unidad						
LAeqT (24 horas)*	dBa	55.7	56.9	58	55.5	48.9	50.9
Lmáx (24 horas)*	dBa	73.6	76.3	76.1	74.7	63.8	75.2
Lmín (24 horas)*	dBa	43.9	41.6	45.8	38	45	42.2
LAeqT (Diurno)*	dBa	53.8	54.9	56.1	53.9	46.7	49.6
Lmáx (Diurno)*	dBa	71.6	74.1	74.4	73.3	63.2	73.1
Lmín. (Diurno)*	dBa	41.6	38.9	42.9	35.5	42.8	40.1
LAeqT (Nocturno)*	dBa	51.1	52.6	53.5	50.5	44.9	45
Lmáx (Nocturno)*	dBa	69.3	72.4	71.3	69.2	55.1	71
Lmín. (Nocturno)*	dBa	40.1	38.2	42.6	34.5	41	38
LAeqT (hora 01)*	dBa	55.9	56	57.1	55.3	48.2	51.3
Lmáx (hora 01)*	dBa	72.8	78.5	73.7	75.8	70.5	73.9
Lmín. (hora 01)*	dBa	42.4	40.6	44.9	37.4	35.1	41.6
Fecha01*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora01*	---	09:00:00	10:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	11:30:00
LAeqT (hora 02)*	dBa	55.9	57.9	57.9	55.1	48.4	46.2
Lmáx (hora 02)*	dBa	72.7	78	72.4	75.8	70.6	74.7
Lmín. (hora 02)*	dBa	43.4	40.7	44	37.8	44.3	41.4
Fecha02*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora02*	---	10:00:00	11:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	12:30:00
LAeqT (hora 03)*	dBa	55	59	54.1	55.3	48.4	49.5
Lmáx (hora 03)*	dBa	72.4	74.9	78.3	75.7	57.9	74.1
Lmín. (hora 03)*	dBa	42.6	40.2	44.1	37.1	44.8	41.4
Fecha03*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora03*	---	11:00:00	12:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	13:30:00
LAeqT (hora 04)*	dBa	54.9	51.1	57.9	55.4	48.8	50.7
Lmáx (hora 04)*	dBa	73.8	72.4	76.5	73.2	56.7	73.4
Lmín. (hora 04)*	dBa	43.8	39.6	44.9	37.2	45.3	41
Fecha04*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora04*	---	12:00:00	13:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	14:30:00
LAeqT (hora 05)*	dBa	54.9	53.9	58.1	55.3	47.9	55.4
Lmáx (hora 05)*	dBa	70.8	71.3	73	75.9	56.8	74.8
Lmín. (hora 05)*	dBa	42.6	39.9	44.8	37.9	45.2	41.5
Fecha05*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora05*	---	13:00:00	14:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00	15:30:00
LAeqT (hora 06)*	dBa	55.6	56.8	57.7	55.9	47.1	51.9
Lmáx (hora 06)*	dBa	70.8	70	75.8	75.2	62.5	74.1
Lmín. (hora 06)*	dBa	43.4	39.2	44.6	37.8	43.8	41.3
Fecha06*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora06*	---	14:00:00	15:00:00	17:00:00	18:00:00	19:00:00	16:30:00
LAeqT (hora 07)*	dBa	55	59.7	57.1	54.6	45.8	52.2
Lmáx (hora 07)*	dBa	71.3	77.8	71.7	70.7	56.9	73.9
Lmín. (hora 07)*	dBa	43.3	40.6	44.6	37.9	43.9	41.4
Fecha07*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora07*	---	15:00:00	16:00:00	18:00:00	19:00:00	20:00:00	17:30:00
LAeqT (hora 08)*	dBa	55.1	57.8	56.6	55.5	45.6	52.5
Lmáx (hora 08)*	dBa	74.3	70.8	75.3	74.4	56	74.8
Lmín. (hora 08)*	dBa	43.7	39.5	43.8	37.7	42.7	40.8
Fecha08*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora08*	---	16:00:00	17:00:00	19:00:00	20:00:00	21:00:00	18:30:00
LAeqT (hora 09)*	dBa	54.2	55	57.7	53.2	45.5	41.6
Lmáx (hora 09)*	dBa	69.6	70.8	74	73.9	54	74.9
Lmín. (hora 09)*	dBa	44.7	39.6	42.6	37.4	42.7	40.4
Fecha09*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora09*	---	17:00:00	18:00:00	20:00:00	21:00:00	22:00:00	19:30:00
LAeqT (hora 10)*	dBa	54.2	51.2	57.8	53	45.7	41.4
Lmáx (hora 10)*	dBa	57.3	77.5	77.8	74.3	54.1	74.6
Lmín. (hora 10)*	dBa	44.3	39.8	41.4	36.8	41.9	40.6
Fecha10*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora10*	---	18:00:00	19:00:00	21:00:00	22:00:00	23:00:00	20:30:00
LAeqT (hora 11)*	dBa	55.5	52.3	56.5	52.1	45.7	41.4
Lmáx (hora 11)*	dBa	70.1	73.8	72.3	69.9	57	74.1
Lmín. (hora 11)*	dBa	44.1	39.3	41.5	36.5	40.9	40.2
Fecha11*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora11*	---	19:00:00	20:00:00	22:00:00	23:00:00	00:00	21:30:00

Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental II

N° ALS LS		200267/2019-1.0	200268/2019-1.0	200269/2019-1.0	200266/2019-1.0	200271/2019-1.0	200270/2019-1.0
Fecha de Muestreo		01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	30/03/2019	08/04/2019	07/04/2019
Hora de Muestreo		08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00
Tipo de Muestra		Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental
		R-4	R-5	R-7C	R-8	R-10	R-11
Identificación							
Parametro	Unidad						
LAeqT (hora 12)*	dBA	53.3	57.3	53.6	51	45.6	40.9
Lmáx (hora 12)*	dBA	75.8	70.6	68.7	70.1	50.6	74.5
Lmín. (hora 12)*	dBA	42.2	39.2	41.5	36.3	41.8	39.1
Fecha12*	---	01/04/2019	02/04/2019	05/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora12*	---	20:00:00	21:00:00	23:00:00	00:00	01:00:00	22:30:00
LAeqT (hora 13)*	dBA	53.9	55	53	52.6	45.6	40.9
Lmáx (hora 13)*	dBA	70.4	70.4	72.5	70.9	46.6	73
Lmín. (hora 13)*	dBA	39.9	39.7	42.1	36.3	40.9	39
Fecha13*	---	01/04/2019	02/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	07/04/2019
Hora13*	---	21:00:00	22:00:00	00:00	01:00:00	02:00:00	23:30:00
LAeqT (hora 14)*	dBA	51.2	54.5	54.6	50.4	45.7	40.8
Lmáx (hora 14)*	dBA	73.9		73.6	69.5	56.9	73.3
Lmín. (hora 14)*	dBA	39.9	38.6	43.6	35.6	41.1	40.1
Fecha14*	---	01/04/2019	02/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora14*	---	22:00:00	23:00:00	01:00:00	02:00:00	03:00:00	00:30:00
LAeqT (hora 15)*	dBA	51.3	52.4	54.4	50.6	45.9	40.8
Lmáx (hora 15)*	dBA	68.2	70	73.9	71	57.2	74.4
Lmín. (hora 15)*	dBA	41.2	38.7	42.3	35.3	41.8	39.9
Fecha15*	---	01/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora15*	---	23:00:00	00:00	02:00:00	03:00:00	04:00:00	01:30:00
LAeqT (hora 16)*	dBA	51.6	52.9	54.4	50.3	44.5	44.3
Lmáx (hora 16)*	dBA	73.9	72.1	70.4	71.7	56.7	69.8
Lmín. (hora 16)*	dBA	41.2	38.1	43.7	33.3	41.7	39.7
Fecha16*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora16*	---	00:00	01:00:00	03:00:00	04:00:00	05:00:00	02:30:00
LAeqT (hora 17)*	dBA	50.6	52.9	54.8	50.3	44	47.5
Lmáx (hora 17)*	dBA	64.4	73.5	70.5	71.7	57.3	69.1
Lmín. (hora 17)*	dBA	40.2	38.8	45.9	33.3	41.7	39
Fecha17*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora17*	---	01:00:00	02:00:00	04:00:00	05:00:00	06:00:00	03:30:00
LAeqT (hora 18)*	dBA	50.9	52.5	52.1	50	44.8	47.5
Lmáx (hora 18)*	dBA	68.4	77.4	72.3	67.1	60.6	69.6
Lmín. (hora 18)*	dBA	40.5	38.7	42.7	32.5	43.7	37.3
Fecha18*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora18*	---	02:00:00	03:00:00	05:00:00	06:00:00	07:00:00	04:30:00
LAeqT (hora 19)*	dBA	50	52.8	54.7	55.5	48.6	42
Lmáx (hora 19)*	dBA	66.7	73.2	70	72.4	60.4	69.5
Lmín. (hora 19)*	dBA	40.6	38.8	40.7	32.1	44.9	35.1
Fecha19*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora19*	---	03:00:00	04:00:00	06:00:00	07:00:00	08:00:00	05:30:00
LAeqT (hora 20)*	dBA	51.4	53.2	54.9	54.6	48.1	49.8
Lmáx (hora 20)*	dBA	68.4	70.4	73.9	70.1	60.3	69
Lmín. (hora 20)*	dBA	40.3	38.9	44.2	32	44.6	34.9
Fecha20*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora20*	---	04:00:00	05:00:00	07:00:00	08:00:00	09:00:00	06:30:00
LAeqT (hora 21)*	dBA	52.6	53.5	55.5	55.7	48	49.4
Lmáx (hora 21)*	dBA	64.3	70.1	75	74	60.4	69.6
Lmín. (hora 21)*	dBA	39.9	38.8	44.7	32.3	44.2	31.3
Fecha21*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora21*	---	05:00:00	06:00:00	08:00:00	09:00:00	10:00:00	07:30:00
LAeqT (hora 22)*	dBA	53.3	53.8	56.8	55.2	48.7	52.6
Lmáx (hora 22)*	dBA	73.4	71	71.5	74.2	59.9	73.1
Lmín. (hora 22)*	dBA	40.5	38.7	44.7	32.3	44.3	41.8
Fecha22*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora22*	---	06:00:00	07:00:00	09:00:00	10:00:00	11:00:00	08:30:00
LAeqT (hora 23)*	dBA	55.3	54.3	57.8	54.9	48.1	52.9
Lmáx (hora 23)*	dBA	68.4	74.5	77.2	75.5	58.6	73.1
Lmín. (hora 23)*	dBA	40.1	39.9	44.1	36.4	44.4	41.8
Fecha23*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora23*	---	07:00:00	08:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	09:30:00
LAeqT (hora 24)*	dBA	54.8	57.1	57.2	54.8	48.1	52.9
Lmáx (hora 24)*	dBA	71.7	77.1	73.2	73.3	57.6	73.1
Lmín. (hora 24)*	dBA	40.2	39.4	44.3	36.9	44.3	41.8
Fecha24*	---	02/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	31/03/2019	09/04/2019	08/04/2019
Hora24*	---	08:00:00	09:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	10:30:00

4.4.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

4.4.3.1. Ruido Ambiental

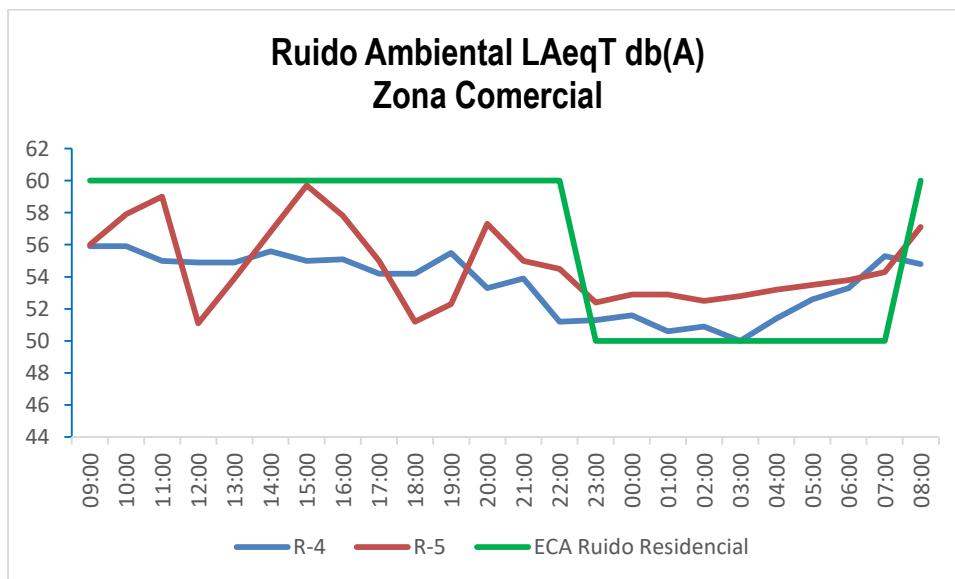
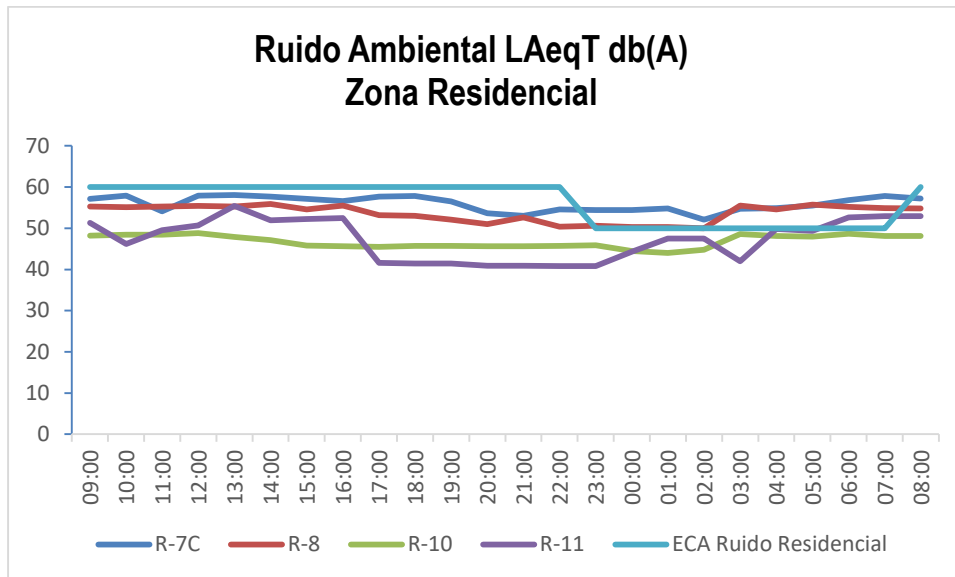


Gráfico 52. Variación espacial del ruido ambiental de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

El ruido en el centro poblado de Calientes R-7C, Tala R-8, Chilota R-10 y Huachunta R-11 cumple con el ECA Ruido Residencial durante el periodo diurno y nocturno, excepto entre las 23 y 7 horas para las estaciones de R-7C y R-8 tiene picos de ruido ambiental a lo largo del día en forma periódica, se debe a una fuente periódica de ruido donde probablemente que se tiene mayor actividad debido a la salida de la población a sus centros de trabajo.

El monitoreo en el centro poblado de Chen Chen R-4 y San Antonio R-5 cerca de la Panamericana cumple con el ECA Ruido Comercial, excepto entre las 23 y 7 horas, donde se produce el mayor desplazamiento de vehículos.

4.4.3.2. Vibraciones

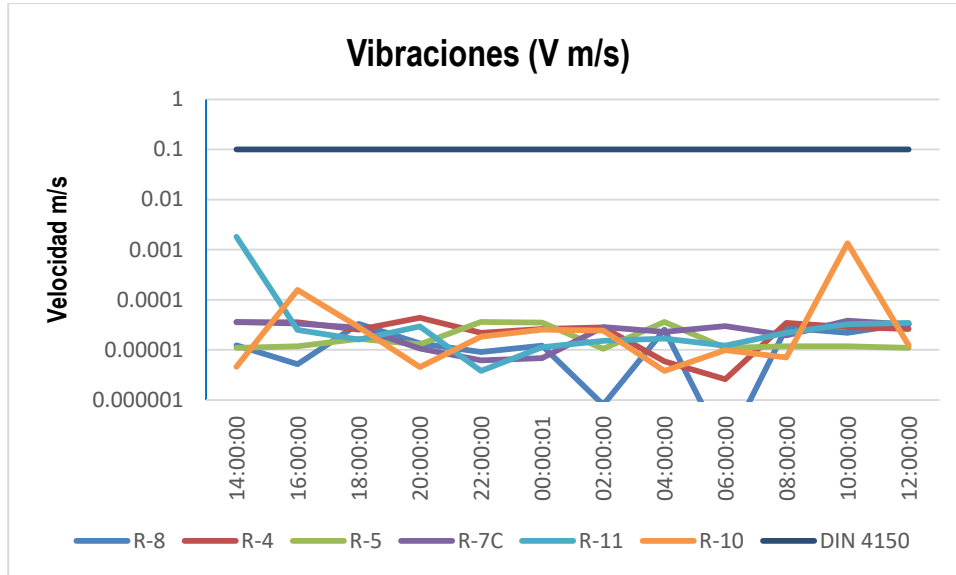


Gráfico 53. Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 EH marzo 2019

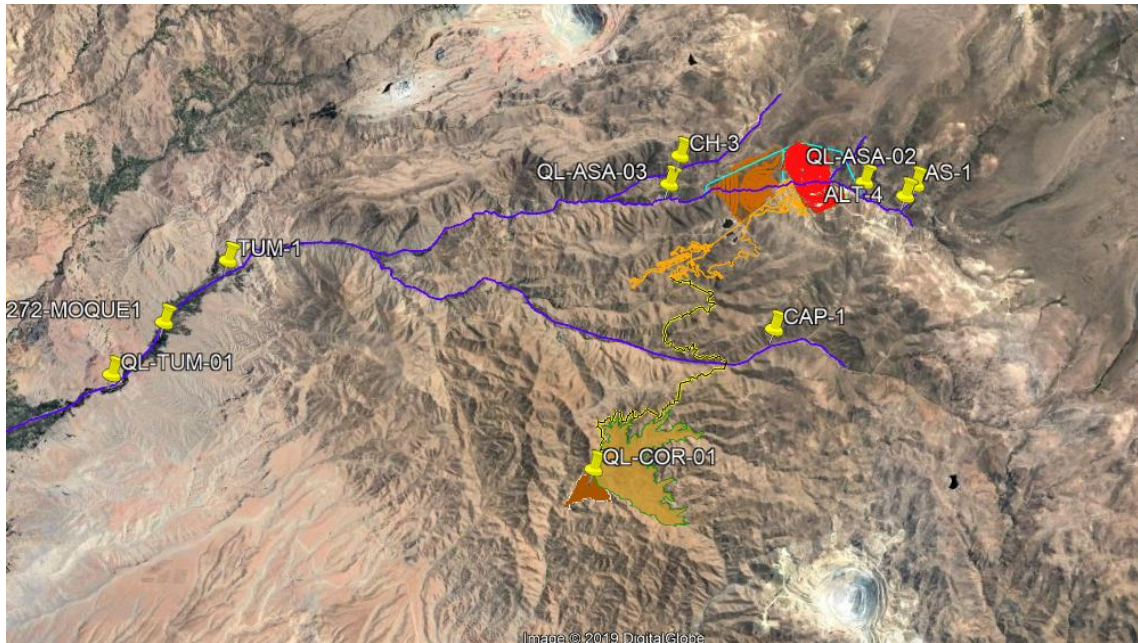
Los valores de vibraciones medidos en todas las estaciones de monitoreo expresados como velocidad, comparados con la Norma DIN 4150, no presentan riesgos de daño estructural los valores son menores a 0.00001 m/s

Los resultados del monitoreo de vibraciones, se presentan en el gráfico 53, no se realizó el monitoreo de vibraciones en la estación R-7B por problemas sociales.

4.5. MONITOREO DE SEDIMENTOS

4.5.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de sedimentos

Zona de operaciones, Moquegua e Ilo



Zona de Alta Montaña

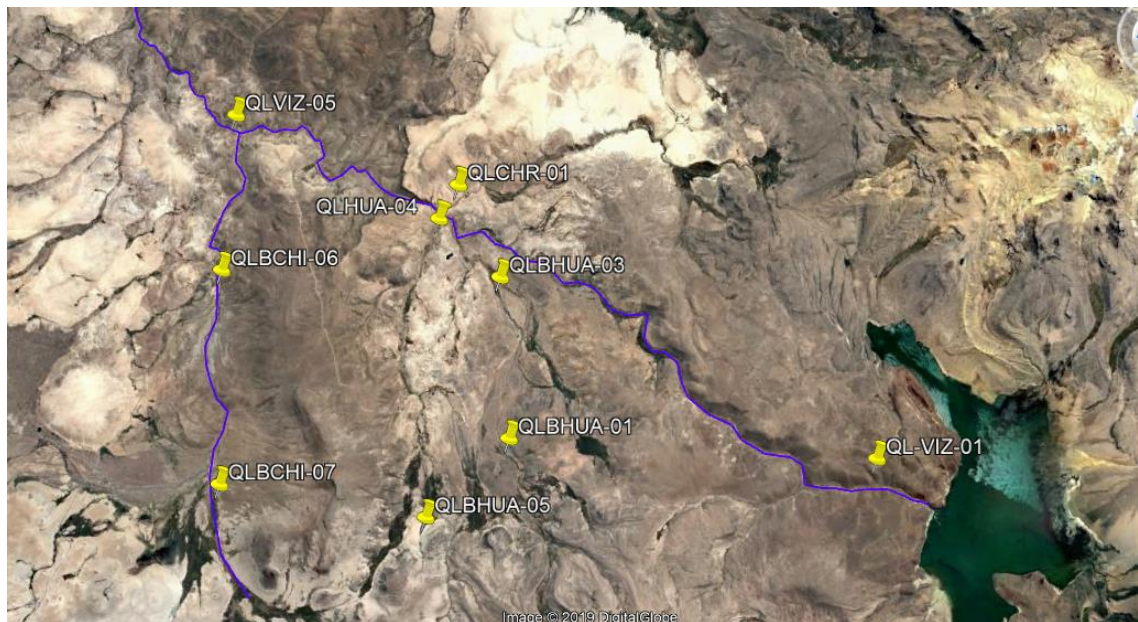


Figura 06. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo, zona de Alta montaña MAP-7 EH marzo 2019

4.5.2. Resultados del monitoreo de sedimentos

Los resultados de sedimentos se presentan en las tablas 19 y 20, estos han sido comparados con los valores de fondo para la corteza terrestre propuestos por Taylor 1964. En el caso de que la concentración del elemento supere 10 veces el valor de fondo se podría estar en un escenario de acumulación geoquímica.

4.5.3. Interpretación de los resultados de sedimentos

Se observa que en la zona de operaciones las concentraciones de arsénico y cadmio en el sedimento son mayores a los valores de fondo propuestos por Taylor para la corteza terrestre en todas las estaciones de monitoreo. La concentración de arsénico tomo valores entre 2.3 a 14.9 mg/kg, estos valores son mayores a 1.8 mg/kg, sin embargo, los valores no superan 10 veces el valor por lo que no se tiene evidencia de acumulación geoquímica de arsénico. La concentración de cadmio tomo valores entre 1.25 a 2.49 mg/kg, estos valores superan en más de 10 veces el valor de fondo de 0.2 mg/kg, se tiene acumulación geoquímica de cadmio a lo largo de la cuenca presentando los valores más altos en quebrada Cortadera QL-COR-01.

Otros metales que presentan valores superiores a los valores de fondo son plomo y antimonio sin embargo los valores no superan 10 veces el valor de fondo, por lo que no existe acumulación geoquímica de estos metales.

En la zona de alta montaña la concentración de arsénico en el sedimento es mayor a los valores de fondo propuestos por Taylor para la corteza terrestre en todas las estaciones de monitoreo. La concentración de arsénico tomo valores entre 4.0 a 171.6 mg/kg, estos valores son mayores a 1.8 mg/kg. En el río Vizcachas QL-VIZ-01, río Chilota QL-BCHI-06, QL-BCHI-07 las concentraciones superan 10 veces el valor por lo que se tiene evidencia de acumulación geoquímica de arsénico. La concentración de boro tomo valores entre 25.8 mg/kg, en el río Vizcachas QL-VIZ-01, este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 10 mg/kg, la concentración de cobre en el río Vizcachas QL-VIZ-01 tomo valores de 59.8 mg/kg este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 55 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Litio tomo valores de 27.2 este valor no supera en más de 10 veces el valor de fondo de 20.0 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Molibdeno tomo valores de 5.5 mg/kg valor mayor a 1.5 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de Antimonio tomo valor de 2.1 mg/kg valor mayor a 0.2 mg/kg, en QL-VIZ-01 la concentración de antimonio fue 2.1 mg/kg, para QL-BCHI-06 valor de 0.8 mg/kg, QL-VIZ-05 valor de 0.5 mg/kg no superan en más de 10 veces el valor de fondo de 0.2 mg/kg. No se evidencia acumulación geoquímica para ningún caso.



Tabla 19. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP 7 EH

Producto declarado			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Valores de Fondo en la Corteza Terrestre Taylor 1964
Matriz analizada			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	
Fecha de muestreo			2019-03-22	2019-03-22	2019-03-22	2019-03-23	2019-03-23	2019-03-24	2019-03-24	2019-03-25	2019-03-25	2019-03-25	
Hora de inicio de muestreo (h)			09:55	11:30	12:45	14:00	16:06	13:40	11:10	14:48	13:15	11:20	
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente			TUM-1	QL-TUM-01	18272-MOQUE1	QL-ASA-03	CH-3	CAP-1	QL-COR-01	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	
Código del Laboratorio			19031895	19031896	19031897	19031898	19031899	19031900	19031901	19031902	19031903	19031904	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados										
Metales													
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	3522.2	3723.2	4093.8	6883.3	3087.8	4826.5	8951.9	3192.9	4446.2	4050.0	82300.0
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	5.5	6.0	7.3	2.3	1.6	3.8	14.9	2.8	2.6	3.3	1.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	0.6	<0.2	<0.2	<0.2	6.0	<0.2	<0.2	<0.2	10
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	34.5	34.6	51.8	110.6	78.7	74.4	128.9	56.4	68.0	89.1	425.0
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.14	0.14	0.25	0.28	0.22	0.22	0.41	0.18	0.24	0.23	2.8
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	3961.2	4311.3	7319.1	1921.1	1602.7	1941.5	4268.4	1803.9	2042.4	2282.8	41500.0
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.71	1.52	1.25	1.33	1.27	2.46	2.49	1.64	1.26	2.27	0.2
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	27.3	27.7	28.9	32.2	22.1	32.0	51.1	21.2	23.3	25.2	60.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	4.47	4.09	3.72	7.35	4.21	6.50	8.27	5.69	4.67	8.98	25.0
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	9.20	7.79	2.24	4.29	3.70	10.24	7.01	11.32	7.60	11.05	100.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	31.3	33.2	22.5	226.0	27.7	30.2	52.8	35.0	20.0	15.6	55.0
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	12500.0	11276.5	7481.2	9351.7	6879.1	16210.8	16336.7	9261.1	7111.7	13547.0	56300.0
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	598.2	653.3	663.0	751.6	1204.0	905.8	1738.3	290.1	417.9	498.0	20900.0
Litio (Li)	0.3	mg/kg	4.6	5.1	6.8	2.6	2.8	5.1	18.7	1.8	1.9	2.5	20.0
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	3198.8	3366.1	3126.3	1939.4	2042.1	4309.3	6190.7	1150.6	1024.9	2139.0	23300.0
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	241.26	255.94	299.34	360.52	391.50	692.83	528.57	246.43	206.48	363.81	950.0
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	0.4	0.9	0.3	<0.2	0.8	<0.2	<0.2	<0.2	1.5
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	149.7	163.5	368.4	256.8	158.8	95.0	375.7	230.1	288.6	365.8	23600.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	3.69	3.34	2.41	5.59	2.79	3.92	5.53	6.93	5.12	8.40	75.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	482.2	493.4	463.1	343.3	339.0	446.0	598.9	459.1	449.9	532.1	1050.0
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	7.02	6.41	7.17	10.75	13.59	66.16	22.00	10.50	10.67	7.53	12.5
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.3	<0.2	0.4	<0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.2	0.4	0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.1
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	<0.1	0.4	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	2.0
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	21.1	21.2	35.0	32.5	15.4	16.6	53.1	18.7	23.1	27.7	375.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	203.71	194.99	114.92	577.64	352.30	267.62	461.14	594.12	521.57	716.15	5700.0
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.5
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	38.48	34.56	15.80	29.62	23.85	52.87	41.64	39.02	28.63	55.13	135.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	22.0	20.8	35.8	30.3	19.3	44.8	58.1	36.0	27.8	36.7	70.0



Tabla 20. Resultados del monitoreo de sedimentos zona de Alta Montaña MAP 7 EH

Producto declarado			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Valores de Fondo en la Corteza Terrestre Taylor 1964
Matriz analizada			Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento	Sedimento		
Fecha de muestreo			2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-27	2019-03-27	2019-03-27	2019-03-28	2019-03-28		
Hora de inicio de muestreo (h)			10:35	12:15	13:10	10:25	09:30	12:20	11:50	11:00	12:40	
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente			QL-VI7-01	QLBHUA-01	QLBHUA-05	QL-BCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	
Código del Laboratorio			19040144	19040145	19040146	19040147	19040148	19040149	19040150	19040151	19040152	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados									
Metales												
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	31967.5	6851.3	4286.2	7075.4	4081.7	2401.5	3945.9	5560.6	3502.6	82300.0
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	171.6	9.2	7.9	107.2	16.5	52.2	4.0	7.5	3.9	1.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	25.8	0.8	<0.2	0.8	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	10
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	159.9	168.6	132.4	135.6	96.2	77.9	74.2	109.4	76.6	425.0
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	1.30	0.27	0.14	0.23	0.16	<0.03	0.17	0.33	0.16	2.8
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	1235.3	2567.8	1498.5	3721.9	3015.8	1550.4	1228.8	1065.2	1257.4	41500.0
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	4.33	1.35	0.91	1.69	2.69	1.37	0.79	0.91	0.81	0.2
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	48.5	40.8	14.7	31.5	30.9	18.7	16.9	31.3	21.6	60.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	10.84	9.67	4.01	8.33	9.42	5.03	5.73	4.33	4.77	25.0
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	9.96	6.90	3.97	7.26	10.00	5.79	2.31	3.35	2.85	100.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	59.8	28.0	16.8	21.9	9.7	11.1	7.3	10.9	10.0	55.0
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	11317.7	8232.0	15080.0	>20000	12597.5	7578.9	8639.5	7637.0	56300.0
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	1538.7	1748.0	1177.7	1501.3	1086.0	732.0	795.6	1138.8	1000.2	20900.0
Litio (Li)	0.3	mg/kg	27.2	4.7	3.0	7.7	3.5	2.4	2.5	3.4	3.2	20.0
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	3050.5	2923.6	2722.0	3577.4	2515.2	1029.0	960.7	2207.0	1801.0	23300.0
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	274.54	190.89	60.29	443.59	418.38	155.50	211.96	194.82	212.39	950.0
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	5.5	0.7	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1.5
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	349.7	309.3	189.5	537.7	246.4	160.1	182.9	172.4	200.5	23600.0
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	10.14	5.57	3.76	5.99	5.17	3.01	2.82	2.74	2.20	75.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	1785.6	452.1	704.5	611.5	509.1	717.8	243.4	347.9	234.9	1050.0
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	70.17	6.65	3.22	5.42	9.72	2.33	2.74	6.86	3.50	12.5
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	2.1	<0.2	<0.2	0.8	0.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.1
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.7	0.3	0.2	0.3	0.6	0.1	0.1	0.3	0.2	2.0
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	29.9	39.0	19.5	63.0	25.6	13.5	17.9	20.6	18.5	375.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	468.75	786.03	623.91	757.95	1022.48	735.52	440.04	512.44	486.76	5700.0
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.5
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	50.69	53.06	27.22	49.02	91.60	44.63	23.78	24.64	24.83	135.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	105.1	38.5	21.5	28.9	48.5	21.7	20.2	22.4	17.0	70.0

5. CONCLUSIONES

- ✓ Los eventos sociales no han permitido el monitoreo de algunas estaciones de monitoreo
- ✓ La calidad del agua superficial en Moquegua, Ilo, Zona de Operaciones y Zona de Alta montaña mantiene su calidad tal como viene registrándose en estudios anteriores en época húmeda desde el año 2013, conforme a lo establecido en la validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto. La influencia de lluvia diluye algunos parámetros y puede también permitir el ingreso de otros por escorrentías como el aluminio, hierro y manganeso.
- ✓ La calidad del agua aguas arriba y aguas debajo del área de operaciones es de buena calidad con respecto a la línea base MAP 1,2,4 y 5 cumple con lo establecido en el ECA Agua categoría 3 para riego conforme a lo establecido en el D.S. 004-2017 MINAM.
- ✓ La calidad de suelo registra niveles de As y Pb en las estaciones de monitoreo zona de Cortadera QU-167 acumulación geoquímica de arsénico (As) y zona de Caracoles QU-28 acumulación geoquímica de plomo (Pb) excediendo notablemente el ECA de suelo uso agrícola establecido en el D.S. 011-2017 MINAM para el caso de Pb.
- ✓ La calidad del aire registrada en el MAP 7 época húmeda es buena y cumple con todos los parámetros de calidad establecidos en el ECA Aire. Los resultados son similares a los obtenidos en los MAP 3, 4 y 5.
- ✓ Las estaciones de monitoreo de ruido ambiental R-7C (Calientes), R-8 (Tala) y R-10 (Chilota) y R-11 (Huachunta) registrado valores de ruido ambiental que cumplen con el ECA ruido de zona residencial, se encuentran influenciados por las actividades agrícolas, ganaderas y otras. de la población por el ruido vehicular que pasa por la carretera Panamericana. Para la zona comercial se tiene valores de ruido que cumplen con los ECA ruido comercial en las estaciones de monitoreo R-4 (Chen Chen) y R-5 (San Antonio) influenciadas por desplazamiento vehicular.
- ✓ En la zona de operaciones, Moquegua, cuenca de los ríos Capillune, Cortadera y Asana, se tiene evidencia de acumulación geoquímica de Cadmio en los sedimentos. En la zona de alta montaña en los ríos Vizcachas y Chilota se tiene evidencias de acumulación geoquímica de Arsénico, siendo el río Vizcachas el de mayor acumulación, el río Vizcachas presenta acumulación geoquímica de cadmio y también el río Vizcachas presenta acumulación geoquímica de antimonio.

6. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de la composición mineralógica del suelo en la quebrada Millune, río Capillune, zona cercana al embalse y cuenca del río Chilota, para el mejor entendimiento de los resultados de calidad de agua.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Campaña Siete de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época marzo 2019.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Sexta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época húmeda octubre 2018.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Quinta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época húmeda marzo 2017.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire setiembre 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire marzo 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Segunda Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Marzo abril 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento, aire y suelo abril 2015 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA abril del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA setiembre del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA diciembre del 2018.

PRONATURALEZA



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza

VII MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

HIDROBIOLOGÍA

(TEMPORADA HÚMEDA)

2019

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos Específicos	5
III. UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	6
3.1 Ubicación	6
3.2 Metodología de muestreo en campo	7
3.2.1 Fitoplancton	7
3.2.2 Perifiton	8
3.2.3 Bentos	9
3.2.4 Pesca eléctrica	9
3.2.5 Parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i>	9
3.3 Metodología de análisis de resultados	10
3.3.1 Calidad del hábitat.....	10
3.3.2 Riqueza específica (S)	11
3.3.3 Equidad mediante el Índice de Pielou (J').....	12
3.3.4 Índice Biótico Andino (ABI)	13
3.3.5 Peces	15
3.3.5.1 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para truchas	15
IV. RESULTADOS.....	16
4.1 Parámetros de campo	16
4.2 Calidad del hábitat.....	19
4.3 Riqueza específica.....	20
4.3.1 Fitoplancton	20
4.3.2 Perifiton	21
4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados)	23
4.4 Índice de Shannon- Wiener y Pielou.....	25
4.4.1 Fitoplancton	25
4.4.2 Perifiton	27
4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados)	29
4.5 Índice Biótico Andino (ABI)	31
4.6 Captura por unidad de esfuerzo (peces).....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
5.1 Parámetros de campo	35
5.2 Riqueza específica.....	35
5.3 Índice de Shannon y Pielou	35
5.4 Índice Biótico Andino (ABI)	36
5.5 Captura por unidad de esfuerzo (peces).....	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS.....	39

Listado de Tablas

Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico MAP VII- EH 2019	6
Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo.	10
Tabla N° 3. Criterios de evaluación el Índice SVAP.....	10
Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP	11
Tabla N° 5. Rangos para la diversidad de Shannon-Wiener	12
Tabla N° 6. Puntajes para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el Índice BMWP/Col.	13
Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico (BMWP/Col.).....	13
Tabla N° 8. Puntuaciones del Índice Biótico Andino (ABI)	14
Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú	15
Tabla N° 10. Parámetros de campo	16
Tabla N° 11. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP	19
Tabla N° 12. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Fitoplancton	20
Tabla N° 13. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Perifiton	22
Tabla N° 14. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Bentos	24
Tabla N° 15. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton	25
Tabla N° 16. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton	27
Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos.....	29
Tabla N° 18. Resultados del Índice Biótico Andino para los puntos de muestreo	32
Tabla N° 19. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo.....	34

Listado de Gráficos

Gráfico N° 1. Valores de pH por punto de muestreo MAP VII-EH 2019.....	17
Gráfico N° 2. Valores de OD por punto de muestreo MAP VII-EH 2019	18
Gráfico N° 3. Valores de conductividad por punto de muestreo MAP VII-EH 2019	18
Gráfico N° 4. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados por punto de muestreo MAP VII-EH 2019	20
Gráfico N° 5. Riqueza taxonómica de Fitoplancton MAP-VII EH.....	21
Gráfico N° 6. Riqueza taxonómica de Perifiton MAP-VII EH	23
Gráfico N° 7. Riqueza taxonómica de Bentos MAP-VII EH	25
Gráfico N° 8. Índice de Shannon- Wiener para Fitoplancton MAP-VII EH	26
Gráfico N° 9. Índice de Pielou para Fitoplancton MAP-VII EH	27
Gráfico N° 10. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH	28
Gráfico N° 11. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH.....	29
Gráfico N° 12. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH	30
Gráfico N° 13. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH.....	31

I. 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 las actividades humanas generadas sobre estos. Cuando este equilibrio se rompe y hay una alteración del estado natural del ecosistema hablamos de contaminación. 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 población, agricultura e industria sin afectar el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usa herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua, y complementariamente a estas el monitoreo hidrobiológico permite conocer el estado ecológico del río.

En la evaluación de calidad hídrica el monitoreo hidrobiológico usa los niveles de sensibilidad a contaminación de los diferentes grupos biológicos: plancton, perifiton, bentos, etc. a los organismos sensibles se les denomina 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 se tomaron muestra de plancton, perifiton, bentos, peces, sedimentos y parámetros fisicoquímicos; mediante los datos obtenidos se determinó la riqueza taxonómica e índices sobre diversidad y equidad además de obtener datos sobre el estado ecológico de los puntos muestreados.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Realizar el monitoreo hidrobiológico en los puntos de muestreo definidos en el MAP VII- EH

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los taxones presentes en los componentes biológicos colectados.
- Determinar la riqueza específica de los componentes biológicos colectados.
- Determinar la diversidad y equidad mediante los índices de Shannon y Pielou para las estaciones de muestreo.
- Establecer la calidad ecológica de los puntos muestreados mediante el Índice Biótico Andino - ABI.
- Establecer el factor de condición K y la captura por unidad de esfuerzo para el monitoreo de peces.

III. UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Se realizó el monitoreo hidrobiológico en 19 estaciones durante la segunda quincena de marzo del 2019, se efectuó un total de 7 días efectivos de campo. Se colectó muestras hidrobiológicas, datos y parámetros de campo.

3.1 Ubicación

Los puntos de muestreo están ubicados dentro y fuera de las zonas de operaciones (10 estaciones) y abastecimiento (9 estaciones) del proyecto Quellaveco, abarcan diferentes ambientes acuáticos desde los 1200 a 4500 msnm. El periodo de muestreo corresponde a la temporada húmeda. Las coordenadas y descripciones de las estaciones de monitoreo se detallan a continuación.

Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico MAP VII- EH 2019

Área	Código	Georreferencia (UTM WGS84)			Ubicación
		Este	Norte	Altura	
Operaciones	13272-MOQUE1*	302070	8102936	1753	Río Moquegua
	TUM-1	304558	8105269	1927	Río Tumilaca
	QL-TUM-01	300020	8100959	1634	Río Tumilaca
	QL-ASA-02	329083	8107952	3641	Río Asana, antes de la entrada al túnel
	QL-ASA-03	321575	8107971	3222	Río Asana, salida del túnel de SPCC
	ALT-4	330645	8107397	3749	Quebrada Altarani
	AS-1	331045	8107820	3801	Río Asana
	CAP-1	325533	8102374	3458	Río Capillune
	CH-3	322007	8109053	3359	Quebrada C haraque
	QL-COR-01	318518	8097100	3035	Quebrada Cortadera
Abastecimiento	QL-VIZ-01	367465	8151581	4575	Río Vizcachas
	QLVIZ-05	349750	8161304	4296	Río Vizcachas
	QLBCHI-06	349288	8157029	4329	Río Chilota
	QLHUA-04	355362	8158369	4365	Quebrada Huachunta
	QLCHR-01	355914	8159292	4406	Quebrada Chimcune
	QLBCHI-07	349144	8151113	4367	Humedal Chilota
	QLBHUA-01	357229	8152274	4429	Humedal Huachunta
	QLBHUA-03	357041	8156730	4378	Humedal Huachunta
QLBHUA-05	354879	8150125	4463	Humedal Huachunta	

Fuente: Pronaturaleza

* Inicialmente con código MQ-1

3.2 Metodología de muestreo en campo

En los 19 puntos de muestreo se realizó la medición de parámetros de campo (temperatura del agua (°C), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE) y pH) y toma de muestras para los componentes hidrobiológicos de plancton, perifiton y bentos. Para esto se siguió el procedimiento DA-007 “Indicaciones de muestreo hidrobiológico”, versión 11 del laboratorio Servicios Analíticos Generales-SAG. Además, se tomó muestras de sedimentos para ensayo de metales y mediante pesca eléctrica se hizo la captura de truchas (*Oncorhynchus myskiss*) para conteo y toma de datos. En cada punto se tomó observaciones sobre el estado del río: cauce, ribera, cuerpo de agua, etc.

3.2.1 Fitoplancton

Se denomina plancton al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en la columna de agua. Los productores primarios de plancton reciben el nombre de fitoplancton o plancton vegetal que incluyen algas y cianobacterias. (Roldán y Ramírez, 2008). Se tomó las muestras de forma superficial.

a) F. Cuantitativo

Se colectó un volumen de muestra (1L) directamente del cuerpo de agua y se preservó con formalina bufferada al 37% (40 ml). La muestra obtenida se puso en conservación para su envío a laboratorio.

b) F. Cualitativo

Con una red de 20 micras se filtró 40 litros de agua a fin de obtener una muestra representativa del punto. La muestra obtenida fue colectada en un frasco de 500 ml y preservada con formalina bufferada 37% (40 ml).

En las estaciones donde las condiciones de agua (turbidez, algas, arrastre de sólidos, etc.) no permitieron un mayor filtrado se usó 10 o 20 litros. Para ensayo en laboratorio se requiere como mínimo 5 litros.

Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG)

- Evitar en lo posible, la perturbación del punto a muestrear, ingresando al cuerpo de agua en contracorriente, en forma lenta.
- Para la realización de la toma de muestras cualitativas, tener en cuenta que mientras más claro se observe el cuerpo de agua deberá tomarse un volumen mayor a 5 litros. Verter el agua para el filtrado por las paredes internas de la malla en forma lenta.
- Evitar realizar la manipulación inadecuada de la malla al momento de la toma de muestra (forzar el filtrado, doblar la malla, inclinar y/o mover bruscamente),

siempre realizarlo de manera vertical. De observar atasco en la malla durante el filtrado, verter agua desionizada por la parte externa de la malla.

- Es indispensable indicar el volumen de filtrado realizado.

3.2.2 Perifiton

El perifiton se define como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida a un sustrato, que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Wetzel 1983).

La importancia del perifiton en los ecosistemas acuáticos está en su producción de metabolitos orgánicos que alimentan diversos organismos; su contribución con más del 70% de la materia orgánica a la productividad total; sus altas tasas de reciclaje; su posibilidad de proporcionar abrigo y alimento a varios tipos de organismos, principalmente peces; su alta productividad primaria y su papel como indicador biológico

Investigaciones sobre la comunidad perifítica presente en los ríos son abordados principalmente para estudios de calidad de aguas e impacto ambiental, basados en raspados sobre sustratos naturales en distintas estaciones de muestreo en donde la zona alta de los ríos es usada como una estación patrón o control (Montoya, M.Y. & Ramírez, R.J. 2007)

a) Perifiton Cuantitativo

Se colectó haciendo un raspado de las superficies de rocas sobre un área de 100 cm². (Sección de 10x10 cm). La muestra obtenida se trasvasó al frasco final (500 ml) y fue preservado con formalina bufferada al 5% (≈100ml).

En puntos donde hay ausencia de rocas se tomó la muestra en un área de 100 cm² de sustrato vegetal.

b) Perifiton Cualitativo

Sin tener un área determinada, se obtuvo la muestra mediante raspado en el sustrato elegido. En un frasco rotulado de 500 ml la muestra obtenida se preservó con formalina bufferada al 5% (≈100ml).

Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG)

- Se eligió preferentemente aquellas zonas de buena iluminación.
- El sustrato escogido para el raspado debe estar sumergido de forma permanente y no expuesto al aire libre.
- Indicar el área de muestreo.

3.2.3 Bentos

Se colectó con ayuda de una red Surber de 300 μm , que consiste en una red corta más o menos cónica unida a un armazón rígido de metal de 30 x 30 cm. Para obtener la muestra se colocó la red Surber en el fondo del curso de agua (contra corriente), en lo posible adherido al lecho del río, se removió el sustrato dentro del marco de 900 cm^2 y mediante el arrastre dado por la corriente de agua o generado con la mano los organismos removidos del sustrato son colectados en la red.

La muestra se colectó en un frasco boca ancha rotulado de 500 ml y se preservó con etanol 70% en proporción de 1:3 (1 de muestra por 3 de preservante).

3.2.4 Pesca eléctrica

Se usó un equipo electrofisher a lo largo del río 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. 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.

3.2.5 Parámetros fisicoquímicos *in situ*

En cada estación de muestreo se realizó mediciones de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto), para esto se usó un equipo multiparámetro WTW 3630, éste cuenta con certificado de calibración (Anexo 5). Los resultados obtenidos fueron comparados con el D.S. N° 004-2017-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental para Agua Superficial, Categoría 3: Subcategoría D-1; Riego de vegetales; Riego no restringido).

Oxígeno disuelto

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O_2) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Cuando se realiza la prueba, solo se utilizan muestras tomadas recientemente y se analizan inmediatamente. Por lo tanto, debe ser preferentemente una prueba de campo.

pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones

Conductividad

La conductividad eléctrica es la propiedad de diferentes cuerpos de permitir el paso de electricidad a través de ellos. En el caso de los líquidos la conductividad va a depender directamente del contenido de sales en ellos.

Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo.

Parámetro	Rango	Resolución
pH	0.00- 14.00	0.001- 0.1
Temperatura	0.0 °C- 60°C	0.1 °C
Conductividad	0.01 uS/cm- 200 mS/cm	0.01 uS/cm
Oxígeno Disuelto	0.01mg/L- 20 mg/L	0.01mg/L

3.3 Metodología de análisis de resultados

Con los resultados obtenidos se calculó índices de riqueza (S=número de especies), diversidad y equidad, además una evaluación de la calidad del agua mediante el índice ABI y se determinó el factor de condición K y captura por unidad de esfuerzo para evaluación de truchas.

3.3.1 Calidad del hábitat

El protocolo SVAP evalúa el hábitat físico de un río o quebrada mediante la asignación de puntajes entre uno y diez, para esta evaluación se usan 15 parámetros, el proceso consiste en calificar estos 15 parámetros aplicando puntajes; luego de realizados los registros para cada uno de los puntos de muestreo valorados, se realizan los cálculos del índice para cada uno de éstos, según la fórmula de Puntaje total/número de criterios evaluados. A cada valor final del índice se le da un rango de calidad según el valor resultante en este promedio.

En la Tabla N° 3 se presentan los parámetros puntuables y en la Tabla N° 4 se observa la clasificación de las aguas de acuerdo a las categorías de valoración consideradas por el índice SVAP.

Tabla N° 3. Criterios de evaluación el Índice SVAP

N°	CRITERIO/VARIABLE
1	Apariencia del agua
2	Sedimentos
3	Zona ribereña

4	Sombra
5	Pozas
6	Condición del cauce
7	Alteración Hidrobiológicas (desborde)
8	Hábitat para peces
9	Hábitat para microinvertebrados acuáticos
10	Estabilidad de las orillas
11	Barreras al movimiento de peces
12	Presión de pesca
13	Presencia de desechos sólidos
14	Presencia de estiércol
15	Presencia de algas filamentosas
Puntaje Total/N° Criterios Evaluados	

Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP

Valor SVAP	Condición del hábitat
9.0 -10.0	Excelente
7.0 – 8.9	Bueno
5.0 – 6.9	Regular
3.0 – 4.9	Mala
1.0 – 2.9	Muy Mala

3.3.2 Riqueza específica (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinado, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Es un tipo de medida de la diversidad alfa y se calcula de manera acumulativa dentro de un área evaluada (Magurran, 1998). **Diversidad mediante el Índice 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 (en logaritmo base 2). Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en la Tabla N°6.

Tabla N° 5. Rangos para la diversidad de Shannon-Wiener

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

Fuente: Magurran, 2004

3.3.3 Equidad mediante el Índice de Pielou (J')

El índice de equidad o 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.

3.3.4 Índice Biótico Andino (ABI)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. En las Tablas N° 7 se presenta el índice BMWP/col y en la tabla N°9 el índice ABI (Andean Biotic Index) que es una adaptación del primero para los Andes. En este caso se parte de una lista de taxones que tienen la distribución por encima de los 2000 msnm (Ríos *et al.*, en prep).

El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1.0 (Armitage *et al.* 1983). La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP (Roldán, 2003; Zúñiga, 2010).

Tabla N° 6. Puntajes para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el Índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gripopterygidae	10
Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae	9
Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hydrachnidae	4
Ceratopogonidae, Hydroptilidae, Physidae, Tipulidae, Asellidae, Ostracoda, Planorbidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2

Fuente: Roldán, 2003

Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico (BMWP/Col.)

Clase	Valor	Significado
I	>120	Aguas limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible

II	61-100	Evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Agua contaminada
IV	16-35	Aguas muy Contaminadas
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Sánchez, H. 2005

Tabla N° 8. Puntuaciones del Índice Biótico Andino (ABI) para las familias de Macroinvertebrados acuáticos de los Andes Tropicales distribuidos desde los 2000 m.s.n.m hasta el límite con las nieves perpetúas.

Familias		Puntajes	Familias	Puntajes	
Turbellaria		5	Trichoptera	Xiphocentronidae	8
Hirudinea		3		Hydrobiosidae	8
Oligochaeta		1		Glossosomatidae	7
Gasteropoda	Ancylidae	6	Lepidoptera	Hydropsychidae	5
	Physidae	3		Anomalopsychidae	10
	Hydrobiidae	3		Philopotamidae	8
	Limnacidae	3		Limnephilidae	7
	Planorbidae	3		Pyalidae	4
Bivalvia	Sphaeriidae	3	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Amphipoda	Hyalellidae	6		Lampyridae	5
Ostracoda		3		Psephenidae	5
Hydracarina		4		Scirtidae (Helodidae)	5
Ephemeroptera	Baetidae	4		Staphylinidae	3
	Leptophlebiidae	10		Elmidae	5
	Leptohyphidae	7		Dryopidae	5
	Oligoneuriidae	10		Gyrinidae	3
Odonata	Aeshnidae	6		Dytiscidae	3
	Gomphidae	8		Hydrophilidae	3
	Libellulidae	6	Hydraenidae	5	
	Coenagrionidae	6	Blepharoceridae	10	
	Calopterygidae	8	Simuliidae	5	
	Polythoridae	10	Tabanidae	4	
Plecoptera	Perlidae	10	Diptera	Tipulidae	5
	Gripopterygidae	10		Limoniidae	4
Heteroptera	Veliidae	5		Ceratopogonidae	4
	Gerridae	5		Dixidae	4
	Corixidae	5		Psychodidae	3
	Notonectidae	5		Dolichopodidae	4
	Belostomatidae	4		Stratiomyidae	4
	Naucoridae	5		Empididae	4

Trichoptera	Helicopsychidae	10	Chironomidae	2
	Calamoceratidae	10	Culicidae	2
	Odontoceridae	10	Muscidae	2
	Leptoceridae	8	Ephydriidae	2
	Polycentropodidae	8	Athericidae	10
	Hydroptilidae	6	Syrphidae	1

Fuente. Acosta et. al, 2009

Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú

Valor	Categoría
>74	Muy bueno
45-74	Bueno
27-44	Moderado
11-26	Malo
<11	Pésimo

Fuente. Acosta et. al, 2009

3.3.5 Peces

Se realizó captura mediante electropesca.

3.3.5.1 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para truchas

Para el cálculo de los rendimientos se utilizó como unidad de esfuerzo la operación individual de cada uno de las descargas eléctricas, correspondiendo la CPUE al número de peces capturados/avistados por cada intento (peces/ descarga).

IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros de campo

En la Tabla N° 11, se muestran los resultados realizado en los 19 puntos de monitoreo, de los parámetros fisicoquímicos registrados in situ (temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto).

Tabla N° 10. Parámetros de campo

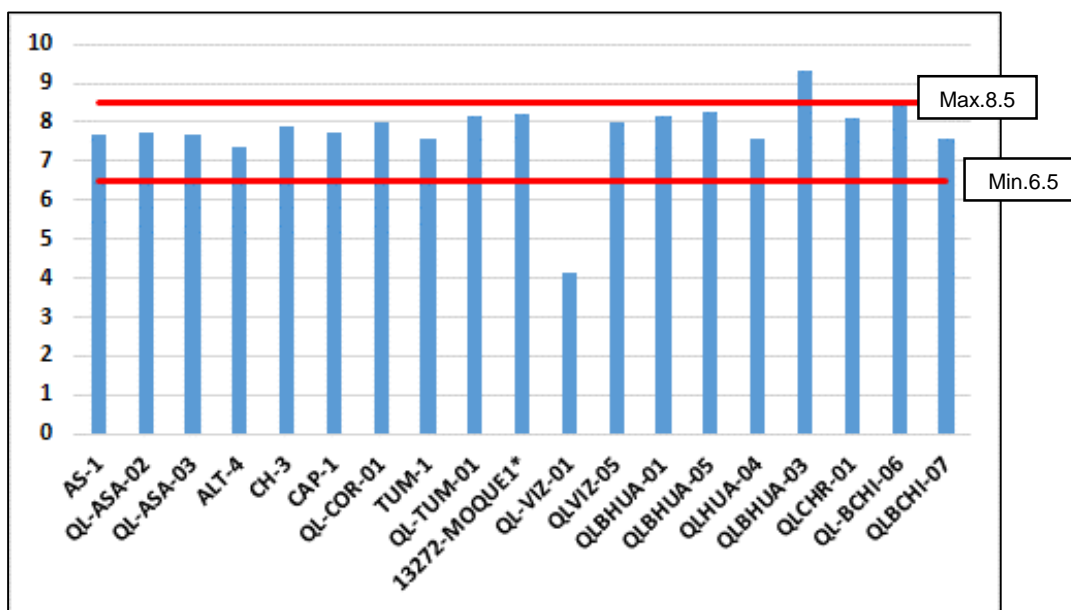
Ubicación	Punto	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (µs/cm)	Temperatura (°C)
Río Asana	AS-1	7.7	6.35	159.3	12.8
	QL-ASA-02	7.76	7.45	133.7	16.2
	QL-ASA-03	7.67	7.54	163.5	16.6
Quebrada Altarani	ALT-4	7.34	7.4	57	14.7
Río Charaque	CH-3	7.9	7.35	88.1	14.1
Río Capillune	CAP-1	7.72	6.44	105.3	19.9
Quebrada Cortadera	QL-COR-01	8.02	4.46	1032	21.8
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.56	6.99	258	17
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	8.18	6.83	340	21.9
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	8.22	6.52	1153	28.2
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	4.12	6.25	538	14.7
	QLVIZ-05	8	7.36	160.3	13.3
Zona de Huachunta	QLBHUA-01	8.16	6.63	88.5	18.9
	QLBHUA-05	8.24	7.12	103.9	16.2
	QLHUA-04	7.55	7.82	137.4	16.6
	QLBHUA-03	9.3	8.28	144	12.8
Río Chincune	QLCHR-01	8.13	6.89	98.1	13.9
Río Chilota	QL-BCHI-06	8.42	7.81	157.4	15.7
	QLBCHI-07	7.59	7.29	87.1	16.6

Fuente: Pronaturaleza

- **pH**

Los resultados obtenidos muestran que 2 puntos de los 19 muestreados están fuera del rango establecido en el ECA (D.S N° 004-2017-MINAM; Categoría 3; Subcategoría D-1; Riego de vegetales; Riego no restringido), esto en el río Vizcachas (QL-VIZ-01) y en un bofedal de Huachunta (QLBHUA-03), ambos en la zona de Abastecimiento. Los valores obtenidos son similares a los reportados en el monitoreo anterior. En el MAP VI-ES 2018 se reportó que 7 puntos están fuera de rango establecido por el ECA, todos en la zona de Abastecimiento. Estos cambios podrían estar dados por la temporada de lluvias.

Gráfico N° 1. Valores de pH por punto de muestreo MAP VII-EH 2019

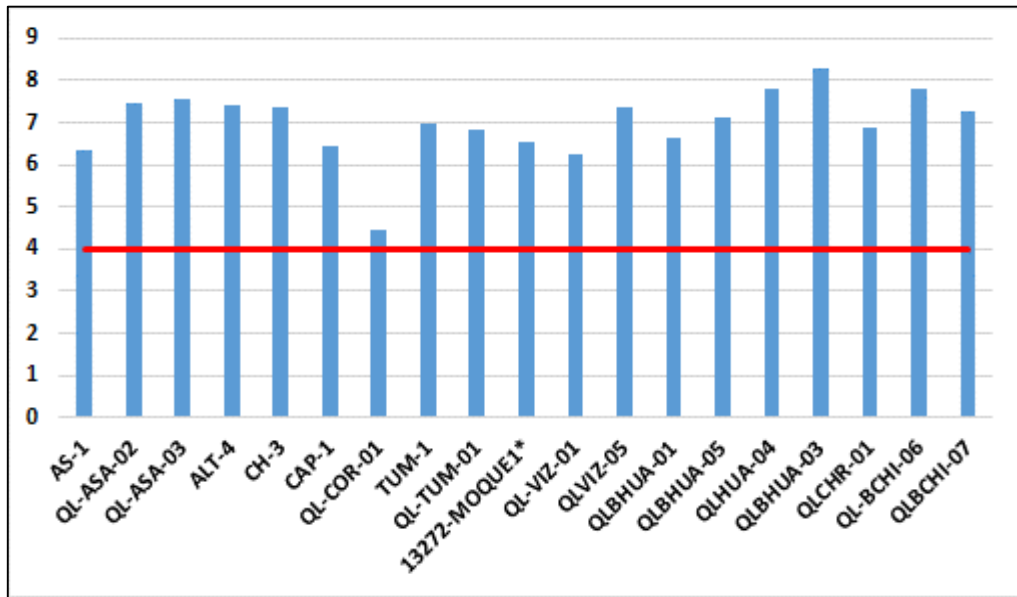


Fuente: Pronaturaleza

- **Oxígeno disuelto (OD)**

El oxígeno disuelto es importante para el desarrollo de la vida acuática. En las estaciones de monitoreo se observa que el nivel de oxígeno se mantiene por encima de ECA vigente para agua de riego. Solo en el punto QL-COR-01 de la quebrada Cortaderas presenta un valor cerca al límite, pero por encima de este. (Ver Gráfico N° 2)

Gráfico N° 2. Valores de OD por punto de muestreo MAP VII-EH 2019

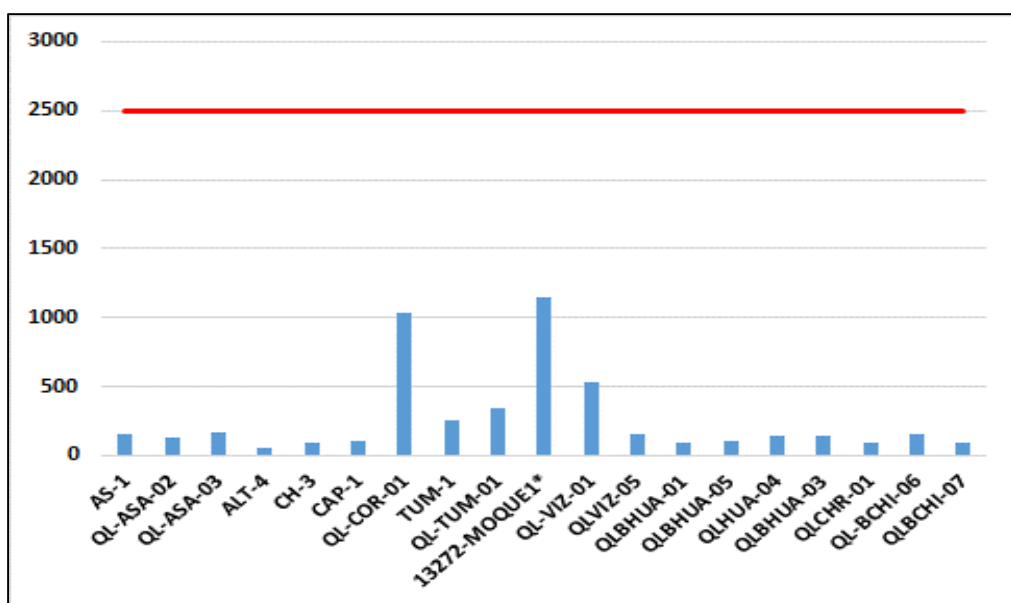


Fuente: Pronaturaleza

- **Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica está relacionada al contenido de sales en el medio acuático, a lo largo del río la conductividad suele aumentar aguas abajo por el arrastre generado de sedimentos, o por la presencia de zonas mineralizas. En los resultados vemos que ningún punto excede el valor de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido en el ECA vigente. Los puntos de muestreo con mayor conductividad son QL-COR-01, 13272-MOQUE1 en Operaciones y QL-VIZ-01 en Abastecimiento.

Gráfico N° 3. Valores de conductividad por punto de muestreo MAP VII-EH 2019



Fuente: Pronaturaleza

4.2 Calidad del hábitat

Análisis de calidad de hábitat por la metodología de SVAP (Stream Visual Assessment Protocol)

De los 10 puntos evaluados en la zona de Operaciones 6 presentan regular calidad de hábitat y 4 buena, el puntaje menor en algunos puntos respecto al monitoreo anterior (MAP VI-ES 2018) es debido al cambio sucedido por efecto de las lluvias sobre el cauce de los ríos y las riberas. Para la zona de abastecimiento vemos que la menor calidad de hábitat se da en QL-VIZ-01 (mala calidad de hábitat) este resultado está dado por el cauce rocoso, poco caudal, agua represada, etc. condiciones que dificultan el desarrollo de los componentes hidrobiológicos.

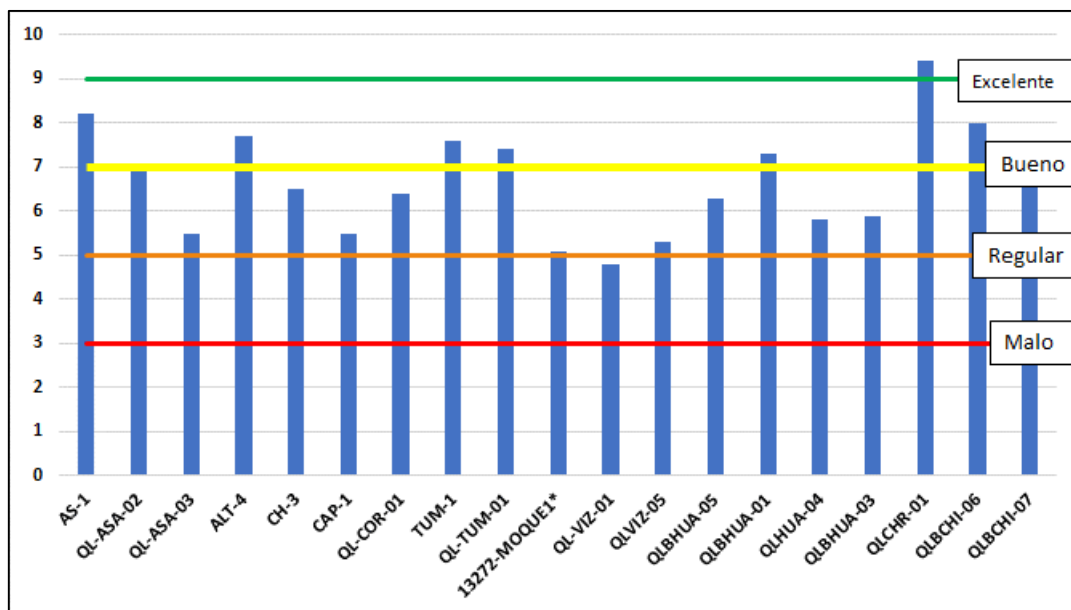
Tabla N° 11. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

ZONA	ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPORADA SECA 2018	
		VALOR	CONDICIÓN DEL HÁBITAT
Río Asana	AS-1	8.2	BUENA
	QL-ASA-02	7	BUENA
	QL-ASA-03	5.5	REGULAR
Quebrada Altarani	ALT-4	7.7	BUENA
Río Charaque	CH-3	6.5	REGULAR
Río Capillune	CAP-1	5.5	REGULAR
Quebrada Cortadera	QL-COR-01	6.4	REGULAR
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.6	BUENA
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	7.4	BUENA
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	5.1	REGULAR
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	4.8	MALA
	QLVIZ-05	5.3	REGULAR
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	6.3	REGULAR
	QLBHUA-01	7.3	BUENA
	QLHUA-04	5.8	REGULAR
	QLBHUA-03	5.9	REGULAR
Río Chincune	QLCHR-01	9.4	EXCELENTE
Río Chilota	QLBCHI-06	8	BUENA
	QLBCHI-07	7.6	BUENA

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 4. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados por punto de muestreo MAP VII-EH 2019



Fuente: Pronaturaleza

4.3 Riqueza específica

La identificación se realizó hasta el mayor nivel taxonómico posible.

4.3.1 Fitoplancton

Observamos que la mayor riqueza taxonómica se presenta en el punto QLBHUA-01 de la zona de Abastecimiento. En general en esta zona se mantiene una similitud de riqueza entre los puntos muestreados siendo QL-VIZ-01 el punto de valores más bajos. Para la zona de operaciones el número de taxones registrados es en general menor que en Abastecimiento y se mantiene un margen de valores entre los puntos (20-25 especies). En la ZO el punto con mayor riqueza en fitoplancton es CAP-1 y el menor es QL-COR-01. Respecto a CAP-1 este resultado difiere de bentos dado el diferente tipo de hábitat que es menos favorable al bentos dado el sustrato arenoso/rocoso de la zona.

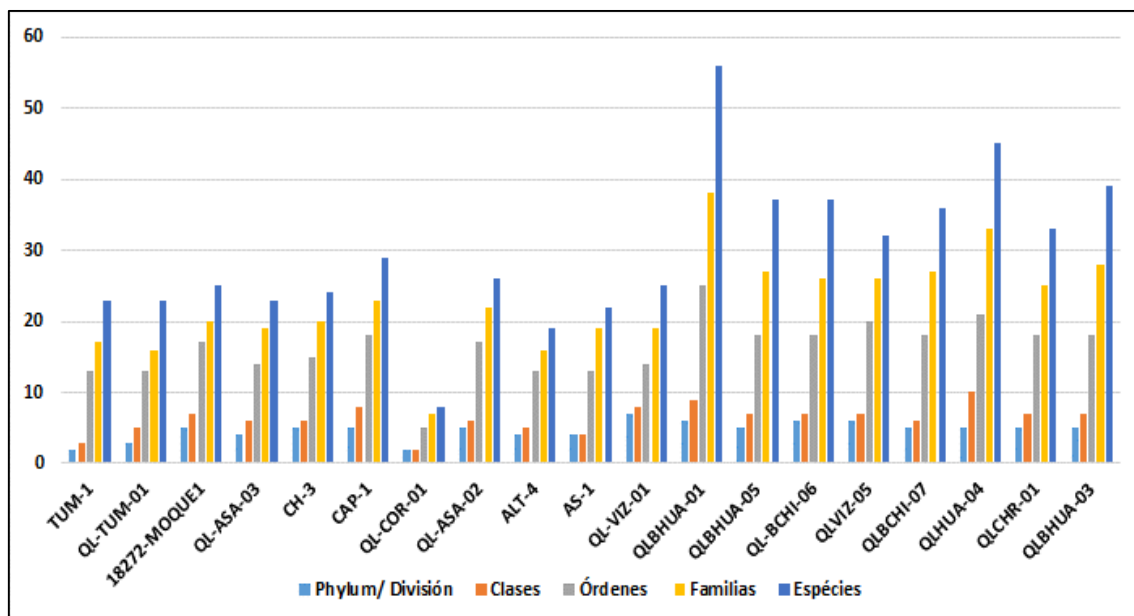
Tabla N° 12. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Fitoplancton

PUNTOS DE MONITOREO	PHYLUM/DIVISIÓN	CLASES	ÓRDENES	FAMILIAS	ESPÉCIES
TUM-1	2	3	13	17	23
QL-TUM-01	3	5	13	16	23
18272-MOQUE1	5	7	17	20	25
QL-ASA-03	4	6	14	19	23

CH-3	5	6	15	20	24
CAP-1	5	8	18	23	29
QL-COR-01	2	2	5	7	8
QL-ASA-02	5	6	17	22	26
ALT-4	4	5	13	16	19
AS-1	4	4	13	19	22
QL-VIZ-01	7	8	14	19	25
QLBHUA-01	6	9	25	38	56
QLBHUA-05	5	7	18	27	37
QL-BCHI-06	6	7	18	26	37
QLVIZ-05	6	7	20	26	32
QLBCHI-07	5	6	18	27	36
QLHUA-04	5	10	21	33	45
QLCHR-01	5	7	18	25	33
QLBHUA-03	5	7	18	28	39

Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 5. Riqueza taxonómica de Fitoplancton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.3.2 Perifiton

Observamos que la mayor riqueza taxonómica se presenta en el punto QLBHUA-03 de la zona de Abastecimiento. En general en esta zona se mantiene

una similitud de riqueza entre los puntos muestreados siendo QL-VIZ-01 y el QLHUA-04 los puntos de valores más bajos.

Para la zona de operaciones el punto con mayor riqueza en Perifiton es QL-TUM-01 y el menor es QL-COR-01; estos resultados pueden estar influenciados por la reciente temporada de lluvias a los previos días de muestreo, lo cual puede haber tenido un efecto sobre la comunidad perifítica.

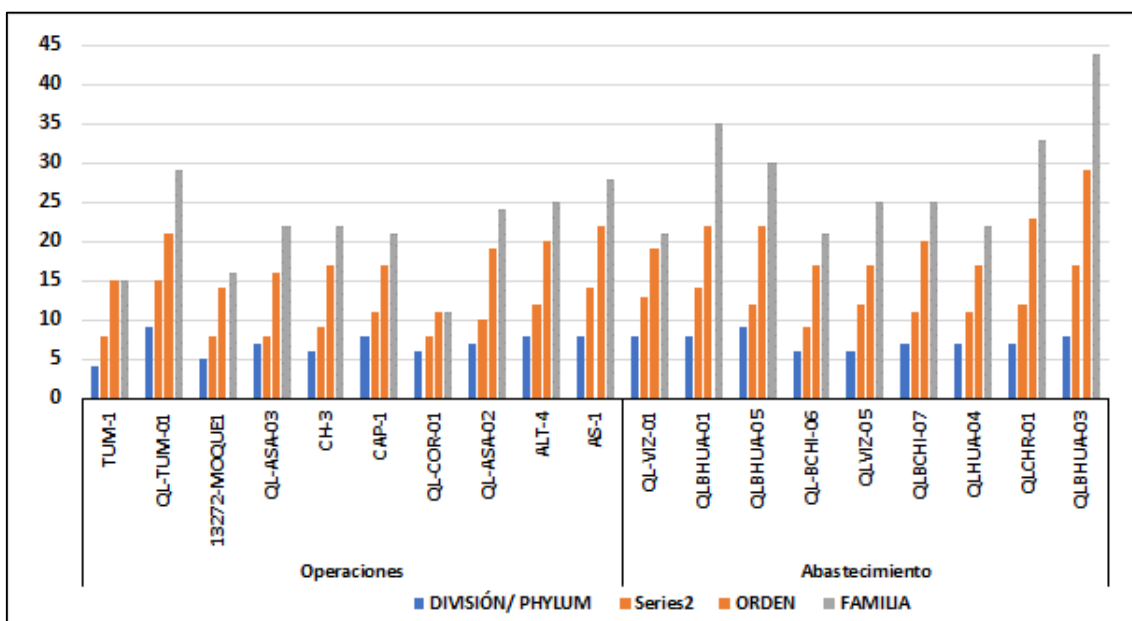
Tabla N° 13. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Perifiton

ZONA	PUNTOS DE MONITOREO	DIVISIÓN/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
OPERACIONES	TUM-1	4	8	15	15	22
	QL-TUM-01	9	15	21	29	34
	13272-MOQUE1	5	8	14	16	18
	QL-ASA-03	7	8	16	22	30
	CH-3	6	9	17	22	24
	CAP-1	8	11	17	21	22
	QL-COR-01	6	8	11	11	13
	QL-ASA-02	7	10	19	24	26
	ALT-4	8	12	20	25	28
	AS-1	8	14	22	28	33
ABASTECIMIENTO	QL-VIZ-01	8	13	19	21	26
	QLBHUA-01	8	14	22	35	55
	QLBHUA-05	9	12	22	30	39
	QL-BCHI-06	6	9	17	21	27
	QLVIZ-05	6	12	17	25	33
	QLBCHI-07	7	11	20	25	29
	QLHUA-04	7	11	17	22	26
	QLCHR-01	7	12	23	33	39
	QLBHUA-03	8	17	29	44	60

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 6. Riqueza taxonómica de Perifiton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados)

Para la zona de Operaciones se observa que existe mayor riqueza taxonómica de Macroinvertebrados en los puntos ALT-4 y AS-1 correspondiente a los ríos Altarani y Asana respectivamente los cuales poseen una buena calidad de hábitat (pozas, rápidos, rabiones, tablas, ribera conservada, etc) para el desarrollo de Macroinvertebrados y favorece las cadenas tróficas. Menor riqueza de especies se encontró en los ríos de Capillune (CAP-1) y Cortaderas (QL-COR-01), el río Capillune y Cortaderas presentan una menor calidad de hábitat siendo su curso casi homogéneo y de poca relación con la ribera, presenta taxones propios como familias del orden Diptera.

En la zona de Abastecimiento los puntos con mayor riqueza son los ubicados en Huachunta, río Chilota (QL-BCHI-06) y Chincune (QL-CHR-01), en los puntos de muestreo no se observa alteraciones en las riberas y presenta buena calidad de hábitat.

El monitoreo durante y posterior a la época de lluvias presenta condiciones alteradas de los cuerpos de agua dado el aumento de caudal y arrastre de sedimentos, estos cambios acentúan más aguas abajo de las cuencas dado la suma de caudal de los aportantes. En este caso podemos esperar que la zona de abastecimiento presente menores cambios dada la altura a la que se ubican los puntos. Además, la presencia de bofedales funciona como un reservorio de agua y regula los caudales haciendo menor el impacto de la lluvia en estas zonas.

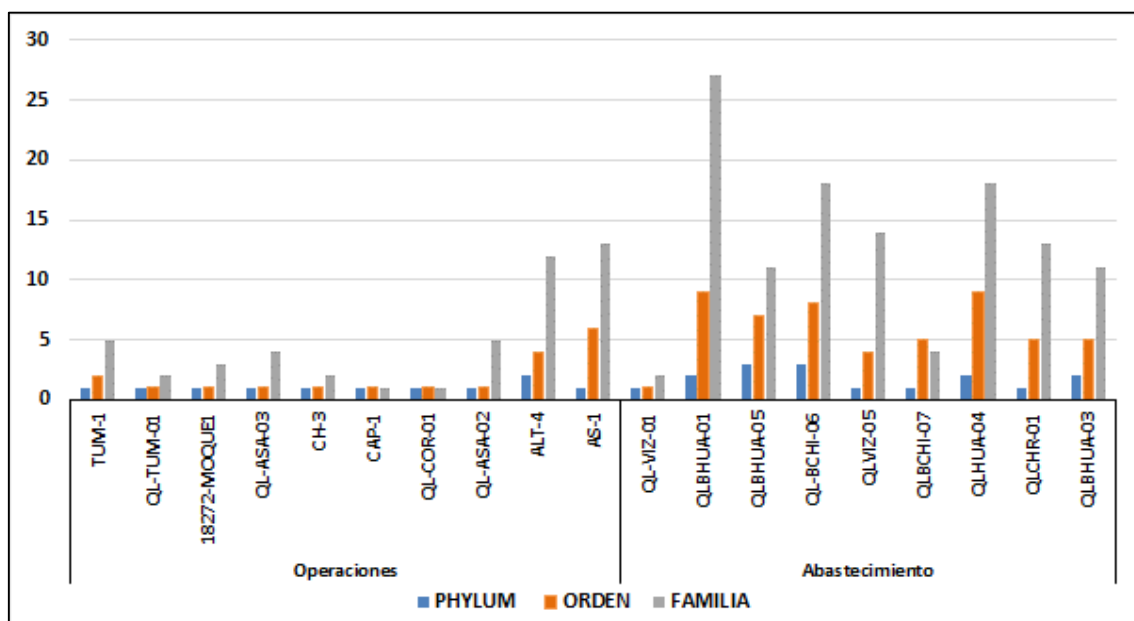
Tabla N° 14. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Bentos

ZONA	PUNTO	PHYLUM	ORDEN	FAMILIA
OPERACIONES	TUM-1	1	2	5
	QL-TUM-01	1	1	2
	18272-MOQUE1	1	1	3
	QL-ASA-03	1	1	4
	CH-3	1	1	2
	CAP-1	1	1	1
	QL-COR-01	1	1	1
	QL-ASA-02	1	1	5
	ALT-4	2	4	12
	AS-1	1	6	13
ABASTECIMIENTO	QL-VIZ-01	1	1	2
	QLBHUA-01	2	9	27
	QLBHUA-05	3	7	11
	QL-BCHI-06	3	8	18
	QLVIZ-05	1	4	14
	QLBCHI-07	1	5	4
	QLHUA-04	2	9	18
	QLCHR-01	1	5	13
	QLBHUA-03	2	5	11

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 7. Riqueza taxonómica de Bentos MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.4 Índice de Shannon- Wiener y Pielou

Se obtuvieron resultados por punto de monitoreo, así como por cada uno de los componentes muestreados.

4.4.1 Fitoplancton

En la siguiente tabla se observa los Valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 19 estaciones de monitoreo.

Tabla N° 15. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton

Zona	Punto	H'	J'
Operaciones	TUM-1	0.85	0.33
	QL-TUM-01	0.87	0.35
	18272-MOQUE1	0.29	0.12
	QL-ASA-03	1.06	0.40
	CH-3	1.51	0.63
	CAP-1	0.98	0.45
	QL-COR-01	0.78	0.48
	QL-ASA-02	1.96	0.73
	ALT-4	1.28	0.48
	AS-1	1.53	0.64

Abastecimiento	QL-VIZ-01	0.40	0.21
	QLBHUA-01	2.10	0.73
	QLBHUA-05	1.42	0.47
	QL-BCHI-06	1.95	0.85
	QLVIZ-05	1.44	0.80
	QLBCHI-07	1.20	0.40
	QLHUA-04	1.35	0.61
	QLCHR-01	1.87	0.71
	QLBHUA-03	1.70	0.82

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

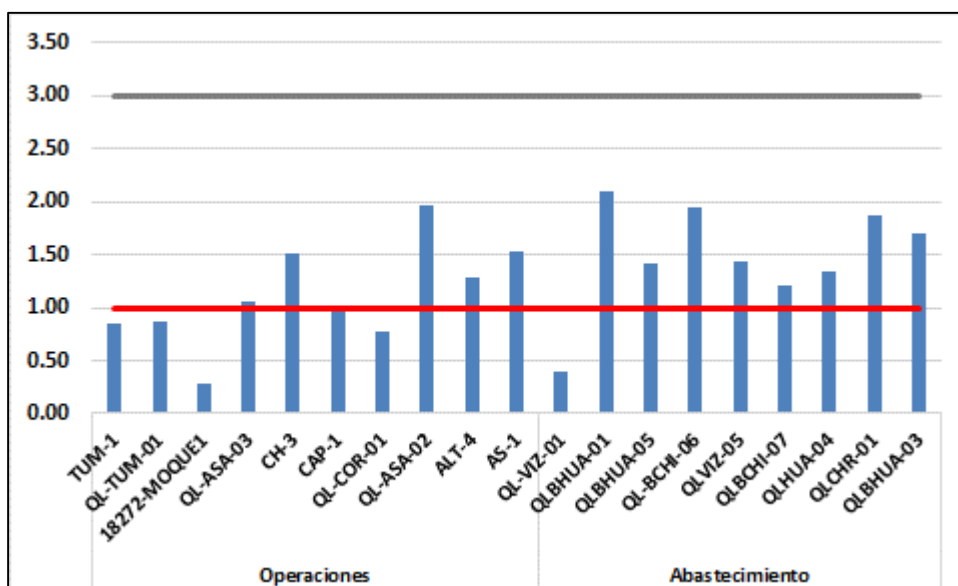
J' = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

En la zona de Operaciones las estaciones de los ríos Altarani, Asana y Charaque presentan diversidad media, los otros cinco puntos tienen diversidad baja. En contraste con el monitoreo anterior (MAP VI-ES 2018) donde un punto tuvo diversidad alta y nueve puntos diversidad media se observa que se obtuvo valores menores en el actual monitoreo, esto debido posiblemente al efecto de la temporada de lluvias que observamos en la evaluación de calidad del hábitat. Para la zona de abastecimiento una estación (QL-VIZ-01) tiene diversidad baja, el resto de puntos diversidad media. En comparación con el MAP VI-ES 2018 los resultados se mantienen excepto en QL-VIZ-01, QLBHUA-01 y QLBCHI-07 de los ríos Vizcachas, Huachunta y Chilota respectivamente que en el monitoreo anterior tenían diversidad alta.

Gráfico N° 8. Índice de Shannon- Wiener para Fitoplancton MAP-VII EH

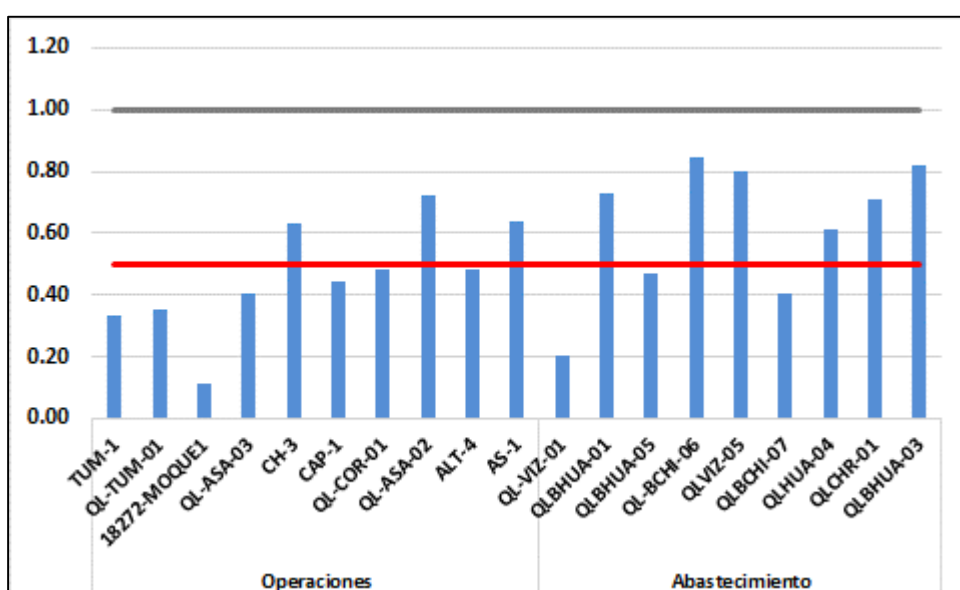


Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Pielou**

Un valor de equidad cercano a uno muestra uniformidad en el número de individuos por especie, esto es indicador del buen estado ecológico de los puntos muestreados, donde un río afectado presenta altas poblaciones de pocas especies. Los resultados muestran alta uniformidad en los puntos de los ríos Charaque, Asana en operaciones y Vizcachas, Huachunta, Chilota, Chincune en Abastecimiento. El resto de puntos muestreados muestran baja equidad entre sus especies.

Gráfico N° 9. Índice de Pielou para Fitoplancton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.4.2 Perifiton

En la siguiente tabla se observa los Valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 19 estaciones de monitoreo.

Tabla N° 16. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton

Zona	Punto	H'	J'
Operaciones	TUM-1	0.86	0.37
	QL-TUM-01	0.99	0.33
	18272-MOQUE1	1.47	0.53
	QL-ASA-03	1.54	0.48
	CH-3	0.94	0.37

	CAP-1	1.51	0.55
	QL-COR-01	0.56	0.31
	QL-ASA-02	0.74	0.23
	ALT-4	1.17	0.39
	AS-1	1.59	0.49
Abastecimiento	QL-VIZ-01	1.41	0.64
	QLBHUA-01	2.38	0.62
	QLBHUA-05	0.55	0.16
	QL-BCHI-06	1.42	0.55
	QLVIZ-05	1.13	0.35
	QLBCHI-07	1.42	0.46
	QLHUA-04	1.85	0.77
	QLCHR-01	1.93	0.55
	QLBHUA-03	1.93	0.49

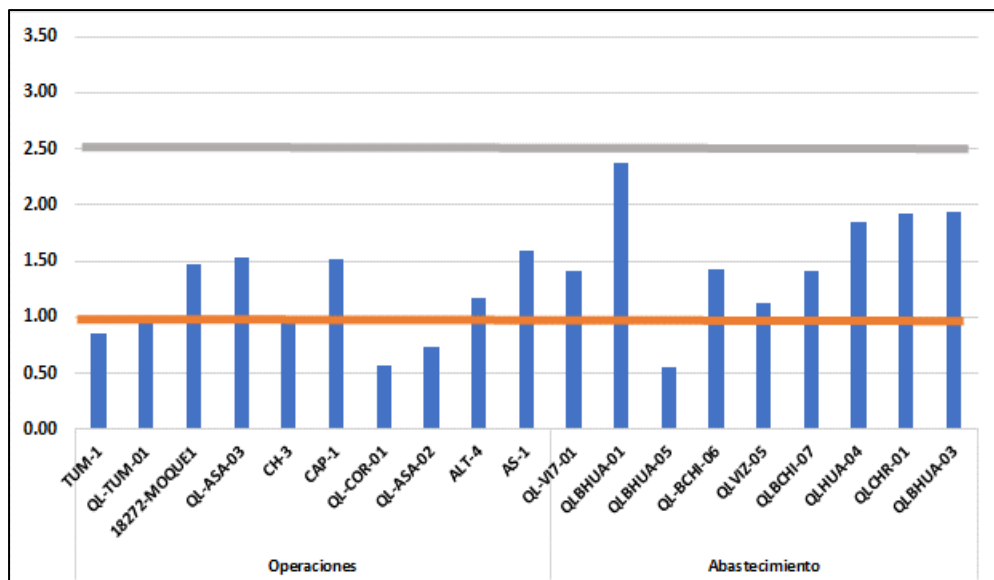
H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

J' = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

Gráfico N° 10. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

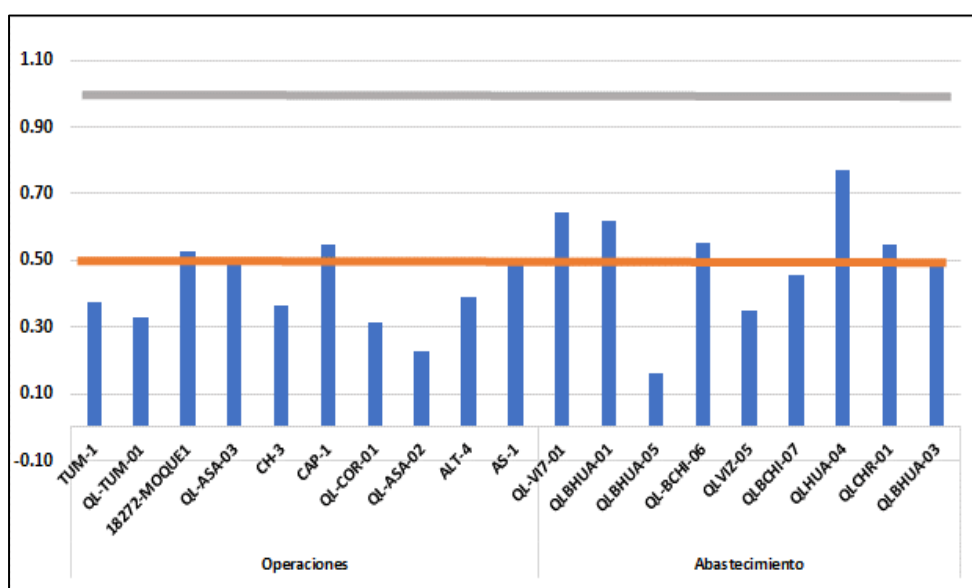
Los ríos Moquegua, Asana, Altarani y Capillune muestran los mejores valores en diversidad para la zona de Operaciones, el resto de punto como en Cortaderas se observa baja diversidad. De forma similar en la zona de Abastecimiento se

reporta los mejores valores en los puntos de Huachunta y Chincune, el punto de valor mas bajo se repora en el punto QLBHUA-05 del río Vizcachas.

- **Índice de Pielou**

Los resultados muestran una equidad media/baja para la zona de operaciones, estos resultados son indicadores de baja uniformidad entre sus especies, es decir, que son algunas las que presentan mayor población. Para Abastecimiento se observa uniformidad media/alta excepto en el punto QLBHUA-05 donde tiene valor bajo.

Gráfico N° 11. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados)

Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos

ZONA	PUNTO	H'	J'
	TUM-1	1.38	0.86
	QL-TUM-01	0.64	0.92
	18272-MOQUE1	0.85	0.78
	QL-ASA-03	1.33	0.96
	CH-3	1.52	0.78
	CAP-1	0.94	0.53
	QL-COR-01	-	-
	QL-ASA-02	2.26	0.86

	ALT-4	2.10	0.84
	AS-1	1.43	0.56
ABASTECIMIENTO	QL-VIZ-01	0.69	1.00
	QLBHUA-01	2.45	0.74
	QLBHUA-05	1.37	0.51
	QL-BCHI-06	2.28	0.74
	QLVIZ-05	1.55	0.54
	QLBCHI-07	2.14	0.79
	QLHUA-04	1.67	0.54
	QLCHR-01	1.69	0.60
	QLBHUA-03	1.75	0.65

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

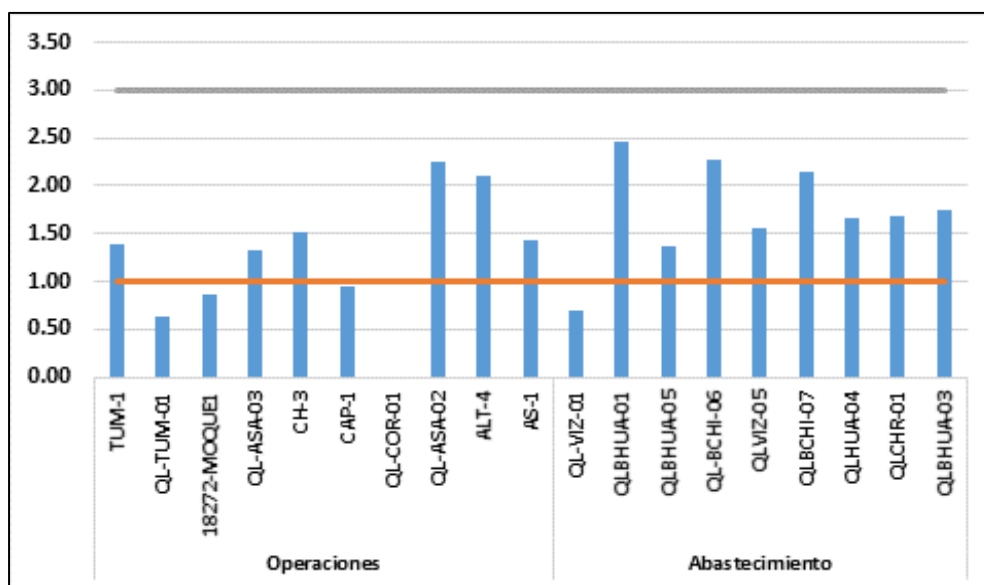
J' = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

Como se observa de los diez puntos evaluados en la ZO, seis de ellos presentan una diversidad media, de la misma forma en la ZA ocho de los nueve puntos tienen esta valoración. Los puntos de mayor diversidad corresponden a los ríos y cuerpos de agua que dado su hábitat presentan menos alteraciones antrópicas y naturales y además ofrecen las condiciones para el desarrollo de Macroinvertebrados.

Gráfico N° 12. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH

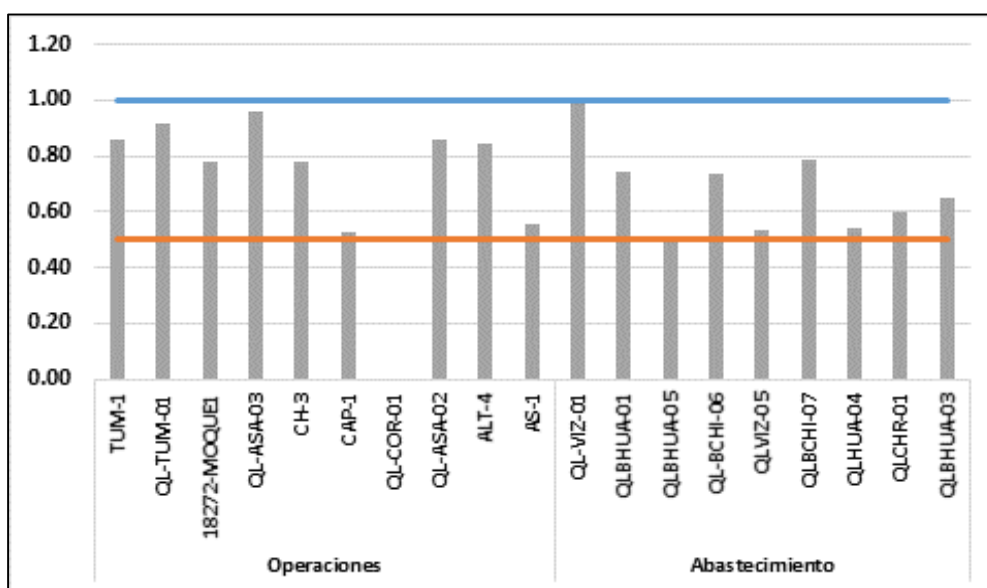


Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Pielou**

Presentan mayor equidad, uniformidad en el número de familias los puntos muestreados del río Tumilaca, Moquegua, Asana y Altarani en la ZO. Para la ZA se observan puntos de los ríos Vizcachas, Huachunta y Chilota con valor alto en equidad. Se infiere que, aunque algunos puntos su diversidad (I. Shannon) es media o baja estos presentan alta equidad (I. Pielou) ya que existe similitud en el número de individuos por taxón sin existir uno que tenga una población muy por encima del resto.

Gráfico N° 13. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

4.5 Índice Biótico Andino (ABI)

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado y tradicionalmente basado en análisis fisicoquímicos.

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 calculó el índice ABI, cuyo resumen de los resultados obtenidos se presenta en la Tabla N° 18.

Tabla N° 18. Resultados del Índice Biótico Andino para los puntos de muestreo

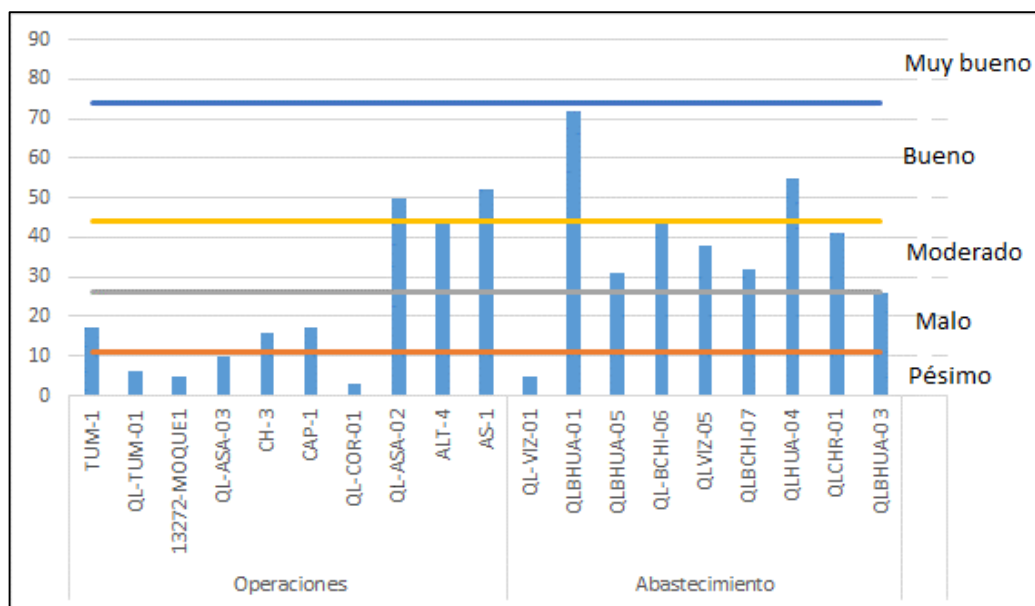
ZONA	ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPORADA HÚMEDA 2018	
		VALOR	CONDICIÓN DEL HÁBITAT
Operaciones	TUM-1	17	MALO
	QL-TUM-01	6	PÉSIMO
	13272-MOQUE1	5	PÉSIMO
	QL-ASA-03	10	PÉSIMO
	CH-3	16	MALO
	CAP-1	17	MALO
	QL-COR-01	3	PÉSIMO
	QL-ASA-02	50	BUENO
	ALT-4	44	MODERADO
	AS-1	52	BUENO
Abastecimiento	QL-VIZ-01	5	PÉSIMO
	QLBHUA-01	72	BUENO
	QLBHUA-05	31	MODERADO
	QL-BCHI-06	44	MODERADO
	QLVIZ-05	38	MODERADO
	QLBCHI-07	32	MODERADO
	QLHUA-04	55	BUENO
	QLCHR-01	41	MODERADO
	QLBHUA-03	26	MALO

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

El índice ABI usa la sensibilidad a las alteraciones del medio de los diferentes grupos de Macroinvertebrados para determinar el estado de calidad hídrica y ecológica de los ríos.

Gráfico N° 14. Índice ABI para los puntos muestreados MAP VII-EH 2019



Fuente: Pronaturaleza

Según el índice ABI el río Asana es el que mejor estado ecológico presenta en la zona de Operaciones, a su vez el río Altarani tiene una calificación de calidad moderado. El resto de punto califican como calidad media y pésimo, estos resultados están en relación a las familias halladas en los puntos de muestreo, es decir que una alteración sobre las comunidades de macroinvertebrados tiene relación directa con el índice ABI, se presume como causa principal la temporada de lluvias previa a los días de muestreo. En la zona de abastecimiento el punto QLBHUA-01 y QLHUA-04 de Huachunta están en la categoría de Bueno, Los demás puntos a excepción de QL-VIZ-01 están con calificación moderada. Resaltar que los efectos de las lluvias son mayores en aguas abajo de los ríos.

4.6 Captura por unidad de esfuerzo (peces)

En la zona de Operaciones los puntos AS-1 y ALT-4 reúnen las condiciones para el desarrollo de poblaciones de trucha, no sucede así en los otros puntos de muestreo en donde las condiciones de caudal, sitios de refugio, interacción con las riberas, oxígeno disuelto, temperatura, etc dificultan el desarrollo de esta especie. Adicionalmente la temporada de lluvias previa a los días de muestreo, el fuerte aumento de caudal y arrastre de sedimentos pudo haber tenido un efecto sobre las poblaciones de peces y organismos menores (macroinvertebrados, perifiton) que son la base para su desarrollo.

Tabla N° 19. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo

Puntos de muestreo		Muestreo		
		Capturados	Observados	Peces/ Descarga
Operaciones	TUM-1	-	-	-
	QL-TUM-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	18272-MOQUE1	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-ASA-03	La poblacion de truchas fue trasladada aguas arriba		
	CH-3	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	CAP-1	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-COR-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-ASA-02	La poblacion de truchas fue trasladada aguas arriba		
	ALT-4	1	9	0.1
	AS-1	7	8	1
Abastecimiento	QL-VIZ-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QLBHUA-01	Se observó alevines		
	QLBHUA-05	-		
	QL-BCHI-06	Se observó presencia de truchas		
	QLVIZ-05	-		
	QLBCHI-07	Se observó presencia de truchas		
	QLHUA-04	Se observó presencia de truchas		
	QLCHR-01	Se observó presencia de truchas		
	QLBHUA-03	-		

Fuente: Pronaturaleza

V. CONCLUSIONES

5.1 Parámetros de campo

Todos los parámetros medidos muestran valores aceptables para los puntos muestreados según el ECA vigente, excepto en pH para QL-VIZ-01 y QLBHUA-03, puntos con resultados históricos similares.

5.2 Riqueza específica

Fitoplancton

Se determinó un total de 89 especies distribuidas en un total de 49 familias, 29 órdenes, 12 clases y 6 divisiones. El punto de menor riqueza es QL-COR-01 y el de mayor resultado es QLBHUA-01. El área de Abastecimiento presenta mayor riqueza taxonómica que en Operaciones.

Perifiton

Se encontró un total de 107 especies agrupadas en 69 familias, 40 órdenes, 22 clases y 10 divisiones/ phylum. En operaciones el punto QL-TUM-01 tiene el mayor número de taxones, QL-COR-01 el menor. La zona de abastecimiento presenta mayor riqueza que abastecimiento en la mayoría de sus puntos.

Bentos

La reciente temporada de lluvia afectó las comunidades de macroinvertebrados. Los puntos AS-1 y ALT-04 presentaron mayor riqueza que el resto en la zona de Operaciones. La zona de Abastecimiento presenta menos alteraciones por la temporada de lluvia, presenta un número superior en taxones respecto a operaciones, exceptuando el punto QL-VIZ-01.

5.3 Índice de Shannon y Pielou

La evaluación de calidad de hábitat tuvo un resultado menor respecto al monitoreo anterior dado por el efecto de las lluvias como causa principal, esto tuvo un efecto sobre los índices reportados en el presente monitoreo.

- **Fitoplancton**

Los puntos de muestreo de los ríos Asana, Altarani y Charaque de operaciones y Chilota, Chincune, Huachunta, Vizcachas de Abastecimiento presentan diversidad media, los otros puntos de Operaciones junto con QL-VIZ-01 de Abastecimiento diversidad baja.

Los puntos con mayor uniformidad en población de sus especies muestreados de los ríos Asana y Charaque en la zona de Operaciones y Vizcachas, Huachunta,

Chilota, Chincune en Abastecimiento presentan la mayor uniformidad entre sus especies.

- **Perifiton**

La zona de abastecimiento tiene mejores resultados en diversidad y equidad que la zona de operaciones donde los ríos Asana, Altarani, Moquegua y Capillune tienen los mejores resultados, lo que muestra mejores condiciones de hábitat en estos ríos y el menor efecto de las lluvias en Abastecimiento.

- **Bentos**

Los puntos de Abastecimiento excepto QL-VIZ-01 del río vizcachas presentan un valor medio en diversidad, así también en operaciones los ríos Tumilaca, Charaque, Asana y Altarani. La diversidad es mayor en Abastecimiento, no así los resultados de equidad que son altos en los puntos de Operaciones. Esto muestra la alta uniformidad entre las poblaciones de las especies presentes, indicador de buena calidad de hábitat.

5.4 Índice Biótico Andino (ABI)

En la zona de Operaciones dos puntos en el río Asana tienen buen estado ecológico, así también Huachunta en Abastecimiento. El río Altarani, Chilota, Chincune, Vizcachas (excepto QL-VIZ-01) y la zona de Huachunta tienen un impacto ambiental “moderado”.

5.5 Captura por unidad de esfuerzo (peces)

Se observa una menor relación peces/descarga respecto al monitoreo anterior MAP VI-ES 2019 para los ríos Altarani y Asana.

VI. 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 Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u. obermiller, Stuttgart - Germany.

Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. Revista del Museo de la Plata. Tomo V, Botánica N°20.

Froese, r. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.

Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.

Komárek J. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales. Band/Volume 19/2.

Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. G. Fischer, Stuttgart.

Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.

Krammer, K. (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Printed in Germany.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.

MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. Dissertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahía, Brasil. 250 p.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de 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.

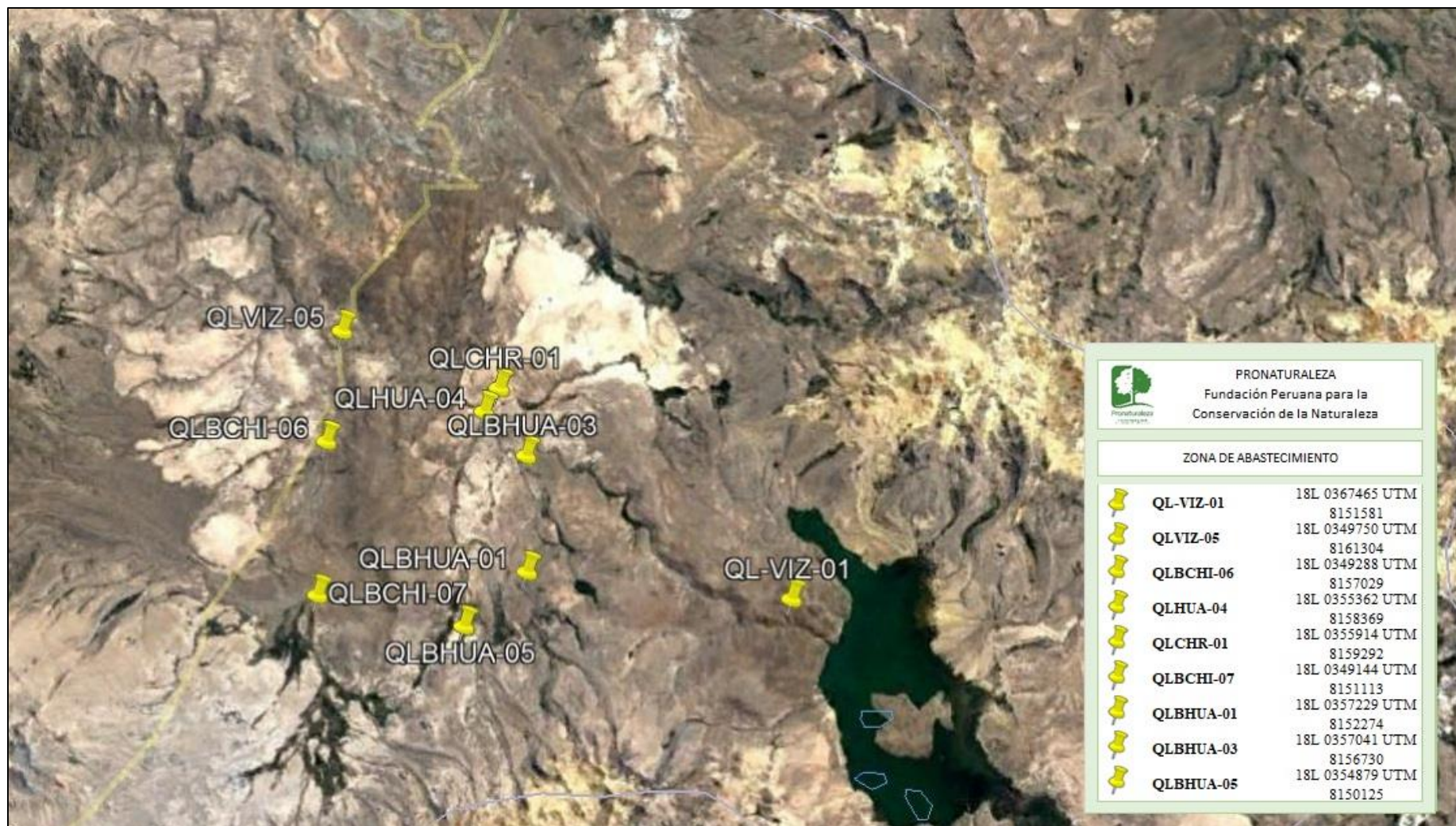
ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.

Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.

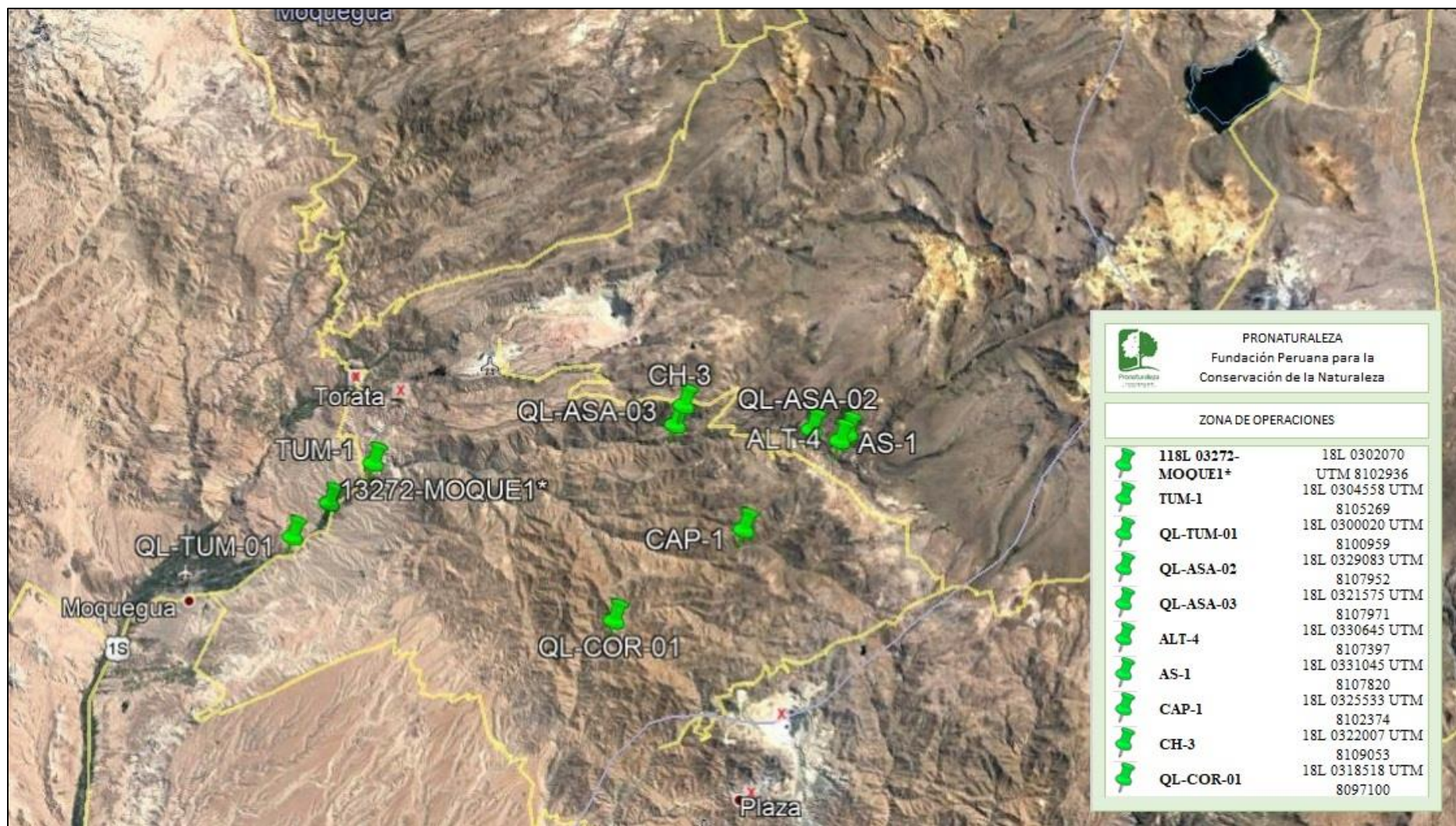
WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Pronaturaleza



Fuente: Pronaturaleza

RIQUEZA DE PERIFITON

DIVISION/ PHYLUM*	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TUM-1	QL-TUM-01	13272-MOQUE1	QL-ASA-03	CH-3	CAP-1	QL-COR-01	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	QL-VIZ-01	QLBHUA-01	QLBHUA-05	QL-BCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03				
CHAROPHYTA	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.						X		X	X	X	X	X					X						
			Desmidiaceae	<i>Actinotaenium</i> sp.	X			X									X		X	X					X		
				<i>Cosmarium regnesii</i>					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
				<i>Cosmarium</i> sp.		X		X										X						X		X	
		<i>Staurastrum</i> sp.															X										
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.														X									
				<i>Spirogyra</i> sp.															X								
				<i>Zygnema</i> sp.																X	X			X	X	X	
		CHLOROPHYTA	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i> sp.	X	X	X	X		X											X		X	X	
				Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.									X	X	X										
Oedogoniales	Oedogoniaceae			<i>Oedogonium</i> sp.	X																				X		
Sphaeropleales	Hydrodictyceae			<i>Pseudopediastrum boryanum</i>														X							X	X	
				<i>Pseudopediastrum integrum</i>															X								
				<i>Pseudopediastrum</i> sp.	X																					X	
				<i>Tetraëdron minimum</i>																						X	
	Radiococcaceae			<i>Sp.</i>					X										X								
Scenedesmaceae	<i>Acutodesmus</i> sp.						X														X	X					
	<i>Coelastrum</i> sp.																	X		X		X	X		X		

		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i> sp.		X		X							X							
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.				X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Hannaea</i> sp.	X	X		X							X					X	X	
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.		X			X	X			X	X			X	X	X	X	X	
		Diadesmidaceae	<i>Luticola</i> sp.																	X	X
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i> sp.					X			X	X			X		X	X	X	X	X
		Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.						X						X		X	X		X	
			<i>Navicula</i> sp.	X	X	X	X														X
		Neidiaceae	<i>Neidium</i> sp.																		
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i>												X		X	X	X	X	X
			<i>Pinnularia</i> sp.		X		X						X								
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i> sp.		X	X									X						X
		Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> sp.		X	X		X	X		X		X	X		X	X	X		X	X
	<i>Stauroneis</i> sp.						X						X								
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> sp.					X	X		X	X	X	X			X			X	
		<i>Rhopalodia</i> sp.																X			
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella angusta</i>	X	X		X									X				X	
			<i>Surirella</i> sp.	X			X							X							X
	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i> sp.					X	X		X	X	X		X		X			X	
			<i>Meridion circulare</i>				X					X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.		X															X	
Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	X	X	X														X	
Diatomeas pennadas < 20 µm				X	X											X					

Anexo 3. Informe de ensayo

Anexo 4. Certificado de acreditación del laboratorio

Anexo 5. Certificados de calibración del equipo Multiparámetro WTW 3630



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG59-02**

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (pH) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12
 MARCA: WTW RANGO DE MEDICIÓN: 0.00 a 14.00 (pH)
 MODELO: MULTI 3500i RESOLUCIÓN: De 0,001pH - 0.1 pH
 SERIE: 8380660 CONDICIÓN: USADO
 SERIE DE LA SONDA: A161319134

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-02-25

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 23,2 °C HUMEDAD RELATIVA: 48% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,2 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 23,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,2 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación directa y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOLUCION BUFFER pH 4.01	WTW / STP4	1	10-2021
SOLUCION BUFFER pH 10.01	WTW / STP10	1	10-2021
SOLUCION BUFFER pH 7.01	WTW / STP7	1	10-2021

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

VALOR CERTIFICADO A 25°C (pH)	TEMPERATURA MEDICIÓN (°C)	VALOR REFERENCIAL A 20°C (pH)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (pH)	CORRECCIÓN (pH)	INCERTIDUMBRE (pH)
4,01	22	4,00	4,01	-0,01	0,05
7,01	22	7,03	7,04	-0,01	0,05
10,01	22	10,04	10,05	-0,01	0,05

9.- OBSERVACIONES:

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

Erwin Edgardo Paz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Lys Mamani Chávez
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000071



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG060-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (CE)	CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12
MARCA: WTW	RANGO MEDICIÓN: 0,01µS/cm a 200 mS/cm
MODELO: MULTI 3500 I	RESOLUCIÓN: 0,01 µS/cm
SERIE: 8380660	CONDICIÓN: NUEVO
SERIE DE LA SONDA: 17380015	

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-02-25

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 23,0°C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 23,1 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOL. EST. CE 1413 µS/cm	WTW / E-SET-TRACE	1	11-2021

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

VALOR CERTIFICADO A 25°C (µS/cm)	TEMPERATURA DE MEDICIÓN °C	VALOR REFERENCIAL A 20°C (µS/cm)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (µS/cm)	CORRECCIÓN (µS/cm)	INCERTIDUMBRE (µS/cm)
1413	22	1401	1402	+1,0	±4,0
1413	22	1401	1403	+2,0	±4,0
1413	22	1402	1404	+2,0	±4,0

9.- OBSERVACIONES:

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

Erwin Edgardo Paz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Luis Mamani Chávez
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000072



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG061-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (OD)	CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12
MARCA: WTW	RANGO MEDICIÓN: 0,01 mg/L a 20 mg/L
MODELO: MULTI 3500 IDS	RESOLUCIÓN: 0,01 mg/L
SERIE: 8380660	CONDICIÓN: NUEVO
SERIE DE LA SONDA: 237A028	

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-02-25

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0°C	HUMEDAD RELATIVA: 49%	PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,3 mb
FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C	HUMEDAD RELATIVA: 49%	PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
Comparación y ajuste con patrones.
Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOLUCION OXÍGENO ZERO - I	HANNA/HI7040-1	0333 12G	06-2021
SOLUCION OXÍGENO ZERO - II	HANNA/HI7040-2	0431	06-2021

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

REFERENCIA (mg/L)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (mg/L)	CORRECCIÓN (mg/L)	INCERTIDUMBRE (mg/L)
0,00	0,00	0,00	0,01

9.- OBSERVACIONES:

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$.
La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019


Erwin Edgardo Paz Gonzales
REPRESENTANTE LEGAL
PAZ LABORATORIOS S.R.L.


Lúis Mamani Chávez
TÉCNICO RESPONSABLE
PAZ LABORATORIOS S R L



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000073



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG062-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (T°)	CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12
MARCA: WTW	ALCANCE: 0,0 °C a 60 °C
MODELO: MULTI 3500 IDS	RESOLUCIÓN: 0,1 °C
SERIE: 8380660	CONDICIÓN: USADO
SERIE DE LA SONDA: A161319134	

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-02-25

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,4°C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,9 mb
FINAL: TEMPERATURA: 22,4 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,9 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
Comparación y ajuste con patrones.
Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

TEMPERATURA REFERENCIAL (°C)	PATRON (°C)	LECTURA INSTRUMENTO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
10,0	10,20	10,22	0,02	0,08
25,0	25,25	25,27	0,02	0,08
35,0	35,35	35,39	0,04	0,08

*TCV = Temperatura convencionalmente verdadera (Indicación del instrumento + corrección)

9.- OBSERVACIONES:

TCV. Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del termómetro + corrección.
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.
La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

[Firma]
Erwin Edgardo Paz Gonzales
REPRESENTANTE LEGAL
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

[Firma]
Luis Mamani Chávez
TÉCNICO RESPONSABLE
PAZ LABORATORIOS S.R.L.



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000074

PRONATURALEZA



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza

MONITOREO BIOLÓGICO

COMPONENTES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE

(TEMPORADA HÚMEDA)

2019

INDICE

I.	GENERALIDADES	6
II.	OBJETIVOS.....	7
2.1.	Objetivo general:	7
2.2.	Objetivos específicos:.....	7
III.	METODOLOGÍA	8
3.1.	ESTACIONES DE MUESTREO	8
3.2.	ACTIVIDAD PRE-CAMPO	¡Error! Marcador no definido.
3.3.	FLORA SILVESTRE	11
3.3.1.	Metodología de muestreo de campo.....	11
3.3.2.	Actividades post-campo	¡Error! Marcador no definido.
3.4.	FAUNA SILVESTRE	12
3.4.1.	Mastozoología (Mamíferos).....	12
2.4.1.1.	Metodología de muestreo de campo.....	12
2.4.1.2.	Actividades post-campo	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2.	Ornitología (Aves).....	14
3.4.2.1.	Metodología de muestreo de campo.....	14
3.4.3.	Herpetología (Anfibios y Reptiles)	15
3.4.3.1.	Metodología de muestreo de campo.....	15
3.4.3.2.	Actividades post-campo	¡Error! Marcador no definido.
IV.	RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES	17
4.1.	FLORA SILVESTRE	17
4.1.1.	Zona de operaciones (ZO)	17
4.1.1.1.	Composición florística	17
4.1.1.2.	Índices de diversidad	21
4.1.1.3.	Análisis de Similitud	22
4.1.2.	Zona de abastecimiento de agua (ZAA)	23
4.1.2.1.	Composición florística	23
4.1.2.2.	Índices de diversidad	29
4.1.2.3.	Análisis de Similitud	30
4.1.3.	Estado de Conservación de especies.....	31
4.1.4.	Análisis de Concentración de metales	32
4.2.	MASTOZOLOGÍA (MAMÍFEROS)	32
4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO)	32
4.2.1.1.	Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros.....	32
4.2.1.2.	Composición de especies.....	33
4.2.1.3.	Índices de diversidad	37

4.2.1.4.	Análisis de Similitud	37
4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	39
4.2.2.1.	Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros.....	39
4.2.2.2.	Composición de especies.....	39
4.2.2.3.	Índices de diversidad	42
4.2.2.4.	Análisis de Similitud	42
4.2.3.	Estado de Conservación	44
4.2.4.	Análisis de Concentración de metales	44
4.3.	ORNITOLOGÍA (AVES)	44
4.3.1.	Para la Zona de operaciones (ZO)	44
4.3.1.1.	Composición de especies.....	44
4.3.1.2.	Índices de diversidad	49
4.3.1.3.	Análisis de Similitud	50
4.3.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	51
4.3.2.1.	Composición de especies.....	51
4.3.2.2.	Índices de diversidad	54
4.3.2.3.	Análisis de Similitud	54
4.3.3.	Estado de Conservación	56
4.3.4.	Análisis de Concentración de metales	57
4.4.	HERPETOLOGÍA (REPTILES).....	57
4.4.1.	Para la Zona de operaciones (ZO)	57
4.4.1.1.	Composición de especies.....	57
4.4.1.2.	Índices de diversidad	60
4.4.1.3.	Análisis de Similitud	61
4.4.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	62
4.4.2.1.	Composición de especies.....	62
4.4.2.2.	Índices de diversidad	64
4.4.2.3.	Análisis de Similitud	64
4.4.3.	Estado de Conservación	64
4.4.4.	Análisis de Concentración de metales	64
V.	CONCLUSIONES.....	65
5.1.	FLORA SILVESTRE	65
5.2.	MAMÍFEROS.....	67
5.3.	AVES	69
5.4.	REPTILES	71

Listado de cuadros

Cuadro N° 1. Número de estaciones de muestreo	8
---	---

Cuadro N° 2. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente	8
Cuadro N° 3. Composición de Flora silvestre	17
Cuadro N° 4. Riqueza y abundancia	18
Cuadro N° 5. Índice de diversidad por cobertura vegetal	21
Cuadro N° 6. Índice de diversidad por localidad	21
Cuadro N° 7. Composición de Flora silvestre	23
Cuadro N° 8. Riqueza y abundancia	25
Cuadro N° 9. Índice de diversidad por cobertura vegetal	29
Cuadro N° 10. Índice de diversidad por localidad	29
Cuadro N° 11. Estado de conservación	31
Cuadro N° 12. Resultados de Laboratorio	32
Cuadro N° 13. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO	32
Cuadro N° 14. Composición de mamíferos menores avistados	33
Cuadro N° 15. Composición de mamíferos mayores avistados	34
Cuadro N° 16. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades	34
Cuadro N° 17. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZO	35
Cuadro N° 18. Índice de diversidad por cobertura vegetal	37
Cuadro N° 19. Índice de diversidad por localidad	37
Cuadro N° 20. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO	39
Cuadro N° 21. Composición de especies avistadas	39
Cuadro N° 22. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades	40
Cuadro N° 23. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA	40
Cuadro N° 24. Índice de diversidad por cobertura vegetal	42
Cuadro N° 25. Índice de diversidad por localidad	42
Cuadro N° 26. Estado de conservación	44
Cuadro N° 27. Resultados de laboratorio	44
Cuadro N° 28. Composición de especies en la ZO	45
Cuadro N° 29. Riqueza y abundancia	46
Cuadro N° 30. Índice de diversidad por cobertura vegetal	49
Cuadro N° 31. Índice de diversidad por localidad	49
Cuadro N° 32. Composición de especies en la ZA	51
Cuadro N° 33. Riqueza y abundancia	52
Cuadro N° 34. Índice de diversidad por cobertura vegetal	54
Cuadro N° 35. Índice de diversidad por localidad	54
Cuadro N° 36. Estado de conservación	56
Cuadro N° 37. Resultados de laboratorio	57
Cuadro N° 38. Composición de especies en la ZO	58
Cuadro N° 39. Riqueza en la ZO	58
Cuadro N° 40. Índice de diversidad por cobertura vegetal	60
Cuadro N° 41. Índice de diversidad por localidad	60
Cuadro N° 42. Composición de especies en la ZA	62
Cuadro N° 43. Riqueza en la ZA	63
Cuadro N° 44. Estado de conservación	64
Cuadro N° 45. Resultados de laboratorio	64

Listado de Gráficos

Gráfico N° 1. Representatividad de Familias botánicas	20
---	----

Gráfico N° 2. Riqueza de Flora por cobertura vegetal	20
Gráfico N° 3. Riqueza de Flora por localidad	21
Gráfico N° 4. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)	22
Gráfico N° 5. Análisis de Similitud por localidad (ZO)	23
Gráfico N° 6. Representatividad de Familias botánicas	28
Gráfico N° 7. Riqueza de Flora por cobertura vegetal	28
Gráfico N° 8. Riqueza de flora por localidad	29
Gráfico N° 9. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)	30
Gráfico N° 10. Análisis de Similitud por localidad (ZO)	31
Gráfico N° 11. Número de especies registradas por orden y familia en la ZO	35
Gráfico N° 12. Abundancia de mamíferos observados en la ZO	36
Gráfico N° 13. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO	36
Gráfico N° 14. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO	36
Gráfico N° 15. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)	38
Gráfico N° 16. Análisis de Similitud por localidad (ZO)	38
Gráfico N° 17. Número de especies registradas por orden y familia en la ZA	40
Gráfico N° 18. Abundancia de mamíferos observados en la ZA	41
Gráfico N° 19. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA	41
Gráfico N° 20. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO	42
Gráfico N° 21. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)	43
Gráfico N° 22. Análisis de Similitud por localidad (ZA)	43
Gráfico N° 23. Abundancia de mamíferos observados en la ZO	48
Gráfico N° 24. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO	48
Gráfico N° 25. Riqueza por localidad vegetal en la ZO	49
Gráfico N° 26. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)	50
Gráfico N° 27. Análisis de Similitud por localidad (ZO)	51
Gráfico N° 28. Abundancia de mamíferos observados en la ZA	53
Gráfico N° 29. Riqueza por cobertura vegetal en la ZA	53
Gráfico N° 30. Riqueza por localidad vegetal en la ZA	54
Gráfico N° 31. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)	55
Gráfico N° 32. Análisis de Similitud por localidad (ZA)	55
Gráfico N° 33. Abundancia de especies observadas en la ZO	59
Gráfico N° 34. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO	59
Gráfico N° 35. Riqueza por localidad vegetal en la ZO	60
Gráfico N° 36. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)	61
Gráfico N° 37. Análisis de Similitud por localidad (ZO)	62
Gráfico N° 38. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO	63
Gráfico N° 39. Riqueza por localidad vegetal en la ZA	63

Listado de Figuras

Figura N° 1. Ubicación de las estaciones de muestreo	11
Figura N° 2. Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982)	12
Figura N° 3. Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores	13
Figura N° 4. Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto ..	14

I. GENERALIDADES

A solicitud de la empresa QUELLAVECO, desde el 29 de Abril al 15 de Mayo del presente año, personal de la empresa PRONATURALEZA, realizó el Programa de Monitoreo de los Componentes de Flora y Fauna durante la época húmeda.

El Proyecto Quellaveco tiene por finalidad la explotación de una mina de cobre y molibdeno a tajo abierto, y se ubica políticamente en los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto, y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Esta área no involucra algún Área Natural Protegida (ANP) o su zona de amortiguamiento.

El proyecto Quellaveco abarca una gran área (39279.42 ha; según la Cuarta Modificación del EIA-d), y se extiende desde el nivel del mar hasta los 4500 msnm. Dentro de esta área se puede reconocer diferentes zonas en las que se llevan a cabo diversas operaciones. Estas zonas son: a) la Zona de Abastecimiento de agua, en la cual se instalará la infraestructura para satisfacer la demanda hídrica del proyecto; b) la Zona de operaciones, donde se prevé se instalará la mina y se dispondrán los relaves; y, para efectos de la presente consultoría, c) la zona de los ríos Moquegua y Osmore, por su relevancia para el proceso y el proyecto.

La presente consultoría se basa en el monitoreo de la flora y fauna de las tres grandes áreas del proyecto (zona de abastecimiento de agua, zona de operaciones y zona de los ríos Moquegua y Osmore), y es la continuación de monitoreos ambientales de flora y fauna que se han venido realizando.

2.1. Objetivo general:

- Realizar una evaluación de flora y fauna en las áreas: (1) Zona de Abastecimiento de agua y (2) Zona de Operaciones. Dichas áreas abarcan los distritos de Carumas, Torata y Moquegua en la provincia de Mariscal Nieto pertenecientes a la región Moquegua.

2.2. Objetivos específicos:

- Monitorear la flora y fauna en las áreas mencionadas.
- Evaluar la composición, abundancia, riqueza específica y diversidad de la flora y fauna en las áreas mencionadas.
- Monitorear las poblaciones de Guanaco (*Lama guanicoe*), Suri (*Rhea pennata*), Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*) en las localidades específicas donde se han registrado anteriormente.
- Realizar un análisis de concentración de metales en muestras representativas de flora.

3.1. ESTACIONES DE MUESTREO

En el presente servicio, se realizará el monitoreo de flora y fauna en 91 estaciones de muestreo (flora = 63, aves = 24 (20 puntos de conteo y 4 transectos para evaluación de Suri), mamíferos = 27 (20 estaciones de trampeo, 6 transectos para evaluación de Taruca y Vicuña y 1 transecto para evaluación de Guanaco), anfibios y reptiles = 20).

En el cuadro N°1 se puede observar un resumen del número de estaciones de muestreo que se monitorearán por zona (operaciones y abastecimientos) y por componente (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

Cuadro N° 1. Número de estaciones de muestreo

Zona de monitoreo	Componente				Total
	Botánica	Ornitología	Mastozoología	Herpetología	
Zona de Operaciones	19	16	16	16	68
Zona de Abastecimiento	44	8	11	4	66
Total	63	24	27	20	134

Fuente: elaboración propia

En el cuadro N°2 y la imagen N°1 se observa en detalle la ubicación geográfica en UTM de cada estación de muestreo. Cabe indicar que algunos componentes comparten más de una estación de muestreo, es por ello que, el número total de estaciones del cuadro 1 es diferente al mencionado anteriormente (91 estaciones). Para una mejor comprensión ver el detalle en el cuadro 2.

Cuadro N° 2. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente

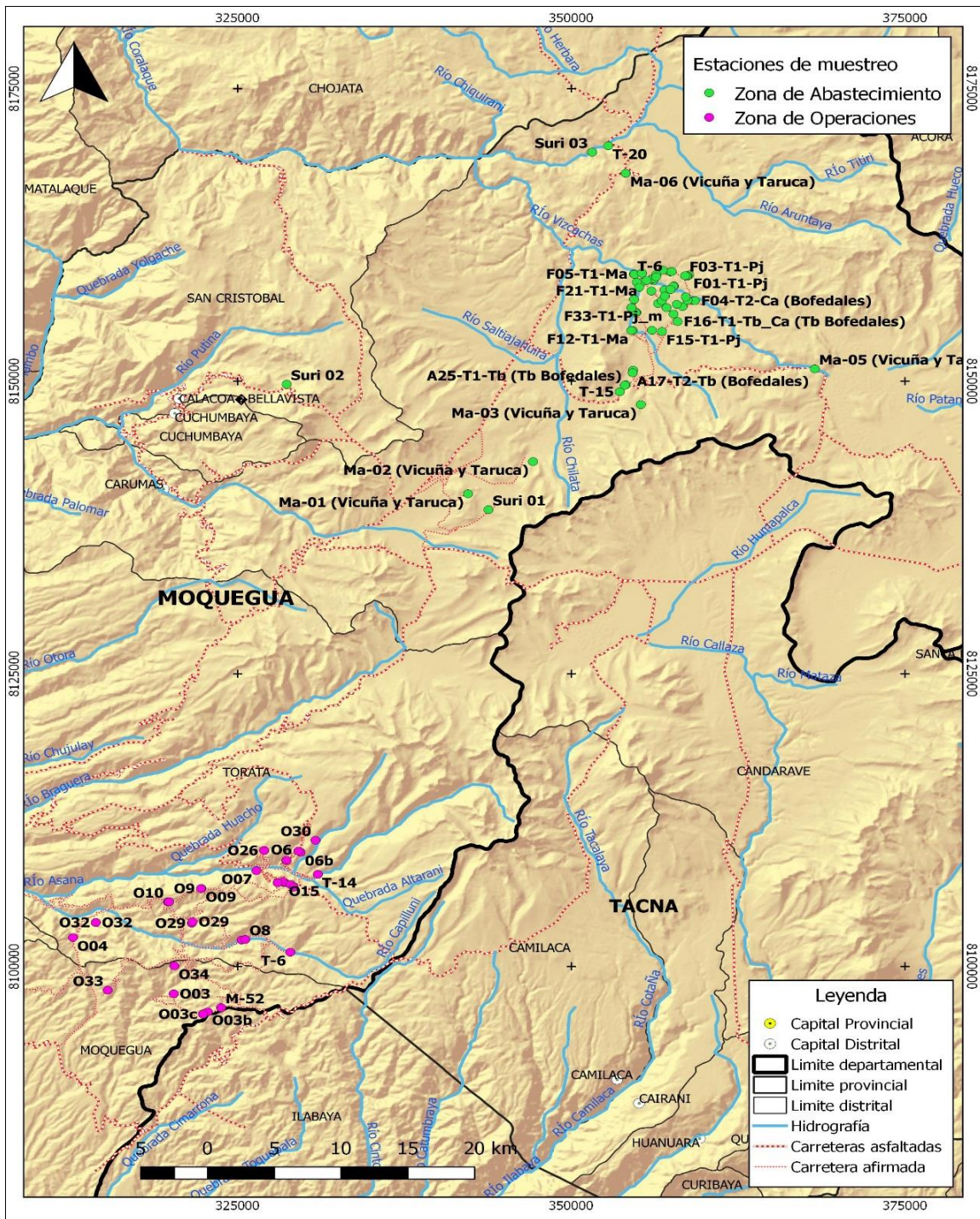
N°	Estación de monitoreo	Coordenada UTM		Zona de monitoreo	Componente			
		Este	Norte		Botánica	Ornitología	Mastozoología	Herpetología
1	06b	329711	8109757	Operaciones	X			
2	Control O3/O03c	322405	8095932	Operaciones	X	X	X	X
3	M-52	323757	8096481	Operaciones		X	X	X
4	O03	320204	8097670	Operaciones	X			
5	O03b	322759	8096128	Operaciones	X			
7	O04	312658	8102471	Operaciones	X			
8	O06	328646	8109057	Operaciones	X			

9	O07	326401	8108181	Operaciones	X			
10	O08	325287	8102263	Operaciones	X			
11	O09	322279	8106665	Operaciones	X			
12	O10	319776	8105518	Operaciones	X			
13	O10	319856	8105528	Operaciones		X	X	X
14	O15	328507	8107158	Operaciones	X			
15	O15	328376	8107245	Operaciones		X	X	X
17	O15bbb	328958	8107004	Operaciones	X			
18	O15PC1	329201	8106785	Operaciones		X	X	X
19	O15PC8/O15a	327991	8107153	Operaciones	X	X	X	X
20	O26	326984	8109914	Operaciones	X			
21	O29	321560	8103698	Operaciones	X			
22	O29	321616	8103827	Operaciones		X	X	X
23	O30	330826	8110787	Operaciones	X			
24	O31	329552	8109863	Operaciones		X	X	X
26	O32/O32	314369	8103762	Operaciones	X	X	X	X
27	O33	315258	8097981	Operaciones	X	X	X	X
28	O34	320252	8100059	Operaciones	X	X	X	X
29	O6	328667	8109072	Operaciones		X	X	X
30	O8	325564	8102309	Operaciones		X	X	X
31	O9	322248	8106663	Operaciones		X	X	X
32	T-14	331006	8107872	Operaciones		X	X	X
33	T-6	328938	8101222	Operaciones		X	X	X
34	A17-T1	354618	8150940	Abastecimiento	X			
35	A17-T2	354592	8150719	Abastecimiento	X			
36	A25-T1	354087	8149698	Abastecimiento	X			
37	A25-T2	354002	8149662	Abastecimiento	X			
38	A34-T2	357406	8159337	Abastecimiento	X			
39	F01-T1	358814	8159076	Abastecimiento	X			
40	F02-T1	358691	8158978	Abastecimiento	X			
41	F02-T2	358649	8158995	Abastecimiento	X			
42	F03-T1	358520	8159015	Abastecimiento	X			
43	F04-T1*	359186	8156875	Abastecimiento	X			
44	F04-T2	359259	8156873	Abastecimiento	X			
45	F05-T1	354680	8159159	Abastecimiento	X			
46	F05-T2	354724	8159124	Abastecimiento	X			
47	F06-T1	356495	8156636	Abastecimiento	X			
48	F07-T1	356986	8157799	Abastecimiento	X			
49	F08-T1	358323	8156377	Abastecimiento	X			
50	F09-T1	358702	8156903	Abastecimiento	X			
51	F10-T1	357682	8158131	Abastecimiento	X			

52	F11-T1	357516	8159363	Abastecimiento	X			
53	F12-T1	354600	8154317	Abastecimiento	X			
54	F13-T1	354489	8154328	Abastecimiento	X			
55	F14-T1	354859	8155870	Abastecimiento	X			
56	F14-T2	354813	8155856	Abastecimiento	X			
57	F15-T1	356783	8154246	Abastecimiento	X			
58	F16-T1	357955	8155101	Abastecimiento	X			
59	F17-T1	357641	8155740	Abastecimiento	X			
60	F18-T1	356135	8158593	Abastecimiento	X			
61	F19-T1	355934	8158655	Abastecimiento	X			
62	F20-T1	356083	8158742	Abastecimiento	X			
63	F21-T1	355266	8158437	Abastecimiento	X			
64	F22-T1	354893	8158456	Abastecimiento	X			
65	F23-T1	356772	8156880	Abastecimiento	X			
66	F24-T1	356996	8157261	Abastecimiento	X			
67	F25-T1	358568	8157196	Abastecimiento	X			
68	F26-T1	357895	8156565	Abastecimiento	X			
69	F27-T1	357626	8158107	Abastecimiento	X			
70	F28-T1	356841	8159484	Abastecimiento	X			
71	F29-T1	355638	8158613	Abastecimiento	X			
72	F30-T1	355991	8157704	Abastecimiento	X			
73	F31-T1	354498	8156278	Abastecimiento	X			
74	F32-T1	354697	8156980	Abastecimiento	X			
75	F33-T1	357127	8156280	Abastecimiento	X			
76	F34-T1	355076	8158018	Abastecimiento	X			
77	F35-T1	357425	8157828	Abastecimiento	X			
78	Ma-01	342251	8140381	Abastecimiento			X	
79	Ma-02	347118	8143130	Abastecimiento			X	
80	Ma-03	355200	8148000	Abastecimiento			X	
81	Ma-04	355282	8159230	Abastecimiento			X	
82	Ma-05	368233	8151054	Abastecimiento			X	
83	Ma-06	354064	8167761	Abastecimiento			X	
84	Suri 01	343781	8139027	Abastecimiento		X		
85	Suri 02	328667	8149738	Abastecimiento		X		
86	Suri 03	351552	8169562	Abastecimiento		X		
87	Suri 04	356364	8159114	Abastecimiento		X		
88	T-15	353628	8149098	Abastecimiento		X	X	X
89	T-16	356038	8154350	Abastecimiento		X	X	X
90	T-20	352757	8170111	Abastecimiento		X	X	X
91	T-6	356352	8158916	Abastecimiento		X	X	X

Fuente: Pronaturaleza

Figura N° 1. Ubicación de las estaciones de muestreo



Fuente: Pronaturaleza

3.2. FLORA SILVESTRE

3.2.1. Metodología de muestreo de campo

- Época y fecha de evaluación

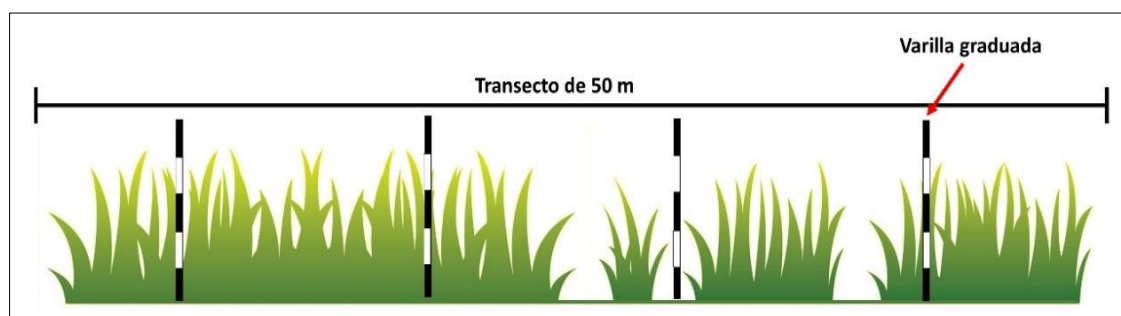
La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 15 de mayo del 2019.

- **Descripción de la metodología de campo**

Previo a las evaluaciones en campo, se planificó el ingreso al área de estudio por medio de cartografía base (INEI, Carta Nacional IGN 1: 100,000, red vial MTC) y temática (Mapa de cobertura vegetal del MINAM, entre otros).

Se evaluó la flora y vegetación en 63 estaciones de muestreo (44 en la Zona de Abastecimiento y 19 en la Zona de Operaciones; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se realizó un transecto de 50 m, siguiendo la metodología de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982), que consiste en contar el número de veces en que una varilla contacta a cada especie de planta en puntos ubicados a lo largo del transecto, al descender a través de la vegetación hasta el suelo, lo que permitió obtener valores, tanto de cobertura repetida como de cobertura porcentual de las especies (Fig. N°2).

Figura N° 2. Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982)



Fuente: Pronaturaleza

En los transectos se evaluó también la cobertura del suelo, considerando las siguientes categorías: cobertura vegetal (total), suelo desnudo, agua, mantillo (materia orgánica en descomposición, hojarasca), musgo, entre otros, y se realizó registro de todas las especies de plantas que se encuentren en las estaciones de muestreo.

Por último, se seleccionó 4 muestras de diferentes individuos de las especies vegetales de mayor abundancia, para realizar análisis de concentración de metales (Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio). La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones. Dichas muestras fueron conservadas para su envío a laboratorio.

3.3. FAUNA SILVESTRE

3.3.1. Mastozoología (Mamíferos)

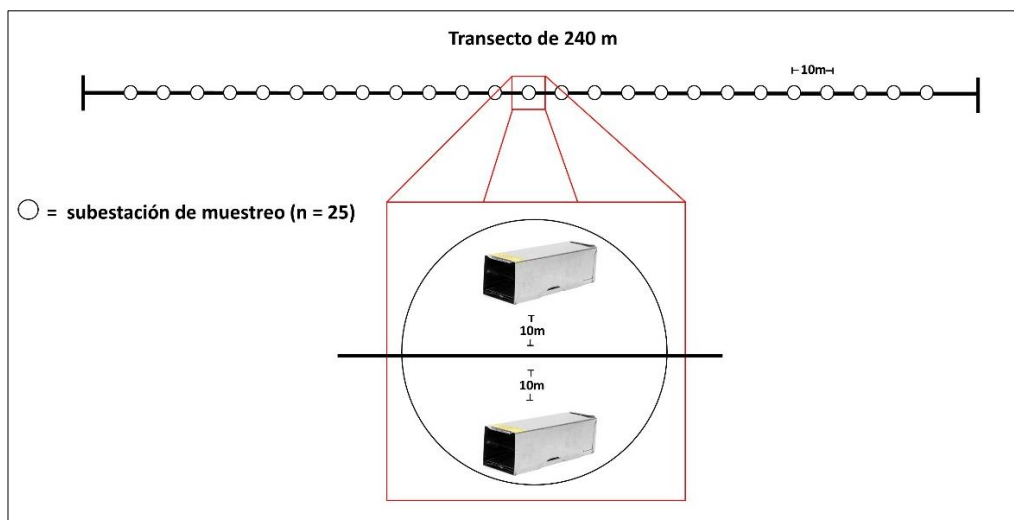
La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 15 de mayo del presente año.

2.4.1.1. Metodología de muestreo de campo

a. Monitoreo de mamíferos menores no voladores

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de mamíferos menores en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 240 m, el cual será dividido en 25 subestaciones separadas 10 m entre sí. En cada subestación se colocó 02 trampas de captura viva, tipo Sherman, separadas 10 m del transecto principal (Fig. N°3). Las trampas se colocaron durante el día y se revisaron y recolectaron durante la mañana siguiente. Como cebo se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla.

Figura N° 3. Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores



Fuente: Pronaturaleza

Los individuos capturados fueron inmovilizados y se les tomó los siguientes datos: edad, sexo, peso, condición reproductiva y medidas externas.

Por último, se colectaron 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de mamíferos en general

Se realizó búsquedas oportunistas de evidencias de presencia de mamíferos (p.e. heces, huellas, madrigueras, pelos, restos, olor, orina, o algún otro tipo de rastro). Estas búsquedas se realizaron en los traslados entre estaciones de muestreo.

c. Monitoreo de Guanaco (*Lama guanicoe*)

Se realizó un censo simultáneo de Guanaco, con el fin de evitar recuentos y datos inexactos que pudieran sobreestimar la población de esta especie en la

zona de evaluación. Los datos que se registrados incluyen: avistamientos y registros indirectos de la especie, tales como revolcaderos, estercoleros, huellas, caminos, entre otros. Los recorridos se realizaron a pie y/o en camioneta (según el acceso). El censo se realizó en las siguientes zonas: Pampa Tolar, quebrada Lloquene, río Capillune y en la cabecera de quebrada Cortadera.

d. Monitoreo de Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*)

Se realizaron transectos a pie o en camioneta a una velocidad constante de 20 km/h a lo largo de caminos y carreteras (según el acceso), teniendo como referencia los puntos de monitoreo Taruca y Vicuña (Cuadro 2). Los transectos tuvieron un ancho de banda de 1 km a ambos lados de la línea de transecto. De manera complementaría, se realizaron registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

3.3.2. Ornitología (Aves)

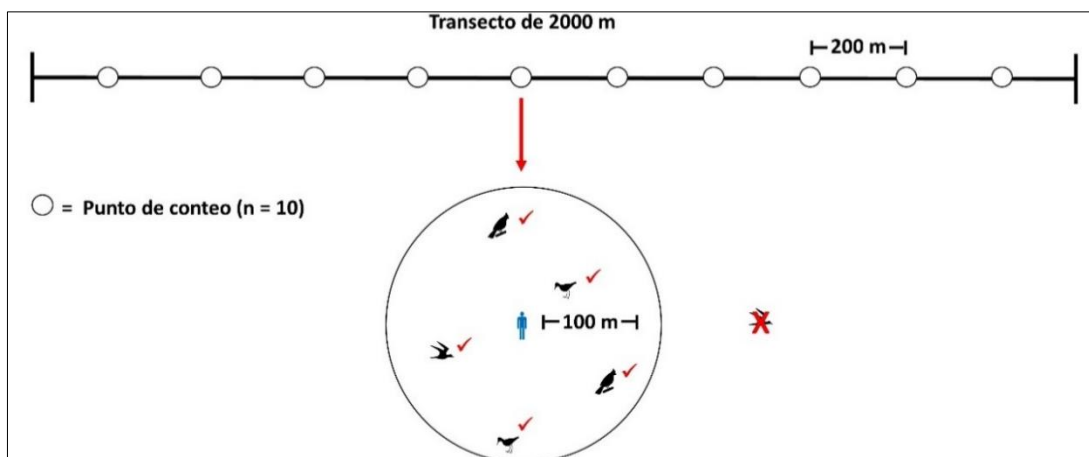
La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 09 de mayo del presente año.

3.3.2.1. Metodología de muestreo de campo

a. Monitoreo de aves en general

Se realizó monitoreo de aves en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 2000 m, el cual fue dividido en 10 puntos de conteo separados 200 m entre sí. En cada punto de conteo se realizó dos conteos de 5 minutos, uno después de otro (Bibby et al. 2000). La determinación de especies se basó en la detección visual, utilizando binoculares 10 x 42, y por medio del reconocimiento de cantos de las diferentes especies de aves que se encuentren dentro de un radio de 100 m. (Fig. N°4)

Figura N° 4. Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto



Fuente: Pronaturaleza

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de Suri (*Rhea pennata*)

Se realizó transectos o recorridos en camioneta a una velocidad constante de 25 km/h, a lo largo de caminos y carreteras, teniendo como referencia los puntos de monitoreo de Suri, en los tramos que corresponden a Túnel Jachacuesta – Quebrada Vallecito – Pampa Chilota (un total aproximado de 15 km), Canal Pasto Grande – Embalse Pasto Grande (33 km), los alrededores del futuro embalse Vizcachas (20 km), y el tramo Humajalso – Titire (49 km), vías que corresponden al área de abastecimiento de agua. De manera complementaria, se realizó registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

3.3.3. Herpetología (Anfibios y Reptiles)

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 08 de mayo del presente año.

3.3.3.1. Metodología de muestreo de campo

a. Monitoreo de reptiles y anfibios en general

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de reptiles y anfibios en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto lineal de 100 m de longitud, donde se hizo búsquedas de reptiles y anfibios. Estos transectos fueron recorridos por un periodo aproximado de 20 minutos. En cada estación de muestreo también se realizó VES intensivos (Visual Encounter Survey, por sus siglas en inglés; Crump & Scott, 1994), que consisten en búsquedas de reptiles y anfibios en la vegetación, rocas, piedras, entre otros. Los VES tuvieron también una duración de 20 minutos.

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se hizo en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de *Liolaemus tacnae* (lagartija)

En las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones, se realizó búsquedas intensivas de la lagartija *Liolaemus tacnae*.

c. Monitoreo del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*)

En todas las estaciones de muestreo, se realizó búsquedas intensivas del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*).

IV. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

4.1. FLORA SILVESTRE

4.1.1. Zona de operaciones (ZO)

4.1.1.1. Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 3 081 individuos, distribuidos en 70 especies y agrupadas en 22 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal y punto de monitoreo.

Cuadro N° 3. Composición de Flora silvestre

Zona	Punto	Cobertura vegetal	Número de familia	Número de especie	Total de individuos
Operaciones	Control 03/O03c	Matorral	10	13	122
Operaciones	O03	Matorral	7	11	77
Operaciones	O030	Bosque de Polylepis	5	9	231
Operaciones	O03b	Matorral	7	8	52
Operaciones	O06	Bosque de Polylepis	7	16	191
Operaciones	O06b	Bosque de Polylepis	6	10	149
Operaciones	O07	NR	0	0	0
Operaciones	O08	Matorral	9	16	357
Operaciones	O09	Matorral	7	8	256
Operaciones	O10	Matorral	6	10	180
Operaciones	O15	Bosque de Polylepis	7	12	158
Operaciones	O15bbb	Bosque de Polylepis	6	10	283
Operaciones	O15PC8/O15a	Bosque de Polylepis	7	11	146
Operaciones	O26	Matorral	8	13	225
Operaciones	O29	Matorral	8	11	207
Operaciones	O32/O32	Matorral	6	7	164
Operaciones	O33	Matorral	12	14	283
Operaciones	O34	NR	0	0	0
Total			22	70	3 081

NR: No Registra

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

Cuadro N° 4. Riqueza y abundancia

Especie	Matorral										Bosque de Polylepis					NR		TOTAL	
	Control O3/O03c	O03	O03b	O08	O09	O10	O26	O29	O32/O32	O33	O030	O06	O06b	O15	O15bbb	O15PC8/O15a	O07		O34
<i>Adesmia spinosissima</i>							6							18	3				27
<i>Ambrosia artemisioides</i>	34	12	34	3		56		57	93	96									385
<i>Amsinckia calycina</i>										17									17
<i>Baccharis boliviensis</i>														13					13
<i>Baccharis genistelloides</i>											2								2
<i>Baccharis scandens</i>				73															73
<i>Baccharis sp.</i>					111														111
<i>Baccharis tricuneata</i>							4												4
<i>Balbisia meyeniana</i>	5		3	13				73		91									185
<i>Bartsia melampyroides</i>							1				1		1						3
<i>Belloa schultzi</i>												2							2
<i>Belloa sp.</i>								1											1
<i>Calamagrostis sp.</i>												6	8	5	2	3			24
<i>Calamagrostis vicunarum</i>							1				59	34		1					95
<i>Calceolaria inamoena</i>												10							10
<i>Calceolaria sp.</i>				19															19
<i>Chenopodium petiolare</i>	8	33	5																46
<i>Chersodoma jodopappa</i>												27	25	5	14				71
<i>Chuquiraga rotundifolia</i>												20		21	72				113
<i>Corryocactus sp.</i>								2											2
<i>Cryptantha parviflora</i>		8																	8
<i>Cryptantha peruviana</i>		3																	3
<i>Cumulopuntia boliviana</i>											2								2
<i>Cumulopuntia unguispina</i>		1	2	1		5		2											11
<i>Cuscuta af. corymbosa</i>	2					4		17		3									26
<i>Diplostephium meyenii</i>				22															22
<i>Diplostephium tacorense</i>					101	73	5									12			191
<i>Distichlis humilis</i>												3		9					12
<i>Dunalia spinosa</i>				33															33
<i>Ephedra rupestris</i>										7									7
<i>Ephedra breana</i>							4	7											11
<i>Ephedra rupestris</i>																1			1
<i>Erodium cicutarium</i>	2		2							2									6

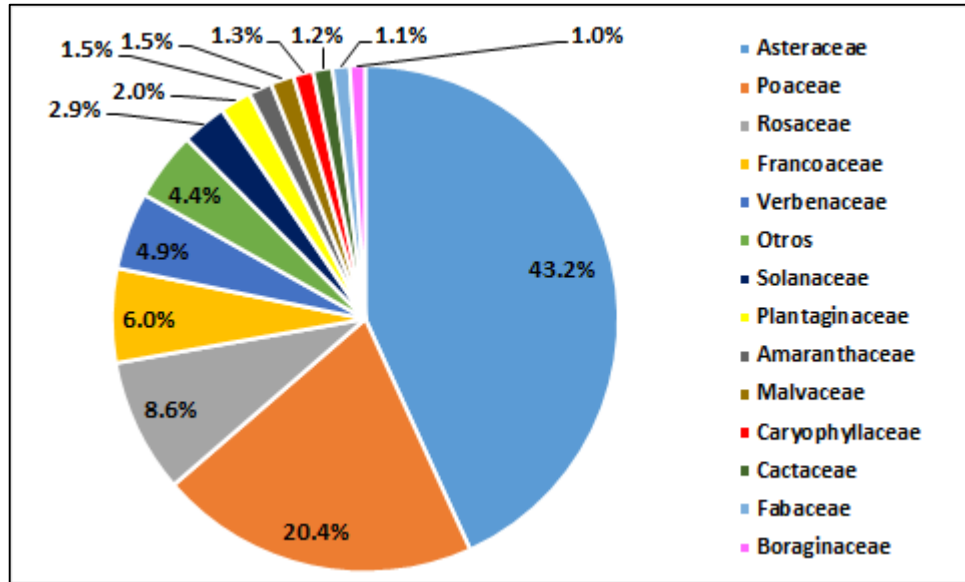
<i>Exhalimolobos arabioides</i>									2										2
<i>Fabiana densa</i>			7		11		3												21
<i>Festuca dolichophylla</i>										81						6			87
<i>Festuca orthophylla</i>													110						110
<i>Grindelia boliviana</i>		1																	1
<i>Hoffmannseggia prostrata</i>								4											4
<i>Hypochaeris meyeniana</i>												2				1			3
<i>Jarava ichu</i>			3	10	5	101		16	18		17		21		32				223
<i>Junellia juniperina</i>	4		21	14		49					4		4	4	52				152
<i>Ligaria cuneifolia</i>			18						2										20
<i>Lobivia pampana</i>						1					1								2
<i>Lucilicline longifolia</i>						3				4									7
<i>Lucilicline piptolepis</i>										5		8							13
<i>Lupinus paniculatus</i>											1					2			3
<i>Mirabilis prostrata</i>				14															14
<i>Mutisia acuminata</i>									9										9
<i>Ophryosporus heptanthus</i>			108																108
<i>Oxalis sp.</i>			3						13										16
<i>Parastrephia lepidophylla</i>										17	10	3	20	5	7				62
<i>Plantago sericea</i>				3			3					6			2				14
<i>Plantago sericea</i>		2																	2
<i>Plantago sericea var. lanuginosa</i>	2		2						6		27		9						46
<i>Poa sp.</i>			2			2													4
<i>Polylepis besseri</i>										60		74	43	59	28				264
<i>Polypogon interruptus</i>											8	21							29
<i>Quinchamalium procumbens</i>												1	2						3
<i>Senecio rudbeckiifolius</i>	3		31								9								43
<i>Senecio sp.</i>						16													16
<i>Solanum peruvianum</i>						33		1											34
<i>Spergularia fasciculata</i>				1	13		25												39
<i>Tagetes multiflora</i>	6		2	1		1	17	26	16		12								81
<i>Terasa operculata</i>	10	9						23						1					43
<i>Trichocereus schoenni</i>					10				1										11
<i>Trichocereus tulhuayacensis</i>		1							1										2
<i>Trichocereus uyupampensis</i>	3	1		1	2	1													8
<i>Urocarpidium peruvianum</i>	3																		3
<i>Vulpia myuros</i>	40	6																	46
Total	122	77	52	357	256	180	225	207	164	283	231	191	149	158	283	146	0	0	3081

NR: No Registra

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (43.2%) y Poaceae (20.4%).

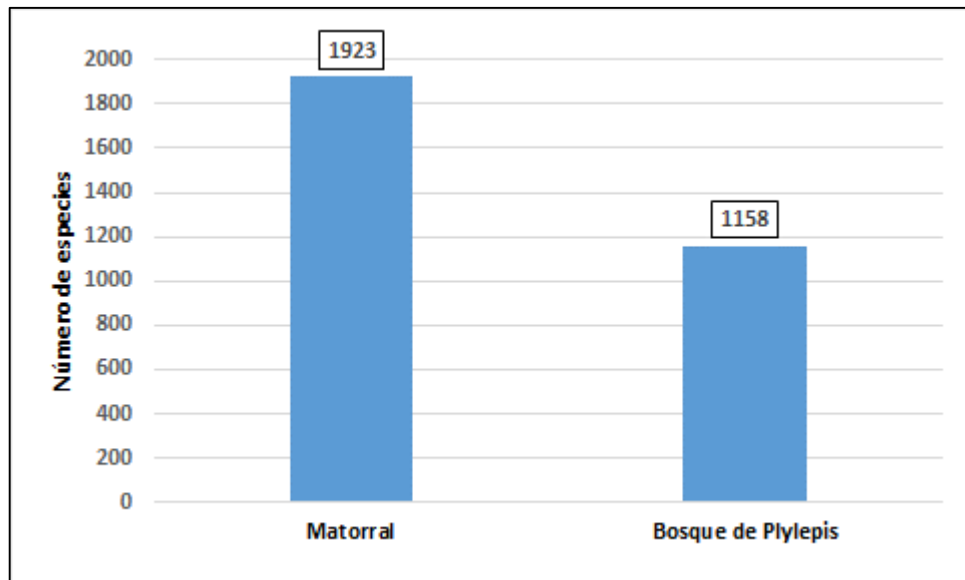
Gráfico N° 1. Representatividad de Familias botánicas



Fuente: Pronaturaleza

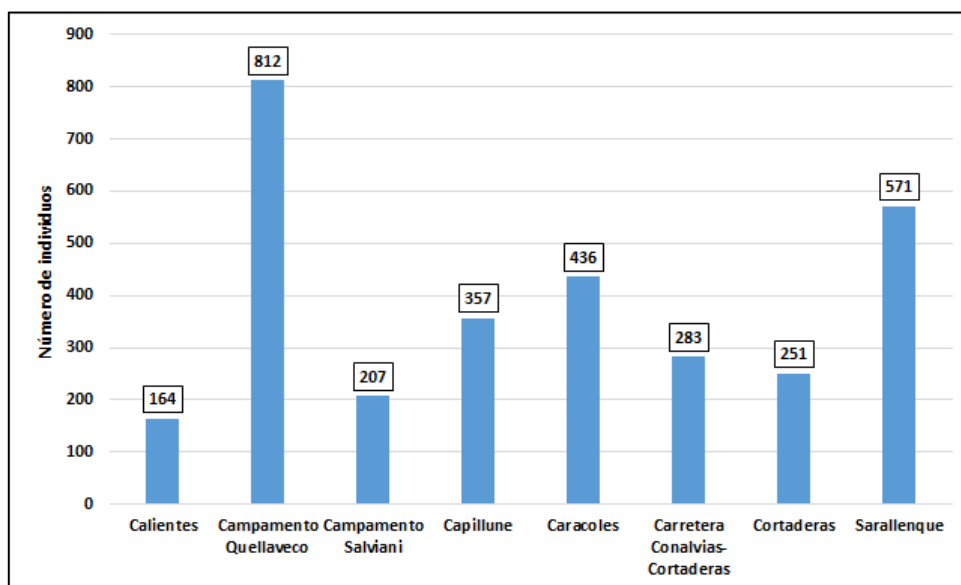
En los gráficos N° 2 y 3 se pueden observar la riqueza de especies (número de individuos) por cobertura vegetal y por localidad.

Gráfico N° 2. Riqueza de Flora por cobertura vegetal



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 3. Riqueza de Flora por localidad



Fuente: Pronaturaleza

4.1.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Calientes, Campamento Quellaveco, Campamento Salviani, Capillune, Caracoles, Carretera Conalvias, Cortaderas, Pampa Tolar, Sarallenne) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J'), el índice de Margalef (d) y el índice de Simpson ($1-D$), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 5 y 6.

Cuadro N° 5. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	H'	J'	d	(1-D)
Matorral	3.02	0.77	6.48	0.92
Bosque de Polylepis	2.65	0.77	4.39	0.90

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 6. Índice de diversidad por localidad

Localidad	H'	J'	d	1-D
Calientes	1.27	0.65	1.18	0.62
Campamento Quellaveco	2.45	0.73	4.18	0.88
Campamento Salviani	1.74	0.73	1.88	0.77
Capillune	2.13	0.77	2.55	0.84
Caracoles	1.79	0.68	2.14	0.75
Carretera Conalvias- Cortaderas	1.84	0.70	2.30	0.77

Cortaderas	2.15	0.72	3.44	0.82
Pampa Tolar	NR	NR	NR	NR
Sarallenque	2.48	0.76	3.94	0.88

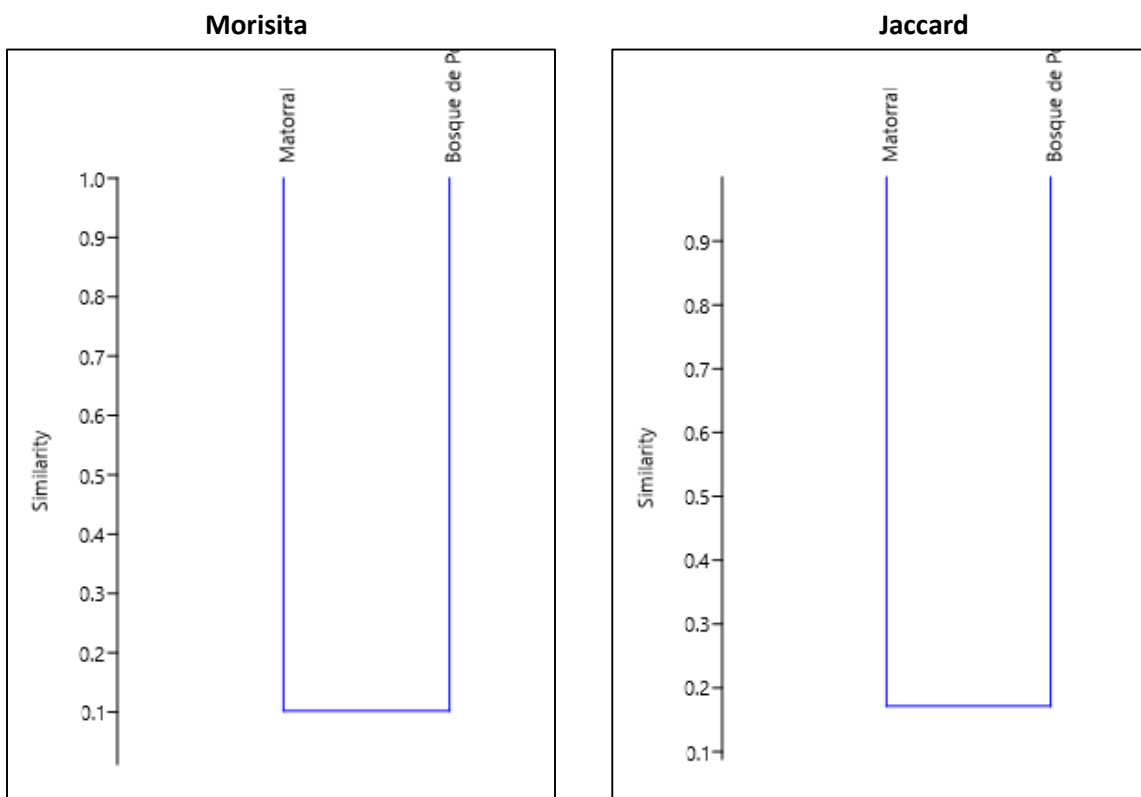
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

4.1.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

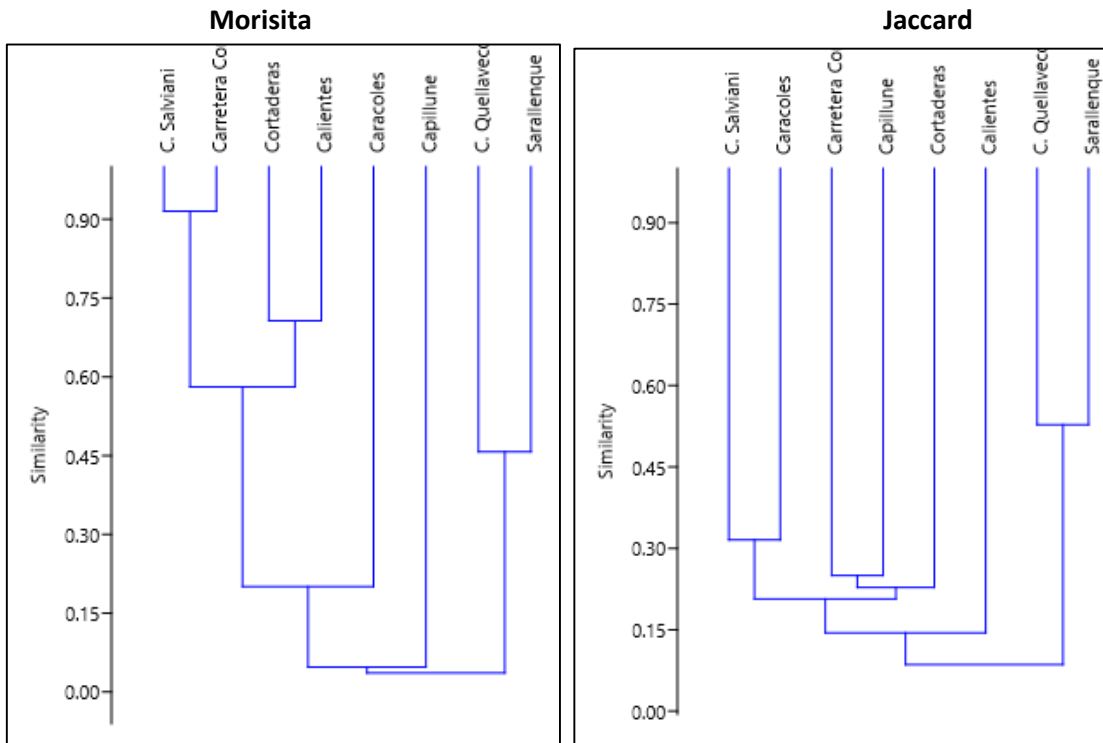
Gráfico N° 4. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre localidades (Calientes, Campamento Quellaveco, Campamento Salviani, Capillune, Caracoles, Carretera Conalvias, Cortaderas, Pampa Tolar, Sarallenque)

Gráfico N° 5. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.1.2. Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

4.1.2.1. Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 7 429 individuos, distribuidos en 50 especies y agrupadas en 17 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal y punto de monitoreo.

Cuadro N° 7. Composición de Flora silvestre

Zona	Punto	Cobertura vegetal	Número de familia	Número de especie	Total de individuos
Abastecimiento	A17-T1	Bofedal	7	9	192
Abastecimiento	A17-T2	Bofedal	7	9	252
Abastecimiento	A25-T1	Bofedal	6	11	183
Abastecimiento	A25-T2	Bofedal	8	13	146
Abastecimiento	A34-T2	Bofedal	7	12	213
Abastecimiento	F01-T1	Cesped de Puna	6	7	93
Abastecimiento	F02-T1	Bofedal	7	14	244
Abastecimiento	F02-T2	Bofedal	8	17	190
Abastecimiento	F03-T1	Cesped de Puna	5	6	99
Abastecimiento	F04-T1*	Bofedal	7	11	192

Abastecimiento	F04-T2	Bofedal	7	10	194
Abastecimiento	F05-T1	Cesped de Puna	6	8	37
Abastecimiento	F05-T2	Cesped de Puna	4	6	66
Abastecimiento	F06-T1	Cesped de Puna	6	9	103
Abastecimiento	F07-T1	Cesped de Puna	7	11	45
Abastecimiento	F08-T1	Cesped de Puna	6	8	132
Abastecimiento	F09-T1	Cesped de Puna	5	6	134
Abastecimiento	F10-T1	Tolar	6	8	107
Abastecimiento	F11-T1	Bofedal	8	13	225
Abastecimiento	F12-T1	Cesped de Puna	5	7	74
Abastecimiento	F13-T1	Bofedal	7	11	266
Abastecimiento	F14-T1	Cesped de Puna	5	10	93
Abastecimiento	F14-T2	Cesped de Puna	4	9	85
Abastecimiento	F15-T1	Cesped de Puna	5	10	99
Abastecimiento	F16-T1	Bofedal	8	13	249
Abastecimiento	F17-T1	Bofedal	8	14	342
Abastecimiento	F18-T1	Matorral	4	5	192
Abastecimiento	F19-T1	Bofedal	5	12	61
Abastecimiento	F20-T1	Pajonal andino	5	10	190
Abastecimiento	F21-T1	Cesped de Puna	4	9	147
Abastecimiento	F22-T1	Tolar	6	9	139
Abastecimiento	F23-T1	Cesped de Puna	4	7	140
Abastecimiento	F24-T1	Cesped de Puna	4	8	221
Abastecimiento	F25-T1	Bofedal	5	8	198
Abastecimiento	F26-T1	Cesped de Puna	5	8	195
Abastecimiento	F27-T1	Bofedal	6	16	194
Abastecimiento	F28-T1	Bofedal	5	10	205
Abastecimiento	F29-T1	Cesped de puna	6	10	341
Abastecimiento	F30-T1	Cesped de Puna	3	8	138
Abastecimiento	F31-T1	Bofedal	6	11	261
Abastecimiento	F32-T1	Cesped de Puna	3	5	222
Abastecimiento	F33-T1	Cesped de Puna	4	10	137
Abastecimiento	F34-T1	Cesped de Puna	5	11	262
Abastecimiento	F35-T1	Cesped de puna	5	11	131
Total			17	50	7429

NR: No Registra

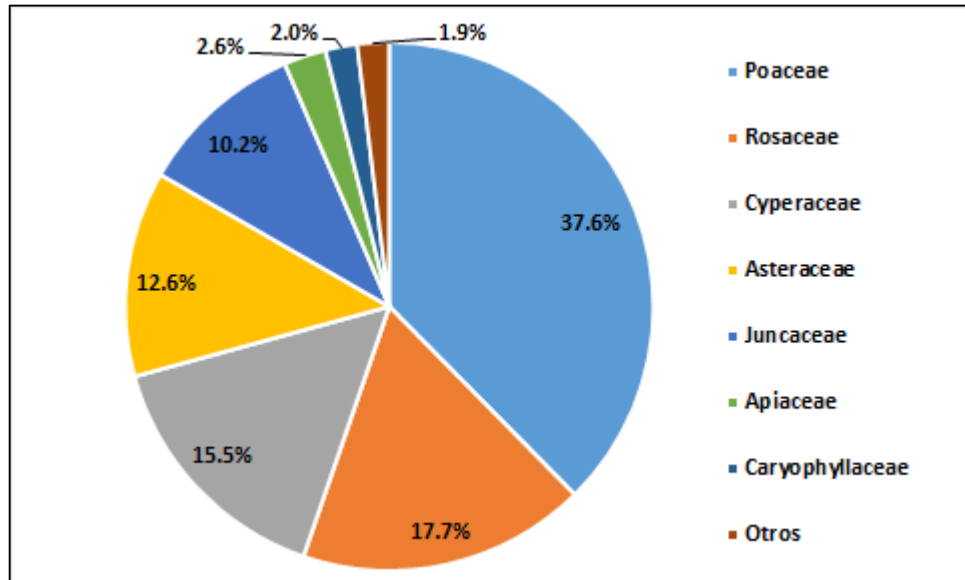
Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

En el siguiente gráfico se observa el porcentaje de las familias observadas en campo, donde las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Poaceae (37.6%), Rosaceae (17.7%), Cyperaceae (15.5%) y Asteraceae (12.6%).

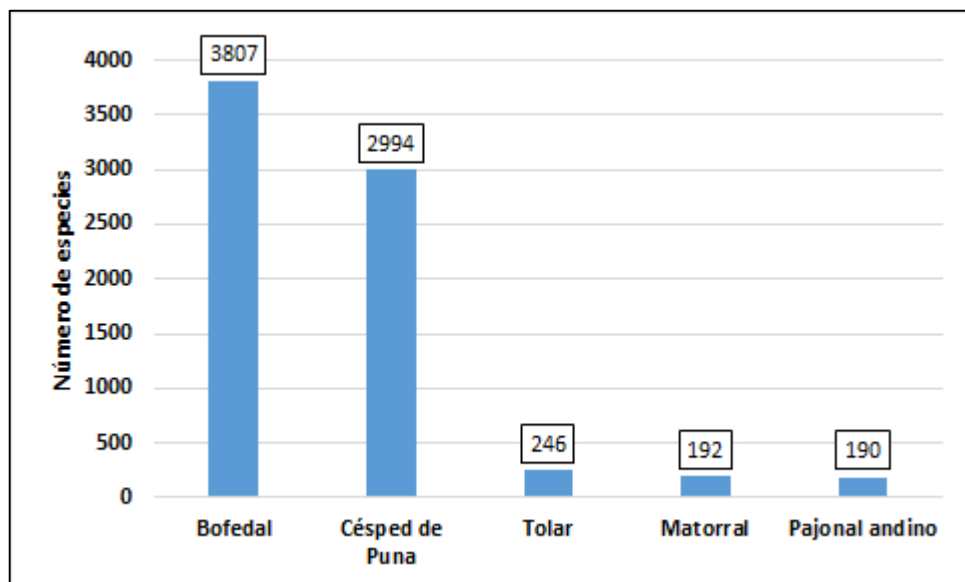
Gráfico N° 6. Representatividad de Familias botánicas



Fuente: Pronaturaleza

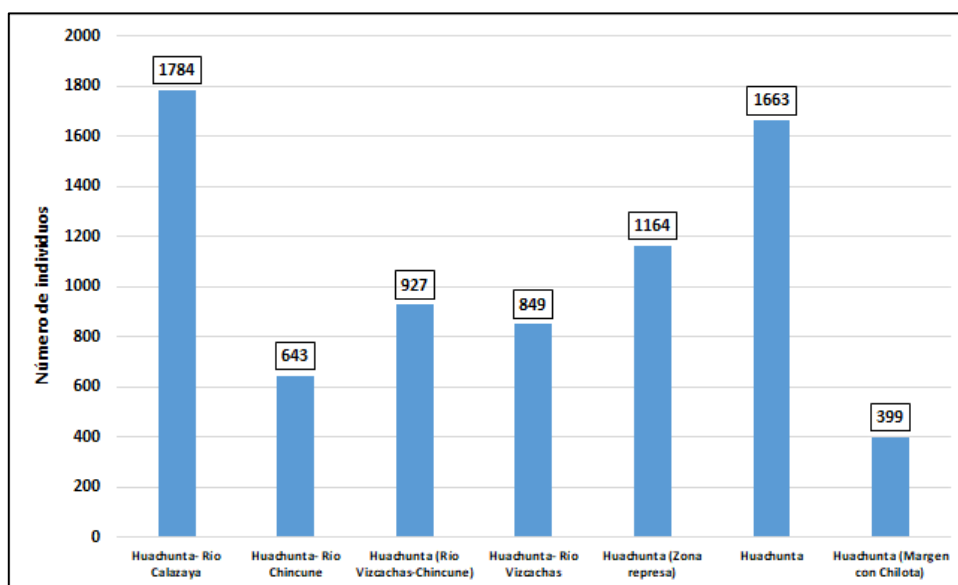
En los gráficos N° 7 y 8 se pueden observar la riqueza de especies (número de individuos) por cobertura vegetal y por localidad.

Gráfico N° 7. Riqueza de Flora por cobertura vegetal



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 8. Riqueza de flora por localidad



Fuente: Pronaturaleza

4.1.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Bofedal, Césped de Puna, Tolar, Matorral y Pajonal andino) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J'), el índice de Margalef (d) y el índice de Simpson ($1-D$), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 9 y 10.

Cuadro N° 9. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Estación	H'	J'	d	(1-D)
Bofedal	2.60	0.74	3.88	0.90
Césped de Puna	2.67	0.72	5.00	0.96
Tolar	1.63	0.71	1.63	0.74
Matorral	1.17	0.73	0.76	0.65
Pajonal Andino	1.34	0.58	1.72	0.99

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 10. Índice de diversidad por localidad

Localidad	H'	J'	d	(1-D)
Huachunta- Río Calazaya	2.54	0.78	3.34	0.89
Huachunta- Río Chincune	2.21	0.82	2.17	0.85
Huachunta (Río Vizcachas-Chincune)	2.87	0.84	4.24	0.92
Huachunta- Río Vizcachas	2.77	0.86	3.56	0.92
Huachunta (Zona represa)	2.47	0.75	3.68	0.98

Huachunta	2.74	0.77	4.60	0.75
Huachunta (Margen con Chilota)	2.00	0.71	2.67	0.80

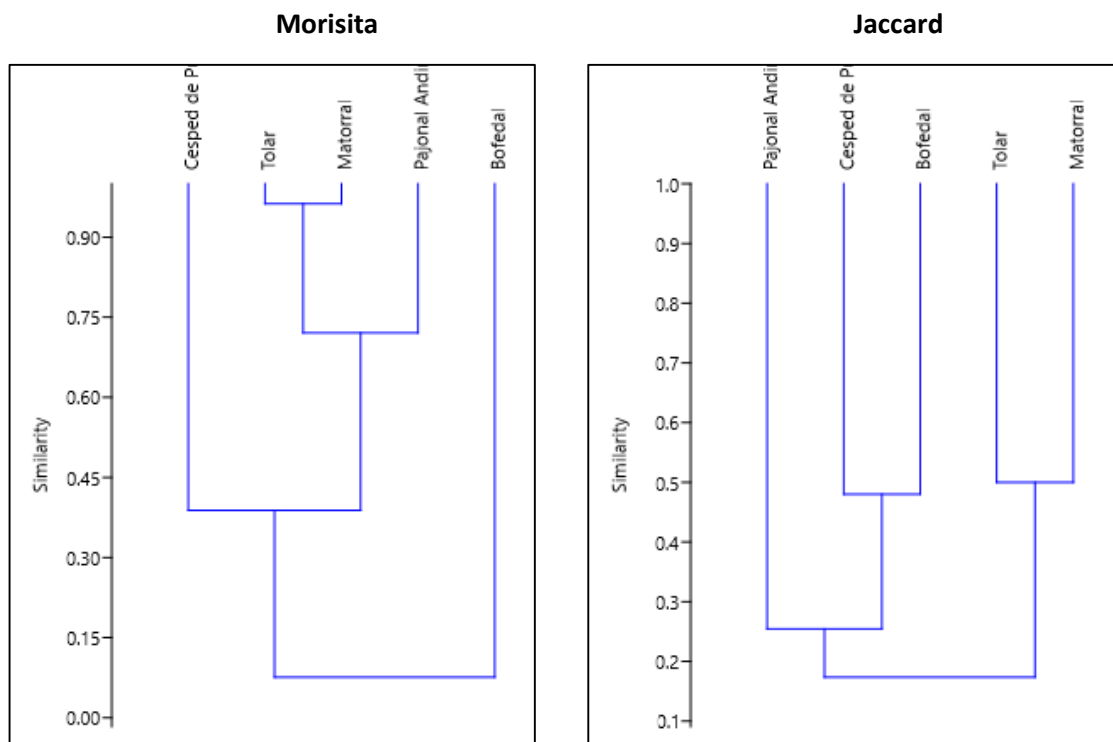
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

4.1.2.3. Análisis de Similitud

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Bofedal, Césped de Puna, Tolar, Matorral y Pajonal andino)

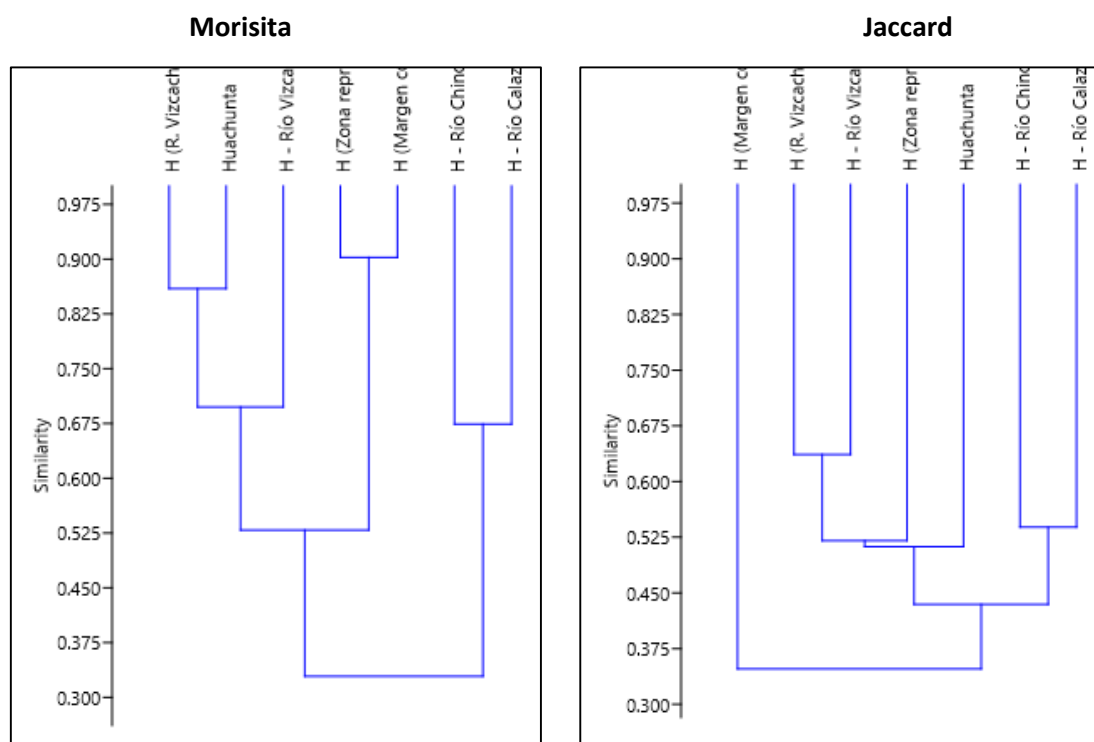
Gráfico N° 9. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre localidades (Huachunta- Río Calazaya, Huachunta- Río Chincune, Huachunta (Río Vizcachas-Chincune), Huachunta- Río Vizcachas, Huachunta (Zona represa), Huachunta y Huachunta (Margen con Chilota))

Gráfico N° 10. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.1.3. Estado de Conservación de especies

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 11. Estado de conservación

ORDEN	Familia	Especie	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 043-2006-AG ⁽³⁾
Apiales	Apiaceae	<i>Azorella compacta</i>	VU	---	VU
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	---	---	VU
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cumulopuntia boliviana subsp. Ignescens</i>	LC	Apendice II	---
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra rupestris</i>	LC	---	CR
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	LC	---	CR
Rosales	Rosaceae	<i>Polylepis besseri</i>	VU	---	VU

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

4.1.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

Cuadro N° 12. Resultados de Laboratorio

Metales totales	L.D.M.	unidades	Flora
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.2
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	<0.04
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.25

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

4.2. MASTOZOLOGÍA (MAMÍFEROS)

4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

4.2.1.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 13. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O31	O6	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O15PC1	O15PC8/O15a	O15	T-14	O34
			Cortaderas	Capillune	Sarallénque	Caracoles	Campamento Salviani	Calientes (parte alta)	Carretera a Cortaderas	Campamento (parte alta)	Asana	Pampa Tolar						
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>																C
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>												C				
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>							C	C	C		C		C			C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	C	C	C			C	C	C		C		C		C		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>				C		C	C	C	C			C	C	C	C	C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R	A	A	R		R		R			R	R	R	A	A	
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>		A	R	R								R	R	R	R	R
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	A			R				R								

Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>								R									
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>								R									

C Captura **A** Avistamiento **R** Rastro (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias)
Fuente: Pronaturaleza

Censo de Guanaco (Lama guanicoe)

El día del censo se logró observar 3 guanacos (2 adultos y 1 cría) en la zona de Cortaderas. Así mismo se halló rastros (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias) en Capillune y cercanías a la Quebrada Lloquene. Además, se tiene referencias de que se les suele ver por la localidad de Papujune.

4.2.1.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 142 especies divididas en 6 especies y agrupadas en una sola familia, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

Cuadro N° 14. Composición de mamíferos menores avistados

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O15	O15PC1	T-14	O15PC8/O15a	O6	O31	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O34
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui							1									
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i> (Thomas, 1897)	Ratón de pajonal de vientre blanco; Ratón de vientre blanco	3	6	8	4	8	10	2	5	6	4	5	4	1	2	4	
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina						1										
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño							2	2			1	1	3		2	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	El ratón de orejas de hoja maestro; ratón orejón andino	2	2	4		2	3			2		3	3		4		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral				2	5	6	6	3	3		3	2	2			

Sin acceso

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 15. Composición de mamíferos mayores avistados

Puntos Vicuñas y Taruca	Vicuñas					Taruca
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 1
Ma-01	7	-	-	-	-	-
Ma-02	5	-	-	-	-	-
Ma-03	Huellas, referencias	-	-	-	-	12
Ma-04	Huellas, referencias	-	-	-	-	-
Ma-05	10	7	12	8	15	-
Ma-06	Huellas, referencias, Avistamientos a kilómetros del punto (≈8 manadas)	-	-	-	-	-

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia**

En el Cuadro N° 16 se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos los datos del Cuadro N° 17 la riqueza taxonómica.

Cuadro N° 16. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O31	O6	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O15PC1	O15PC8/O15a	O15	T-14	O34
			Cortaderas	Capillune	Sarallenne	Caracoles	Campamento Salviani	Calientes (parte alta)	Carretera a Cortaderas	Campamento (parte alta)	Asana	Pampa Tolar						
Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui																x
Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de pajonal de vientre blanco; Ratón de vientre blanco	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina												x				
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño							x	x	x		x		x		x	
Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	El ratón de orejas de hoja maestro; ratón orejón andino	x	x	x			x	x	x		x		x		x		

Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral					x		x	x	x	x				x	x	x	x
Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha	x	x	x	x			x		x					x	x	x	x
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro		x	x	x											x	x	x
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	x			x					x								
Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña							x										
Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>	Venado, Taruca							x										

* Para mamíferos mayores se consideró avistamientos y rastros

Fuente: Pronaturaleza

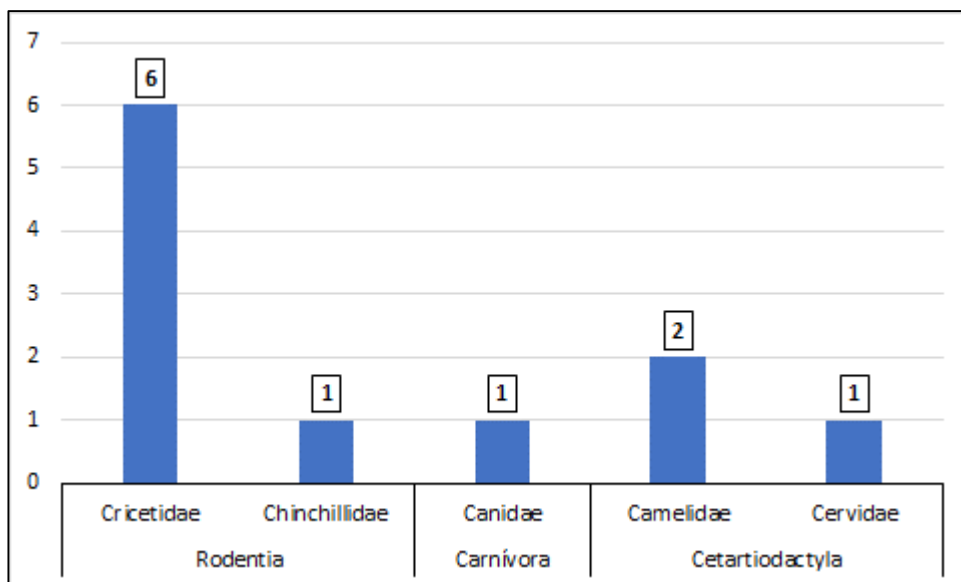
Cuadro N° 17. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZO

Ordenes	Familias	Espécies
Rodentia	Cricetidae	6
	Chinchillidae	1
Carnívora	Canidae	1
Cetartiodactyla	Camelidae	2
	Cervidae	1

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Operación.

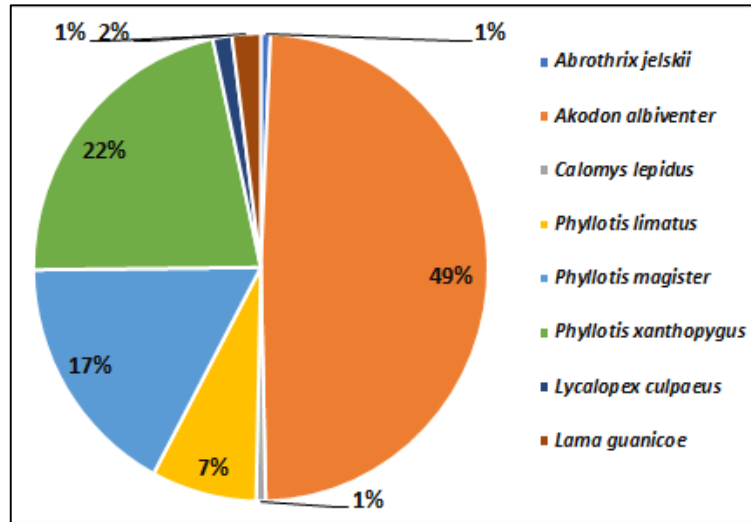
Gráfico N° 11. Número de especies registradas por orden y familia en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de operación.

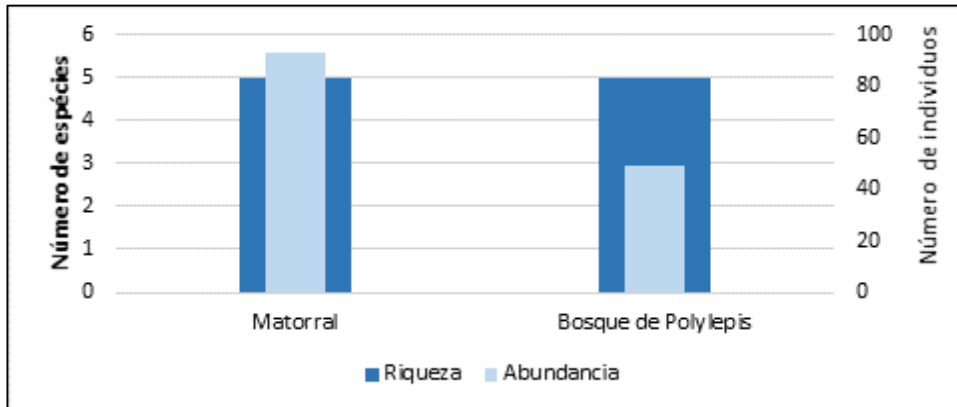
Gráfico N° 12. Abundancia de mamíferos observados en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

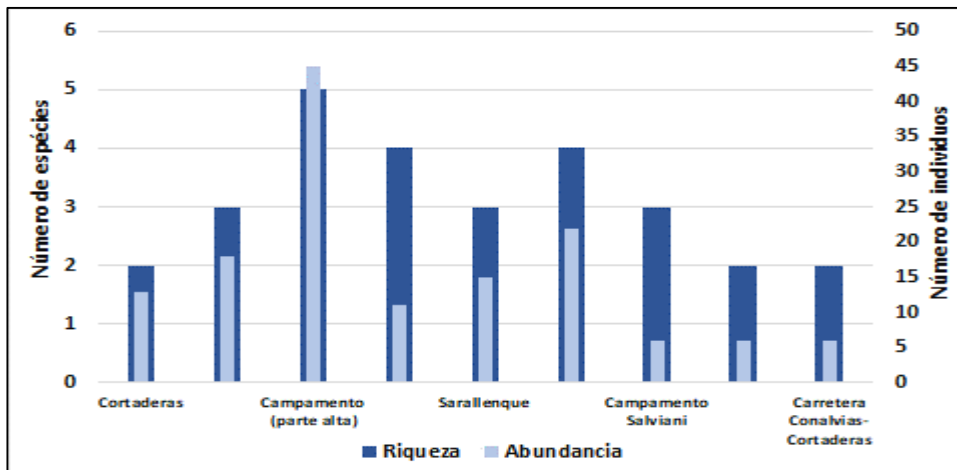
En los gráficos N° 13 y 14 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 13. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 14. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.2.1.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Campamento (parte alta), Asana, Sarallenque, Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y carretera de Cortaderas) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 18. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Matorral	1.29	0.80	0.88
Bosque de Polylepis	1.13	0.70	1.03

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 19. Índice de diversidad por localidad

Estación	H'	J'	d
Cortaderas	0.56	0.81	0.39
Capillune	0.85	0.77	0.69
Campamento (parte alta)	1.17	0.73	1.05
Asana	1.17	0.84	1.25
Sarallenque	0.86	0.78	0.74
Caracoles	1.27	0.92	0.97
Campamento Salviani	1.01	0.92	1.12
Calientes (parte alta)	0.64	0.92	0.56
Carretera a Cortaderas	0.64	0.92	0.56

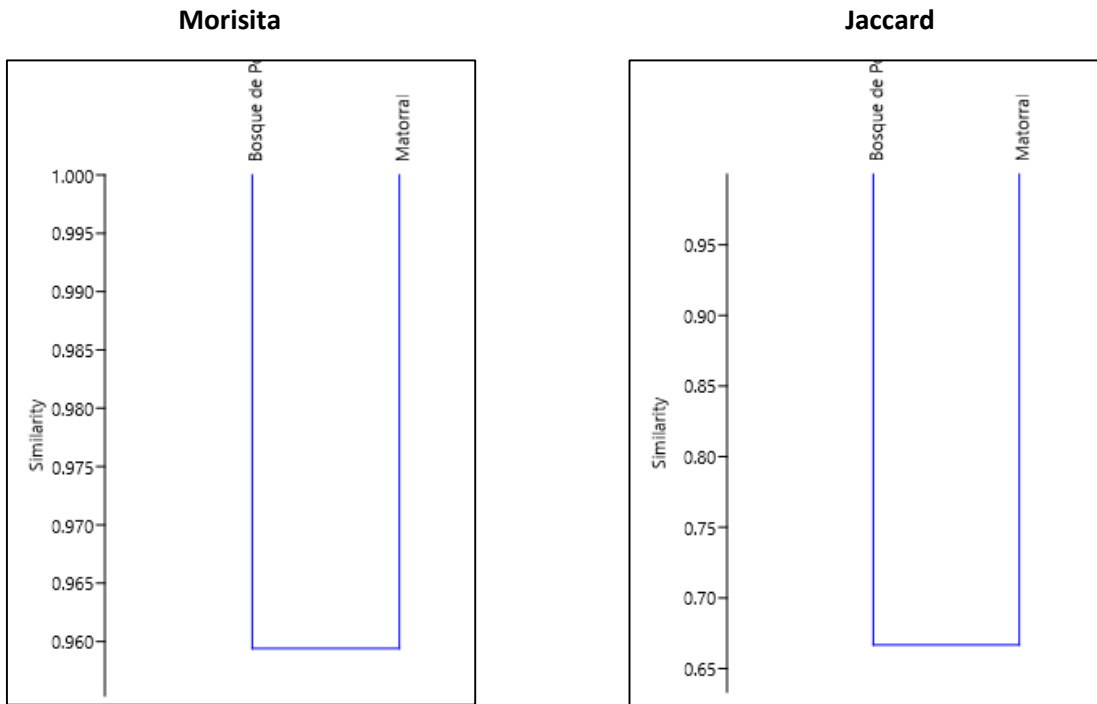
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

4.2.1.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis).

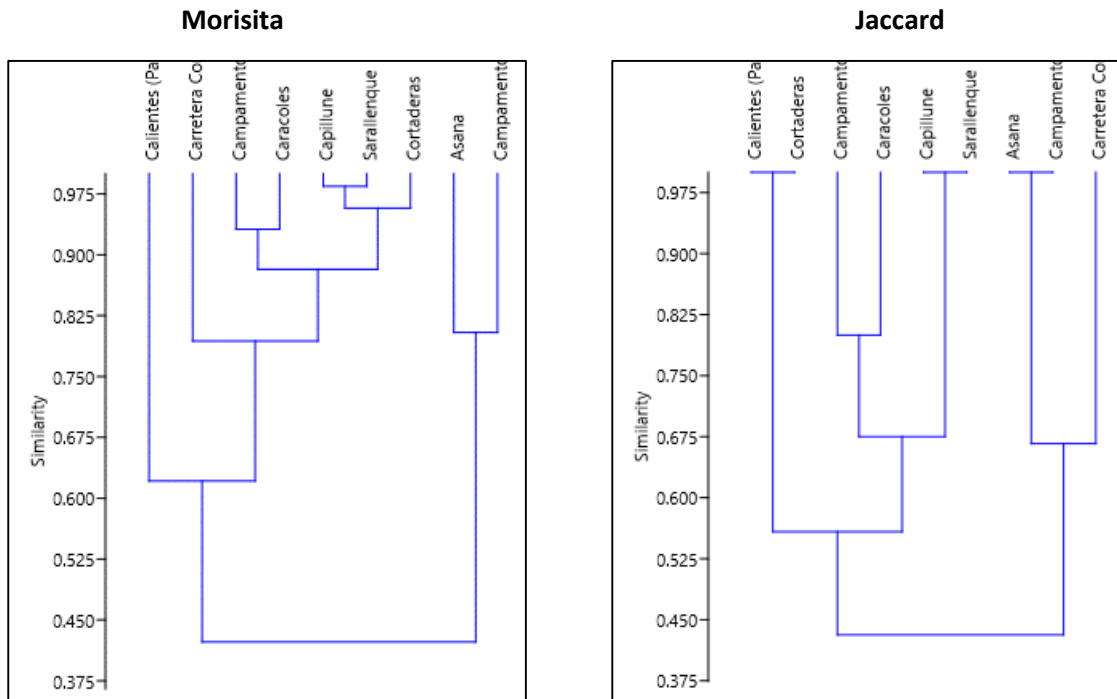
Gráfico N° 15. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Campamento (parte alta), Asana, Sarallénque, Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y carretera de Cortaderas)

Gráfico N° 16. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

4.2.2.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 20. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-6	T-16	T-15
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	C	C	C	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	C	C	C	C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R		R	A
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>				R
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>			R	R
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>				A

C Captura
 A Avistamiento
 R Rastro (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias)

Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 33 especies divididas en 5 especies y agrupadas en 2 familias, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

Cuadro N° 21. Composición de especies avistadas

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	T-20	T-6	T-16	T-15
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	<i>pericote orejudo pintado</i>	1	2	1	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	<i>Pericote de la puna o raton orejon sblime</i>			2	1
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	<i>Lauchita crepuscular andina</i>			3	2
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	<i>Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral</i>			6	2
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	3	1	5	4

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el Cuadro N° 21 se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos los datos del Cuadro N° 22 la riqueza taxonómica.

Cuadro N° 22. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades

ABASTECIMIENTO							
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	T-20	T-6	T-16	T-15
				Pajonal andino	Tolar	Pajonal andino	Tolar
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	<i>pericote orejudo pintado</i>	x	x	x	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	<i>Pericote de la puna o raton orejon sblime</i>			x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	<i>Lauchita crepuscular andina</i>			x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	<i>Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral</i>			x	x
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	x	x	x	x

Fuente: Pronaturaleza

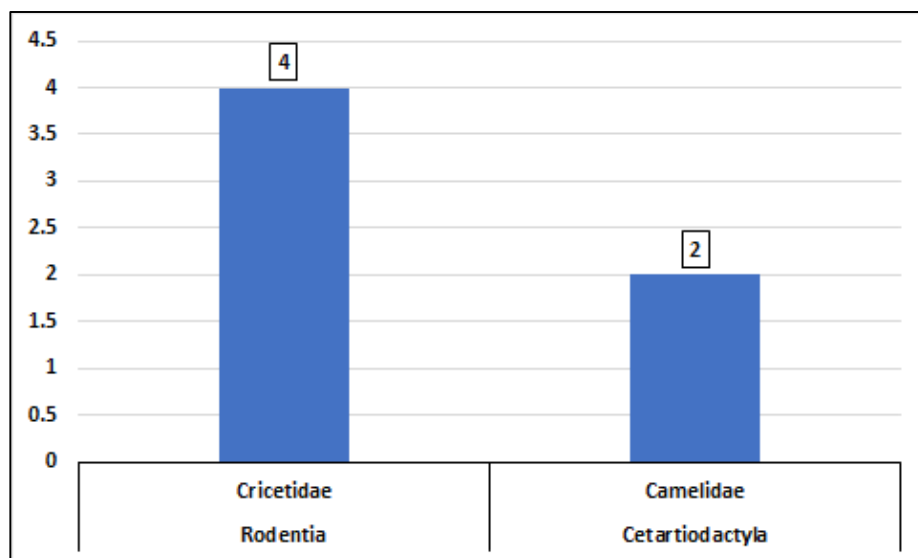
Cuadro N° 23. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA

Ordenes	Familias	Espécies
Rodentia	Cricetidae	4
Cetartiodactyla	Camelidae	2

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Abastecimiento.

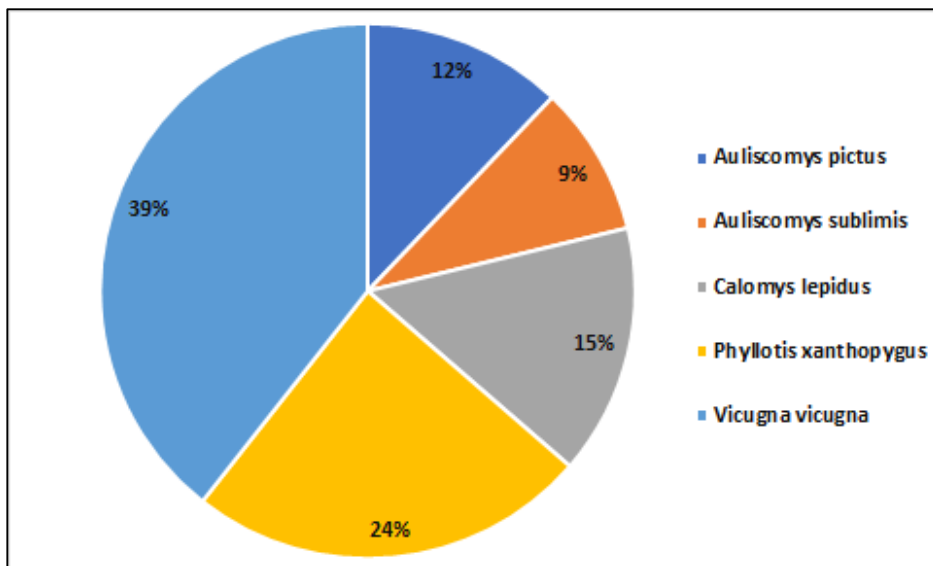
Gráfico N° 17. Número de especies registradas por orden y familia en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de operación.

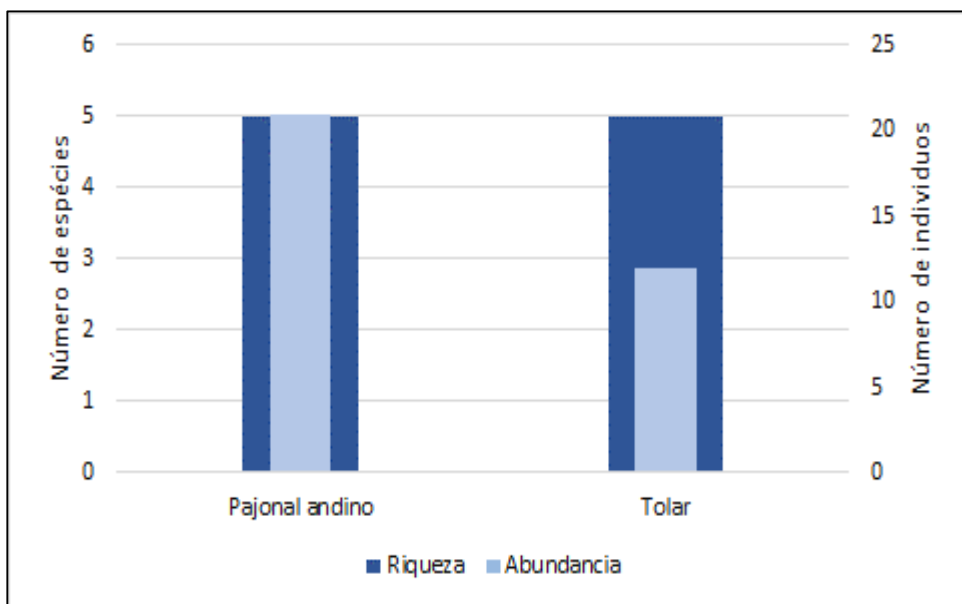
Gráfico N° 18. Abundancia de mamíferos observados en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

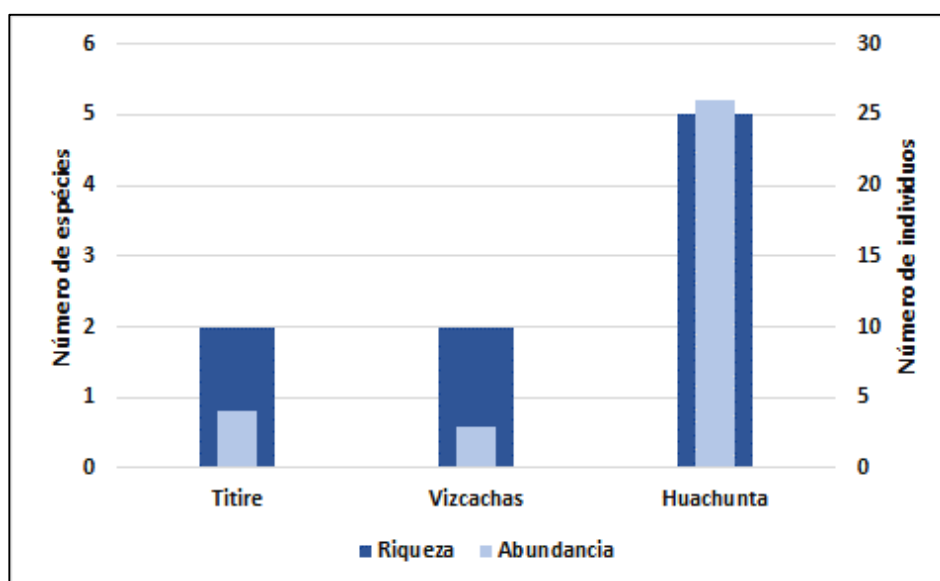
En los gráficos N° 19 y 20 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de Abastecimiento.

Gráfico N° 19. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 20. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y por localidad (Titire, Vizcachas y Huachunta) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 24. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Pajonal andino	1.45	0.90	1.31
Tolar	1.49	0.93	1.67

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 25. Índice de diversidad por localidad

Estación	H'	J'	d
Titire	0.56	0.81	0.72
Vizcachas	0.64	0.92	0.91
Huachunta	1.42	0.88	1.23

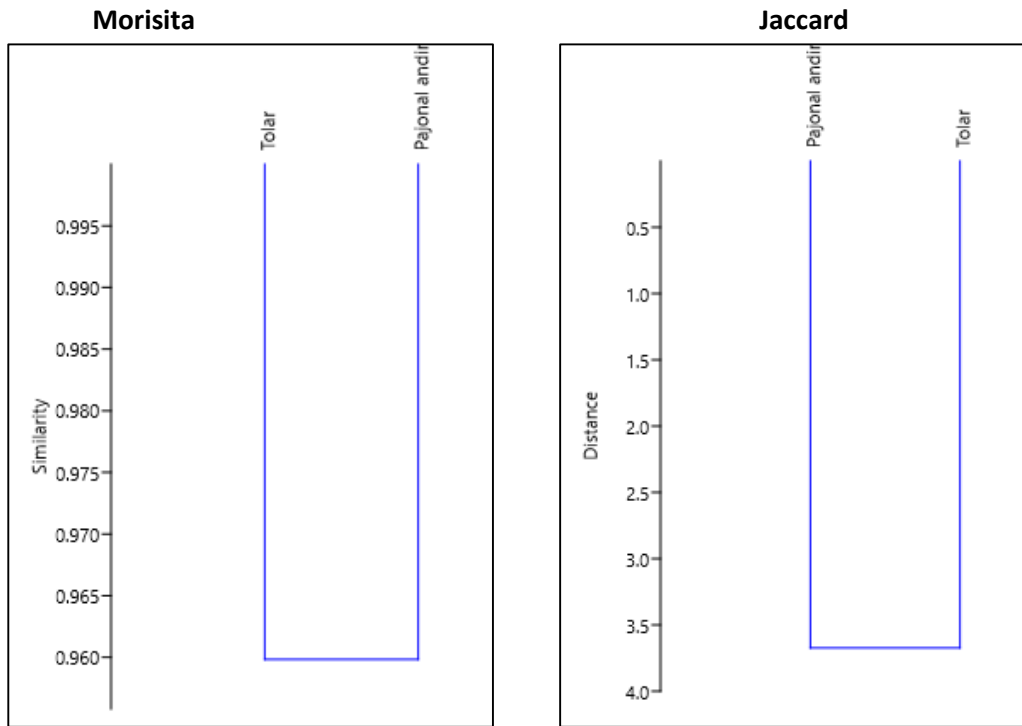
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Pajonal andino y Tolar)

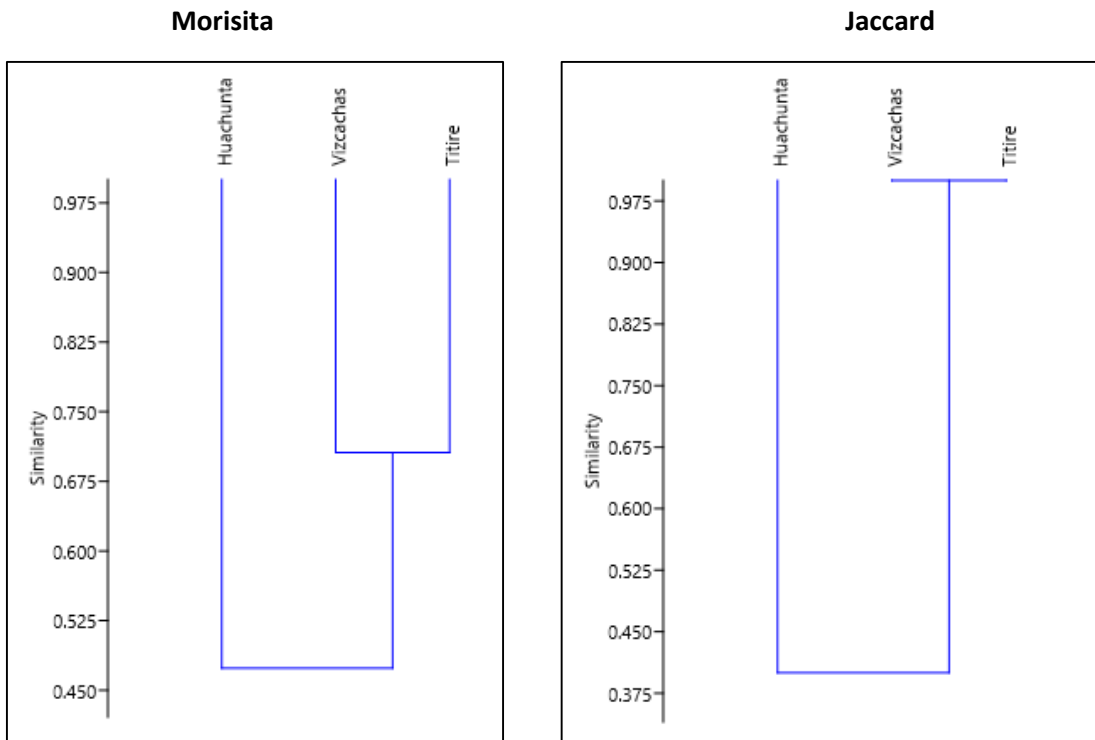
Gráfico N° 21. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°22 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Titire, Vizcachas y Huachunta).

Gráfico N° 22. Análisis de Similitud por localidad (ZA)



Fuente: Pronaturaleza

4.2.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 26. Estado de conservación

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 004-2014-MINAGRI ⁽³⁾
Mammalia	Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	LC	Apéndice II	---
	Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	LC	Apéndice II	CR
			<i>Vicugna vicugna</i>	LC	Apéndice II	NT
		Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	VU	Apéndice I	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, Categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

4.2.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

Cuadro N° 27. Resultados de laboratorio

Metales totales	L.D.M.	unidades	Mamíferos
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.6
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.06
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.46

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

4.3. ORNITOLOGÍA (AVES)

4.3.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

4.3.1.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 644 individuos, distribuidos en 31 especies y agrupadas en 14 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de

Polylepis) y localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallenque, Campamento (parte alta)).

Cuadro N° 28. Composición de especies en la ZO

Riqueza		Órdenes	Familias	Espécies
ZO	Zona Operaciones	9	14	31
Por Cobertura Vegetal	Matorral	9	13	30
	Bosque de Polylepis	6	10	20
Por Localidad	Cortaderas	3	4	7
	Capillune	4	6	13
	Caracoles	6	10	18
	Salviani	2	4	6
	Calientes	4	7	10
	Carretera Conalvias-Cortaderas	2	5	10
	Río Asana	2	6	13
	Sarallenque	1	4	10
	Campamento (Parte alta)	6	10	18

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

Cuadro N° 29. Riqueza y abundancia

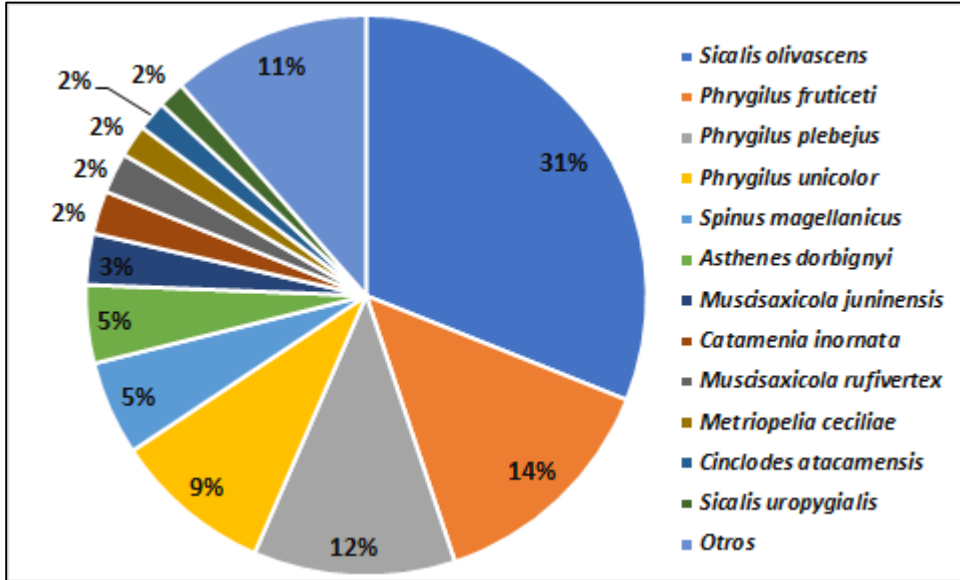
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O10	O9	O29	O32/O32	O33	T-14	O6	O31	O15	O15PC1	O15PC8/O15	O34	TOTAL	
			Matorral											Bosque de Polylepis						
			Cortaderas	Capillune	Caracoles	Salviani	Calientes	Carretera Conalvias- Cortaderas	Río asana	Sarallenne	Campamento (parte alta)			Pampa Tolar						
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>		1			3									1			5	
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>					1												1	
		<i>Oreotrochilus estella</i>					2								2					4
		<i>Patagona gigas</i>			1								1							2
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>		1	1															2
		<i>Coragyps atratus</i>						1												1
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>			9															9
		<i>Metriopelia ceciliae</i>				5				6								1		
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>					1	1		1	1				1					5
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>						2												
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Anairetes flavirostris</i>								3						1				4
	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>			3		6			1	1	1	1	9	2		5			29
		<i>Cinclodes atacamensis</i>			6								3			2				

		<i>Muscisaxicola juninensis</i>	2					1	2			1				13		19	
	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	7	4			2									2		15	
		<i>Ochthoeca leucophrys</i>								1			4		1			6	
		<i>Ochthoeca oenanthoides</i>					2						1	1	3			7	
		<i>Catamenia inornata</i>				6		1		3	2		2	2				16	
		<i>Conirostrum cinereum</i>								3								3	
		<i>Phrygilus atriceps</i>						1			2		2					5	
		<i>Phrygilus fruticeti</i>	4	3	13	10	14	23		5	3	2			1	4	7	89	
	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus plebejus</i>	3	5	9	5	1	9	1	3	12	7	9	6	2	3		75	
		<i>Phrygilus punensis</i>			4							2						6	
		<i>Phrygilus unicolor</i>			11	4	9	4	2	9	3	3		4	5	2	3	59	
		<i>Sicalis olivascens</i>	36	14	29	9	21	10		17	21		3		12	19	9	200	
		<i>Sicalis uropygialis</i>							6			2		2				10	
	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>			13	5	2	2		10	1	2						35	
	TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>						1				2						3	
	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>											1		1	1		3	
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Forpus coelestis</i>						4										4	
TINAMIFORMES	TINAMIDAE	<i>Nothoprocta ornata</i>								1							1	2	
TOTAL			52	28	99	44	64	59	12	56	49	30	13	31	28	52	27	0	644

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Sicalis olivascens* con 200 individuos (31%), *Phrygilus fruticeti* con 89 individuos (14%).

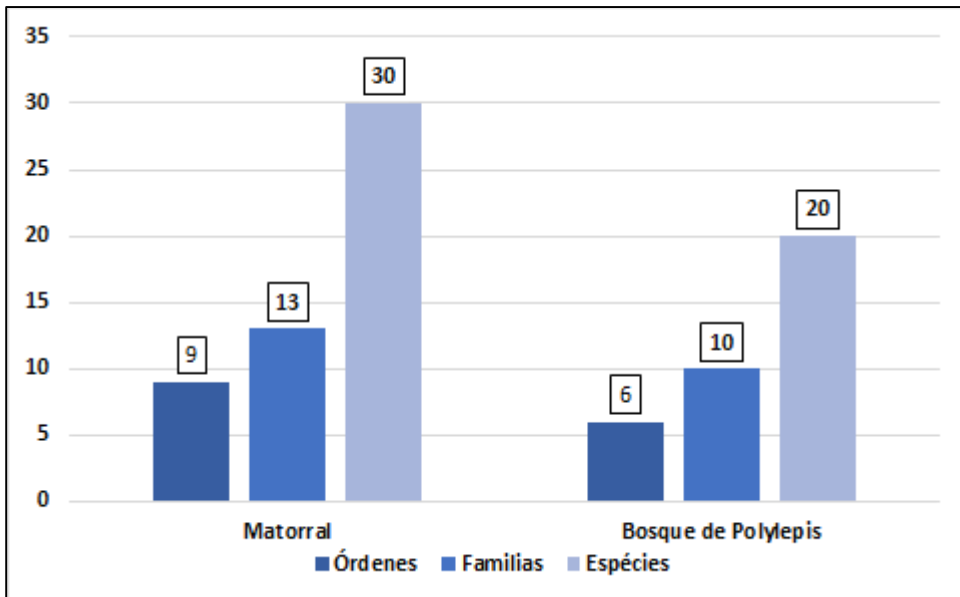
Gráfico N° 23. Abundancia de mamíferos observados en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

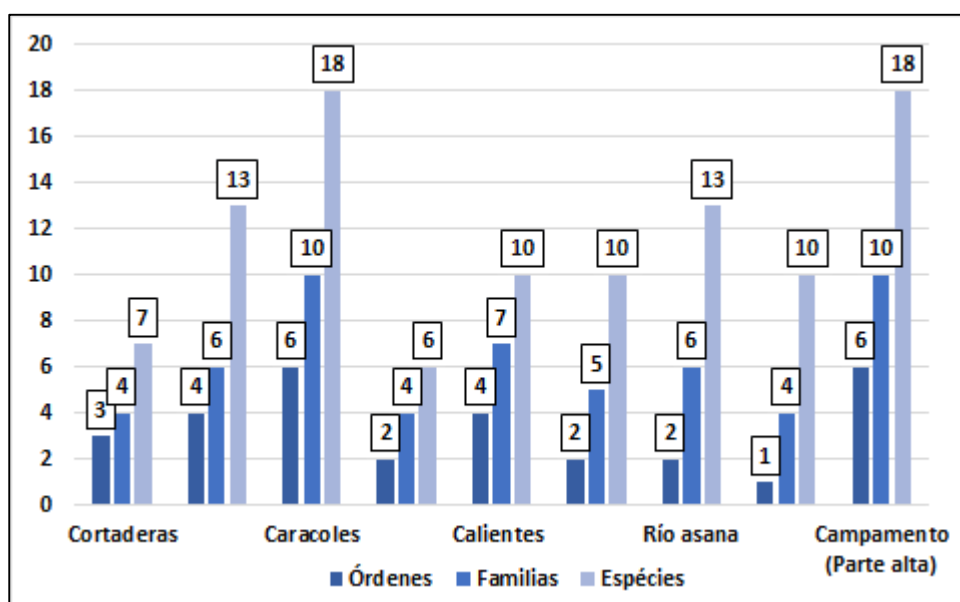
En los gráficos N° 24 y 25 se observa la riqueza y abundancia de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 24. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 25. Riqueza por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.3.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallenque y Camoamento (parte alta)) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 30. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Matorral	2.38	0.7	4.66
Bosque de Polylepis	2.39	0.8	3.86

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 31. Índice de diversidad por localidad

Localidad	H'	J'	d
Cortaderas	1.21	0.62	1.37
Capillune	2.18	0.85	2.42
Caracoles	2.14	0.74	3.53
Salviani	1.36	0.84	1.61
Calientes	1.95	0.85	2.24
Carretera Conalvias- Cortaderas	1.71	0.74	2.31

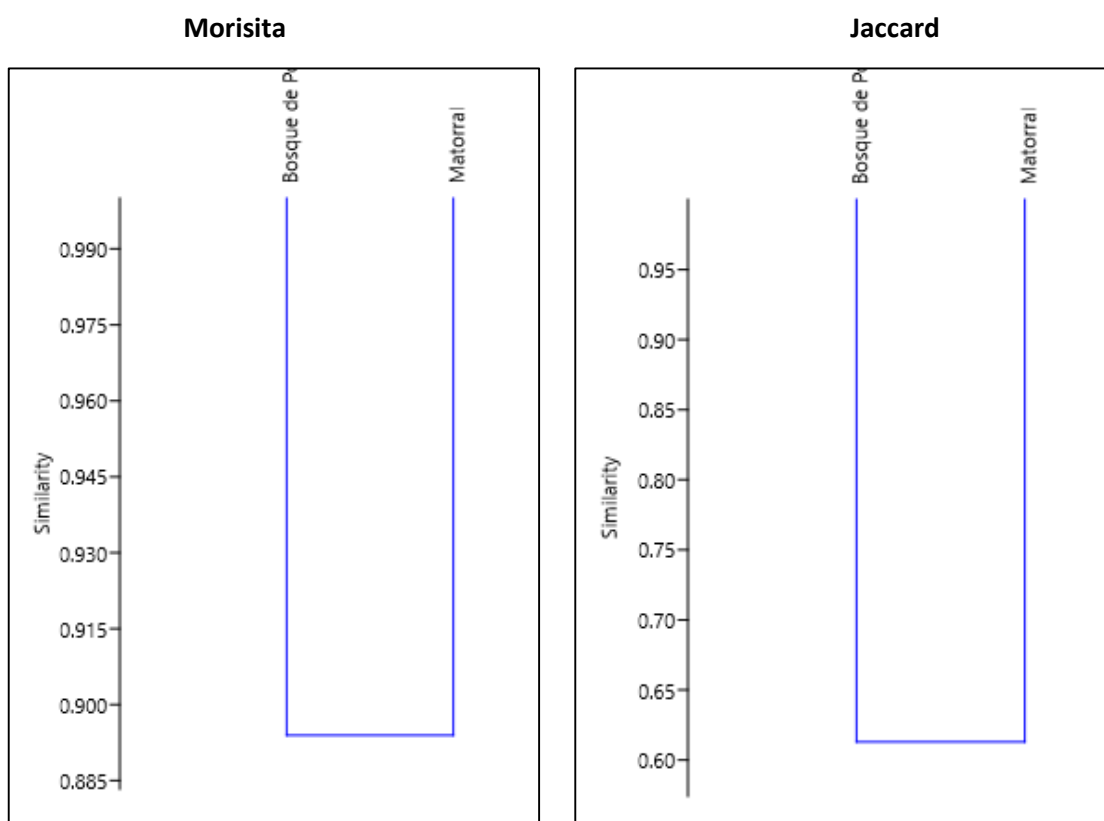
Río asana	2.40	0.94	3.53
Sarallenne	1.92	0.83	2.38
Campamento (Parte alta)	2.17	0.75	3.64

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef
Fuente: Pronaturaleza

4.3.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

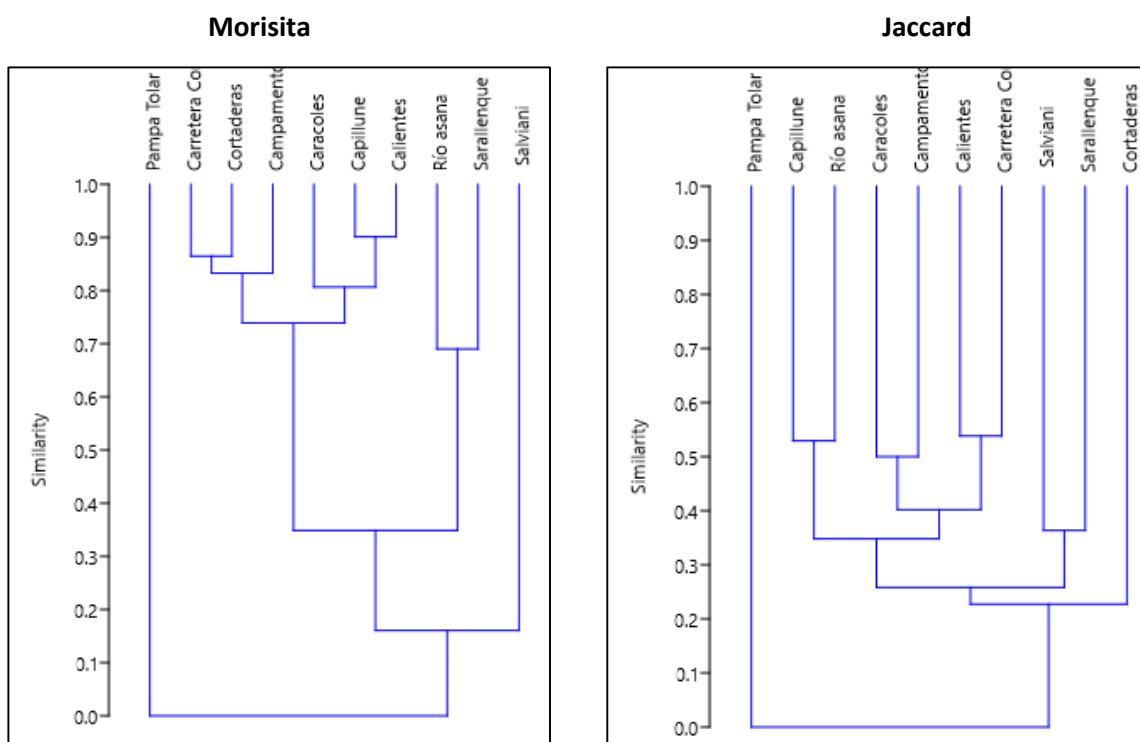
Gráfico N° 26. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallenne y Camoamento (parte alta))

Gráfico N° 27. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.3.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

4.3.2.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 164 individuos, distribuidos en 23 especies y agrupadas en 11 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y localidad (Pte. Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas).

Cuadro N° 32. Composición de especies en la ZA

Riqueza		Órdenes	Familias	Espécies
ZA	Zona Abastecimiento	8	11	23
Por Cobertura Vegetal	Pajonal andino	6	7	17
	Tolar	6	9	15
Por Localidad	Pte. Bello (Titire)	3	4	9
	Huachunta	8	10	19
	Vizcachas	4	7	7

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia.

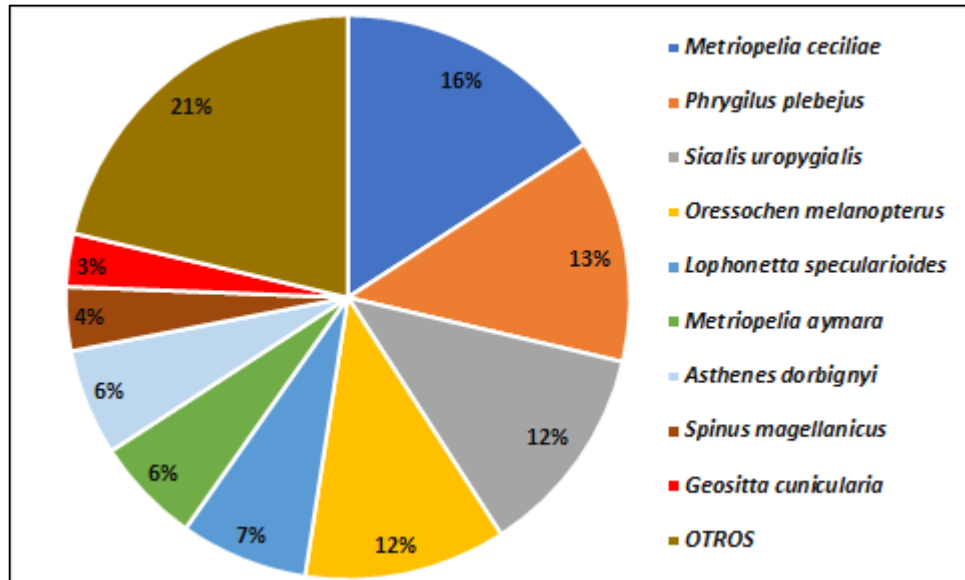
Cuadro N° 33. Riqueza y abundancia

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-16	T-15	T-6	TOTAL
			Pajonal andino		Tolar		
			Pte. Bello-Titire	Huachunta	Vizcachas		
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>		2			2
		<i>Parabuteo unicinctus</i>		2		1	3
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>		12			12
		<i>Oressochen melanopterus</i>	8		11		19
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>			4		4
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>		6	2	2	10
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	6	20			26
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>		1			1
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		1			1
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>	3		7		10
		<i>Cinclodes atacamensis</i>			1		1
		<i>Geositta cunicularia</i>		3		2	5
		<i>Leptasthenura striata</i>			4		4
	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola juninensis</i>				2	2
		<i>Muscisaxicola rufivertex</i>			1		1
	THRAUPIDAE	<i>Conirostrum cinereum</i>	1				1
		<i>Diuca speculifera</i>	1		3		4
		<i>Phrygilus plebejus</i>	6		7	8	21
		<i>Phrygilus unicolor</i>	2				2
		<i>Sicalis olivascens</i>	3				3
<i>Sicalis uropygialis</i>		11		9		20	
FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>				6	6	
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>			1	2	3
RHEIFORMES	RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>		3			3
TOTAL			41	50	50	23	164

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Sicalis olivascens* con 200 individuos (31%), *Phrygilus fruticeti* con 89 individuos (14%).

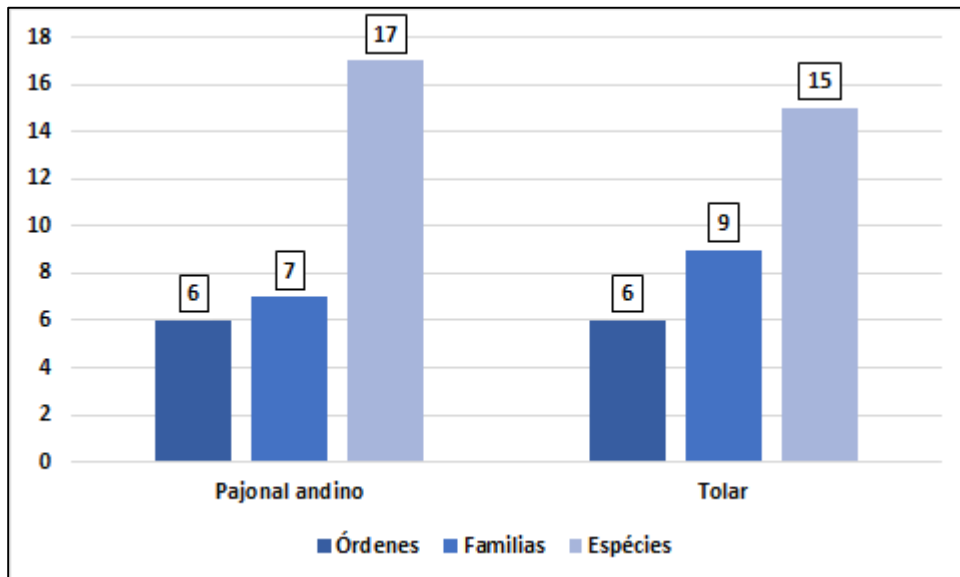
Gráfico N° 28. Abundancia de mamíferos observados en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

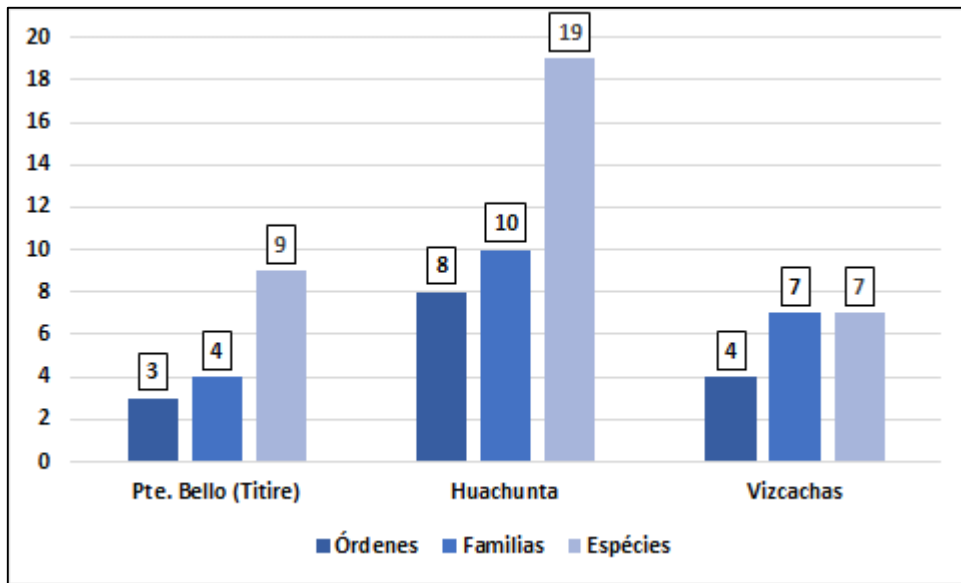
En los gráficos N° 29 y 30 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 29. Riqueza por cobertura vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 30. Riqueza por localidad vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

4.3.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y por localidad (Pte. Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 34. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Pajonal andino	2.35	0.83	3.55
Tolar	2.41	0.89	3.26

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 35. Índice de diversidad por localidad

Localidad	H'	J'	d
Pte. Bello (Titire)	1.95	0.89	2.15
Huachunta	2.57	0.87	3.91
Vizcachas	1.70	0.88	1.91

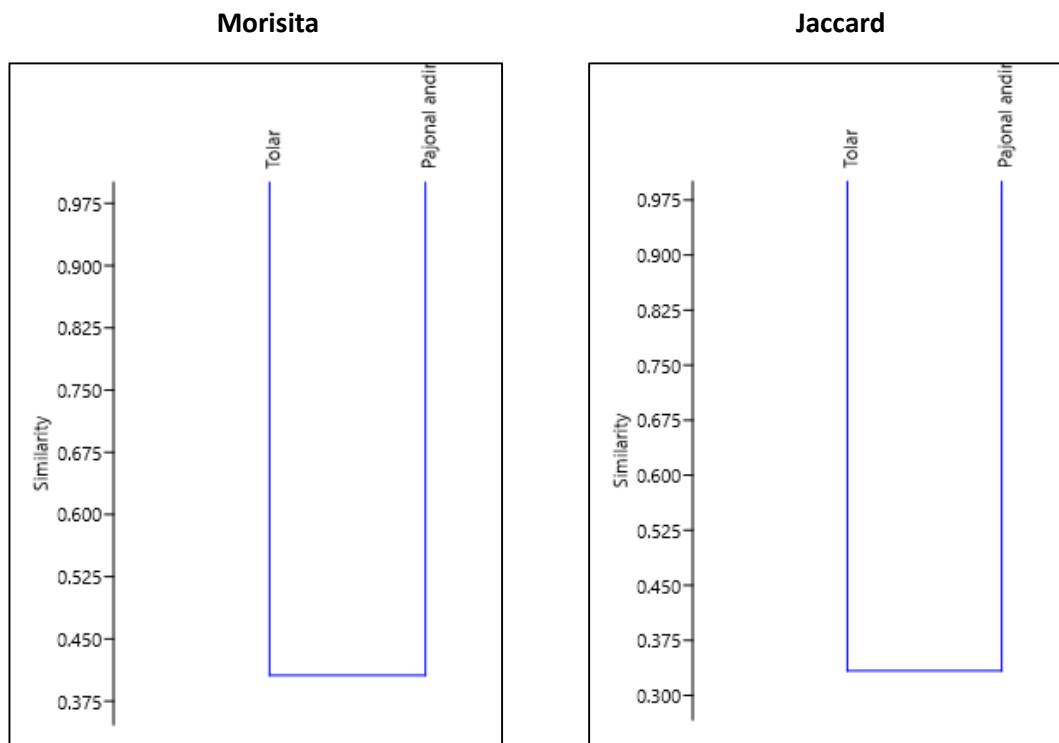
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

4.3.2.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Pajonal andino y tolar)

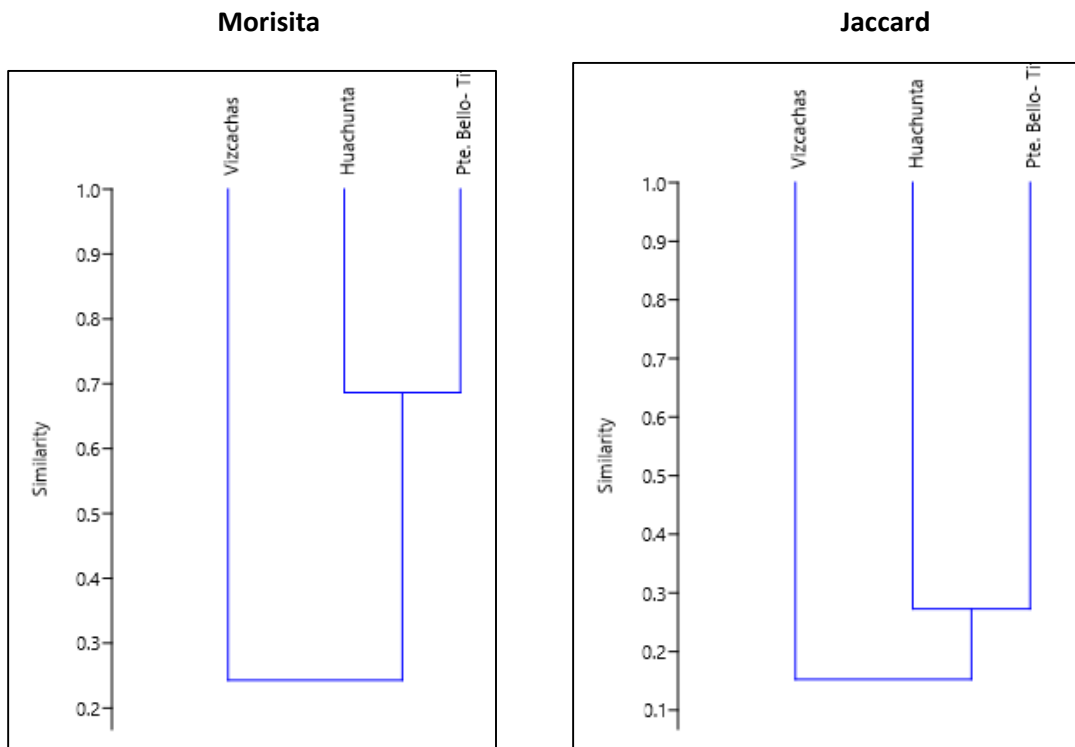
Gráfico N° 31. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°32 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Vizcachas, Huachunta y Pte. Bello (Titire))

Gráfico N° 32. Análisis de Similitud por localidad (ZA)



Fuente: Pronaturaleza

4.3.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 36. Estado de conservación

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 004-2014-MINAGRI ⁽³⁾
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	LC	II	---
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	LC	II	---
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>	LC	---	---
		<i>Oressochen melanoptera</i>	LC	---	---
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	LC	---	---
		<i>Coragyps atratus</i>	LC	---	---
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>	LC	---	---
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	LC	---	---
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>	LC	---	---
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Forpus coelestis</i>	LC	II	---
RHEIFORMES	RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>	NT	I	CR
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	LC	---	---
TINAMIFORMES	TINAMIDAE	<i>Nothoprocta ornata</i>	LC	---	---
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	LC	II	---
		<i>Oreotrochilus estella</i>	LC	II	---
		<i>Patagona gigas</i>	LC	II	---
PASSERIFORMES	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	---	---
	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	LC	I	NT
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	LC	II	---
	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>	LC	---	---
	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>	LC	---	---
		<i>Cinclodes atacamensis</i>	LC	---	---
		<i>Geositta cunicularia</i>	LC	---	---
		<i>Leptasthenura striata</i>	LC	---	---
	THRAUPIDAE	<i>Catamenia inornata</i>	LC	---	---
		<i>Conirostrum cinereum</i>	LC	---	---
		<i>Diuca speculifera</i>	LC	---	---
		<i>Phrygilus atriceps</i>	LC	---	---
<i>Phrygilus fruticeti</i>		LC	---	---	

		Phrygilus plebejus	LC	---	---
		Phrygilus punensis	LC	---	---
		Phrygilus unicolor	LC	---	---
		Sicalis olivascens	LC	---	---
		Sicalis uropygialis	LC	---	---
	TURDIDAE	Turdus fuscater	LC	---	---
	TYRANNIDAE	Anairetes flavirostris	LC	---	---
		Muscisaxicola juninensis	LC	---	---
		Muscisaxicola rufivertex	LC	---	---
		Ochthoeca leucophrys	LC	---	---
		Ochthoeca oenanthoides	LC	---	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, Categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

4.3.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

Cuadro N° 37. Resultados de laboratorio

Metales totales	L.D.M.	unidades	Aves
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.4
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.56
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.81

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

4.4. HERPETOLOGÍA (REPTILES)

4.4.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

4.4.1.1. Composición de especies

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 38. Composición de especies en la ZO

ZO	Zona Operaciones	Órdenes	Familias	Especies
		2	4	4
Por Cobertura Vegetal	Matorral	2	4	4
	Bosque de Polylepis	1	1	1
Por Localidad	Cortaderas	1	1	1
	Capillune	2	3	3
	Caracoles	1	1	1
	Salviani	1	1	1
	Calientes	1	1	1
	Carretera Conalvias- Cortaderas	1	1	1
	Río asana	0	0	0
	Sarallenne	1	1	1
Campamento (Parte alta)	1	1	1	

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza

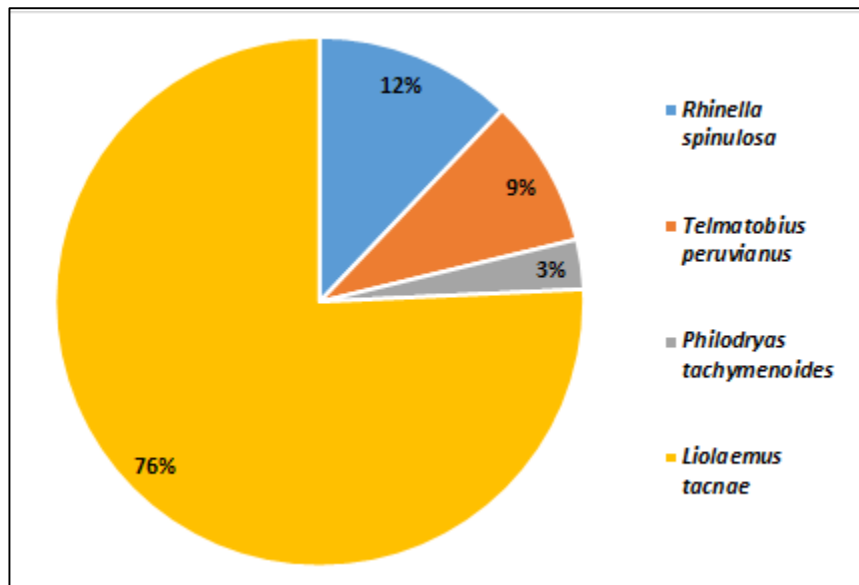
Cuadro N° 39. Riqueza en la ZO

Clase	Orden	Familia	Especie	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O10	O9	O29	O32/O32	O33	T-14	O6	O31	O15	O15PC1	O15PC8/O15a		
				Matorral											Bosque de Polylepis					
				Cortaderas	Capillune	Caracoles	Salviani	Calientes	Carretera Conalvias	Río asana	Sarallenne	Campamento (parte alta)								
Anfibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Anfibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reptilia	Squamata	Dipsadidae	<i>Philodryas tachymenoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	2	1	1	7	1	2	1	0	1	0	1	1	4	2	1		

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Liolaemus tacnae* con 25 individuos.

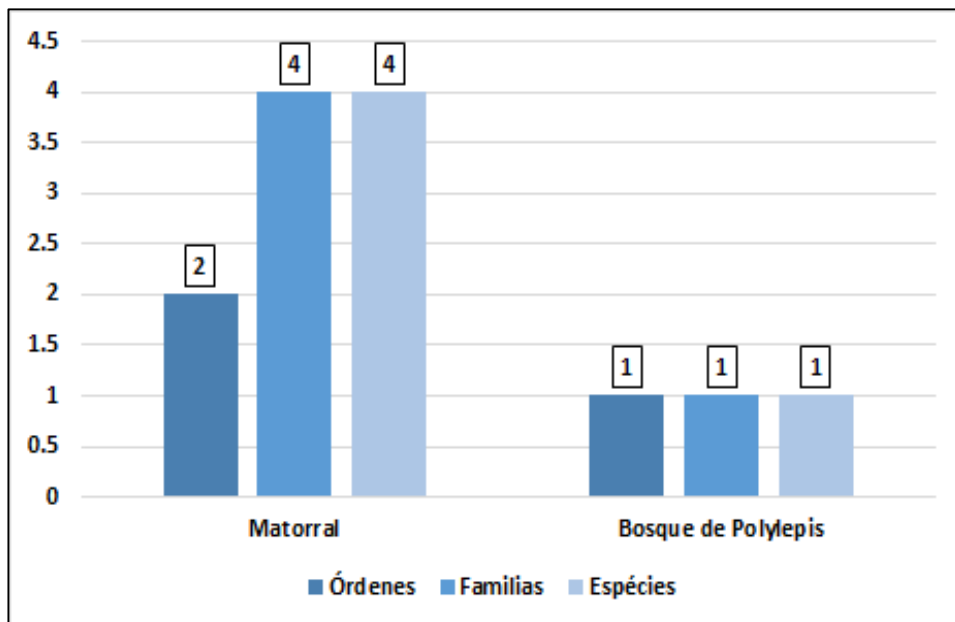
Gráfico N° 33. Abundancia de especies observadas en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

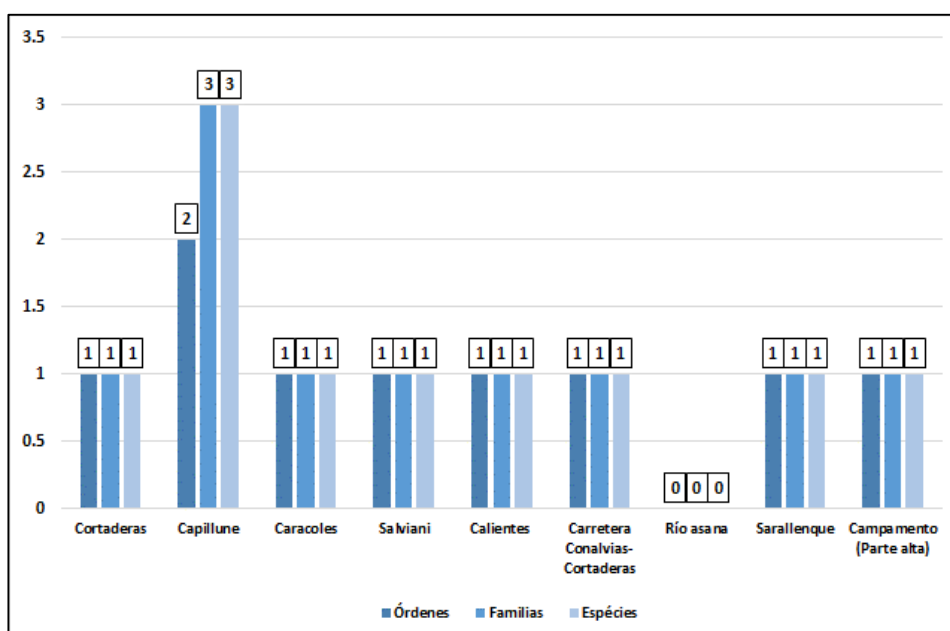
En los gráficos N° 34 y 35 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 34. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 35. Riqueza por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.4.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallénque y Camoamento (parte alta)) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 40. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Índices		H'	J'	d
Por Cobertura Vegetal	Matorral	0.94	0.68	0.93
	Bosque de Polylepis	-	-	-

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 41. Índice de diversidad por localidad

Índices		H'	J'	d
Por Localidad	Cortaderas	-	-	-
	Capillune	0.97	0.89	0.96
	Caracoles	-	-	-
	Salviani	-	-	-
	Calientes	-	-	-

	Carretera Conalvias-Cortaderas	-	-	-
	Río Asana	-	-	-
	Sarallénque	-	-	-
	Campamento (Parte alta)	-	-	-

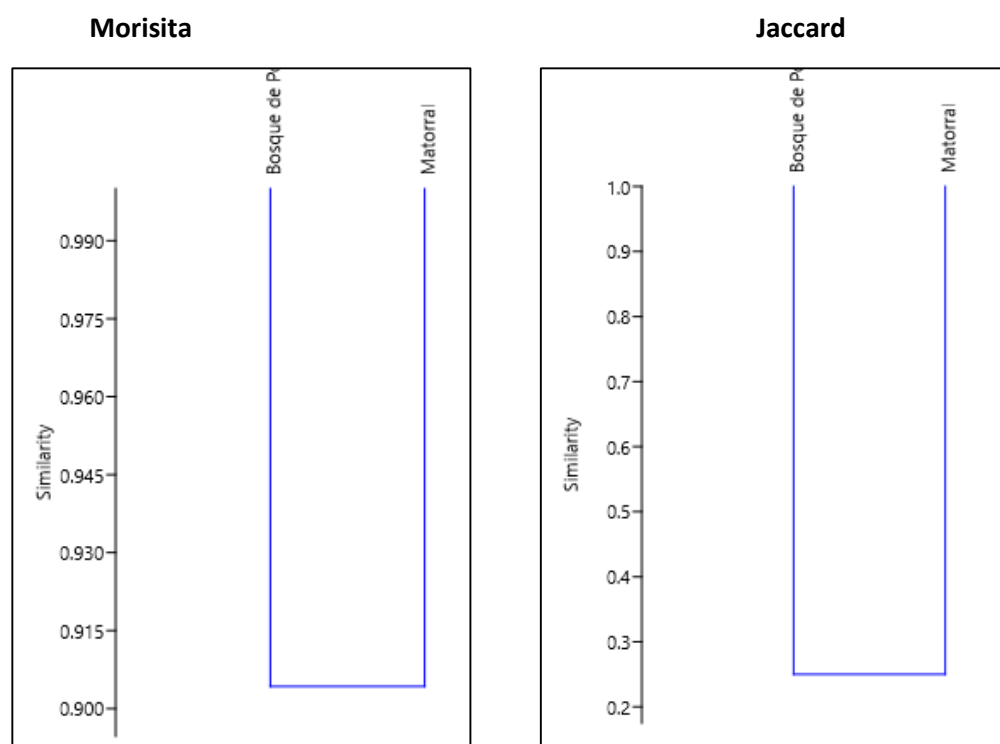
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

4.4.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

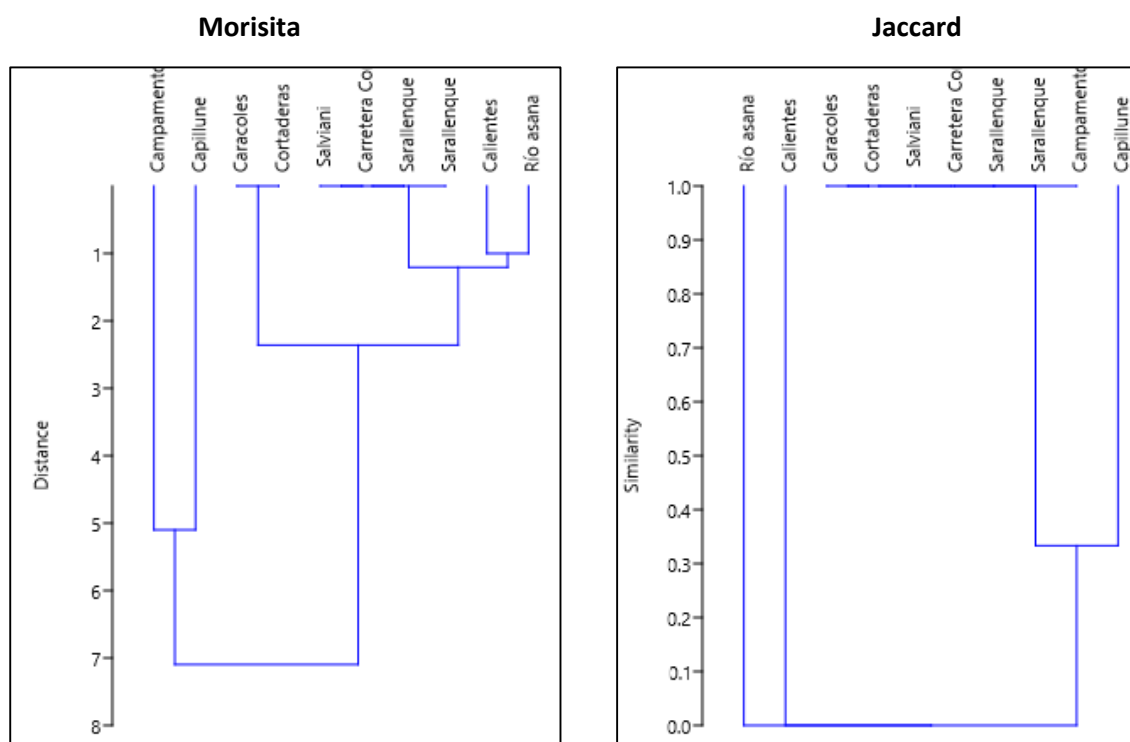
Gráfico N° 36. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallénque y Camoamento (parte alta))

Gráfico N° 37. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.4.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

4.4.2.1. Composición de especies

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 42. Composición de especies en la ZA

ZA	Zona Abastecimiento	Órdenes	Familias	Espécies
		1	1	1
Por Cobertura Vegetal	Pajonal andino	1	1	1
	Tolar	1	1	1
Por Localidad	Pte. Bello (Titire)	1	1	1
	Huachunta	1	1	1
	Vizcachas	1	1	1

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza

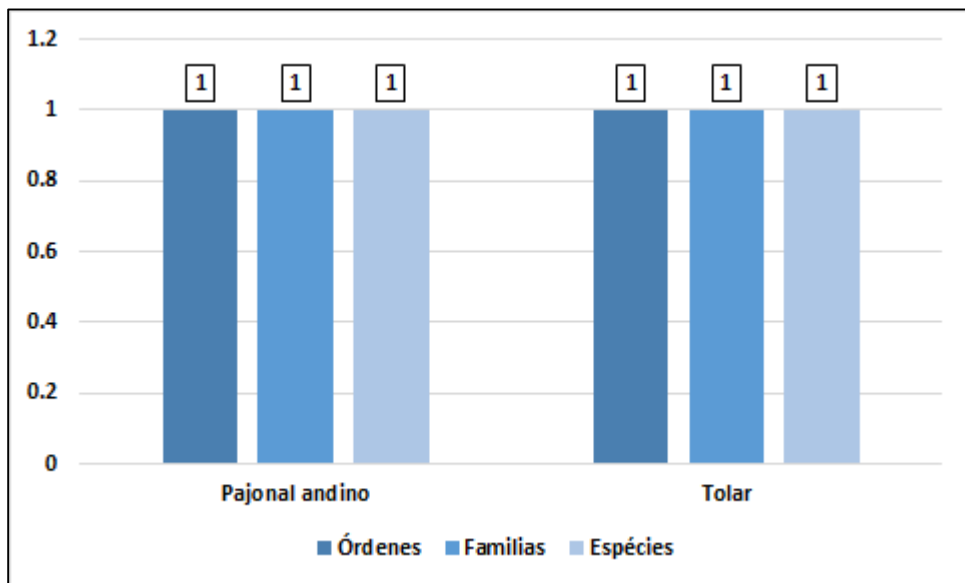
Cuadro N° 43. Riqueza en la ZA

Clase	Orden	Familia	Especie	T-20	T-16	T-15	T-6	
				Pajonal andino		Tolar		
				Titire	Huachunta		Vizcachas	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus annectens</i>	3	6	0	3	

Fuente: Pronaturaleza

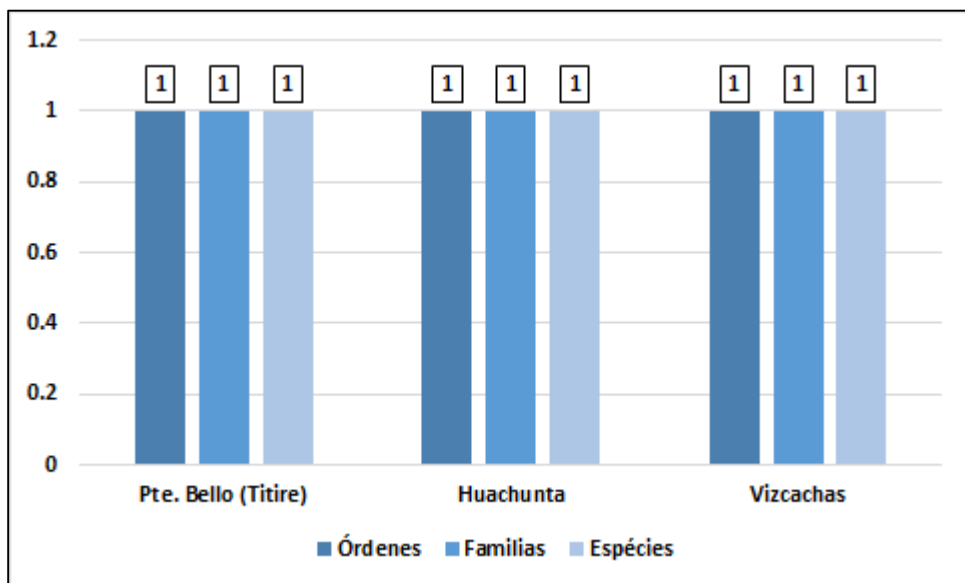
En los gráficos N° 38 y 39 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 38. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 39. Riqueza por localidad vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

4.4.2.2. Índices de diversidad

No se puede calcular los índices de diversidad ya que sólo se obtuvo 1 individuo por especie.

4.4.2.3. Análisis de Similitud

No se puede calcular el análisis de similitud ya que sólo se obtuvo 1 individuo por especie.

4.4.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 44. Estado de conservación

Orden	Familia	Nombre científico	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 004-2014-MINAGRI ⁽³⁾
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	LC	---	---
Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	VU	---	VU
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	---	---	VU

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre.

LC: Preocupación menor VU: Vulnerable

Fuente: Pronaturaleza

4.4.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

Cuadro N° 45. Resultados de laboratorio

Metales totales	L.D.M.	unidades	Reptiles 032	Reptiles 033
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.6	0.8
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.10	0.10
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.55	0.59

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

5.1. FLORA SILVESTRE

El área de estudio concentra una gran cantidad de especies propias de ecosistemas asociadas a zonas rurales tanto en la zona de operaciones como en la zona de abastecimiento; registrando un total de 70 especies de flora en la zona de operaciones y 50 especies para la zona de abastecimiento, en su composición se encuentran especies de amplia distribución.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, la familia Asteraceae fue la familia con mayor riqueza y la especie con mayor abundancia fue *Ambrosia artemisioides* con 385 individuos, y para la zona de abastecimiento la familia poaceae fue la familia con mayor riqueza y la especie con mayor abundancia fue *Calamagrostis breviaristata* con 1 109 individuos.

Para la zona de operaciones, el punto de monitoreo con mayor riqueza y abundancia fue el punto O08 y en la zona de abastecimiento el punto con mayor riqueza y abundancia fue F17-T1; según cobertura vegetal la mayor riqueza pertenece al matorral para la zona de operaciones y bofedal para la zona de abastecimiento; según la localidad la mayor riqueza para la zona de operaciones es Campamento Quellaveco y para la zona de abastecimiento es Huachunta – Río Calazaya.

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal con mayor diversidad (H') fue Matorral, con un índice de 3.02; según el índice de Pielou tanto matorral como bosque de Polylepis tienen un índice de 0.77 lo que indica que muchas de las especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 6.48 lo que nos indica muy alta biodiversidad mayor que Bosque de Polylepis; según el índice de Simpson tanto matorral como Bosque de Polylepis poseen una alta dominancia. Para la localidad según el índice de Shannon-Wiener, Sarallén fue el punto con mayor diversidad con un índice de 2.48; según el índice de Pielou, Capillúne tiene un índice de 0.77, mayor que los demás lo que indica que la mayor cantidad de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Campamento Quellaveco tiene un índice de 4.18 lo que nos indica una biodiversidad alta; según el índice de Simpson tanto Campamento Quellaveco como Sarallén poseen una alta dominancia.

Para la Zona de abastecimiento, la formación vegetal con mayor diversidad (H') fue Césped de la Puna, con un índice de 2.67; según el índice de Pielou, bofedal tienen un índice de 0.74 lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Césped de Puna tiene un índice de 5.00 lo que nos indica muy alta biodiversidad; según el índice de Simpson, Pajonal

Andino poseen una alta dominancia al igual que Bofedal y Césped de Puna. Para la localidad según el índice de Shannon-Wiener, Huachunta (Río Vizcachas-Chincune) fue el punto con mayor diversidad con un índice de 2.87; según el índice de Pielou, Huachunta (Río Vizcachas) tiene un índice de 0.86, mayor que los demás lo que indica que la mayor cantidad de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Huachunta tiene un índice de 4.60 lo que nos indica una biodiversidad alta; según el índice de Simpson, Huachunta (Zona de represa) poseen una alta dominancia.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita y Jaccard por cobertura vegetal nos indica que hay poca similitud entre matorral y Bosque de *Polylepis*; en cuanto la localidad, según morisita Campamento Salviani y Carretera Conalvias tienen mayor similitud de especies entre ellos y según Jaccard, Campamento Quellaveco y Sarallenque tienen mayor número de especies compartidas, mientras más se alejan del índice 1 menor especies compraten.

Para la Zona de Abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que tolar y matorral tienen mayor similitud entre ellos y según Jaccard, Césped de Puna y Bofedal comparten mayor cantidad de especies al igual que tolar y matorral; en cuanto la localidad, según morisita, Huachunta (zona represa) y Huachunta (margen chilota) tienen mayor similitud de especies entre ellos y según Jaccard, Huachunta (Río Vizcacha-Chincune) y Huachunta - Río Vizcachas, tienen mayor número de especies compartidas, mientras más se alejan del índice 1 menor especies comparten.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Azorella compacta* y *Polylepis besseri* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo, esto aplica también a la especie *Parastrephia lepidophylla* que se encuentra como vulnerable solo en el D.S. N° 043-2006-AG; en cuanto a *Baccharis genistelloides*, *Chuquiraga rotundifolia* y *Mutisia acuminata* se encuentran en la categoría de NT (casi amenazado) esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Ephedra rupestri* y *Ephedra breana* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría *preocupación menor* de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista, sin embargo según el D.S. N° 043-2006-AG; *Cumulopuntia boliviana subsp. Ignescens* se encuentra como LC (preocupación menor) según la IUCN, y según la CITES se

encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Según la corrida de metales, se puede observar que los valores de Cadmio y mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fueron 0.2 mg/kg y el de plomo 0.25 mg/kg.

5.2. MAMÍFEROS

En la zona de operaciones se registró un total de 142 individuos de mamíferos menores distribuidos en 6 especies, pertenecientes a 1 sola familia y 57 individuos de mamíferos mayores distribuidos en 3 especies (guanacos, vicuñas y tarucas); para la zona de abastecimiento se registró 33 individuos de mamíferos menores divididos en 5 especies y agrupadas en 2 familias y 13 individuos de mamíferos mayores.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Akodon albiventer* fue la especie con mayor abundancia el 49% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Vicugna vicugna* fue la especie con mayor abundancia el 39% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, según la riqueza por cobertura vegetal tanto en matorral como bosque de *Polylepis* es la misma, sin embargo la abundancia es mayor en matorral; por localidad el punto de Campamento (parte alta) tiene mayor riqueza y abundancia sobre las otras localidades. Para la zona de abastecimiento, según la riqueza por cobertura vegetal tanto pajonal andino como tolar es la misma, sin embargo la abundancia es mayor en pajonal andino; por localidad el punto de Huachunta tiene mayor riqueza y abundancia sobre las otras localidades.

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') tanto Matorral como Bosque de *Polylepis*, poseen un valor menor a 2 lo que nos indica baja diversidad; según el índice de Pielou, matorral tienen un valor de 0.80, mayor al bosque de *Polylepis*, lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto matorral como bosque de *Polylepis* tiene un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja biodiversidad. Para la localidad, según Shannon-Wiener todos los puntos poseen valores menores a 2, lo que indica una diversidad baja; según Pielou, las localidades Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y Carretera a Cortaderas tiene un índice de 0.92, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, todas las localidades poseen valores menores a 2 lo que nos indica una biodiversidad baja. Para la Zona de Abastecimiento, por

formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') tanto pajonal andino como tolar, poseen un valor menor a 2 lo que nos indica baja diversidad; según el índice de Pielou, Pajonal andino y tolar poseen un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto pajonal andino como tolar tiene un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja biodiversidad. Para la localidad, según Shannon-Wiener todos los puntos poseen valores menores a 2, lo que indica una diversidad baja; según Pielou, las 3 localidades poseen valores cerca de 1, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, todas las localidades poseen valores menores a 2 lo que nos indica una biodiversidad baja.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de Polylepis, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Capillune y Sarallenne comparten mayor similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Calientes y cortaderas, tienen mayor número de especies compartidas, al igual que Capillune y Sarallenne, y Asana y campamento, las otras localidades mientras más se alejan del valor de 1, menor especies comparten. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre pajonal andino y tolar, en cuanto Jaccard nos indica que poseen algunas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita vizcachas y Titire comparten similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de vizcachas y titire, tienen mayor número de especies compartidas, la otra localidad se alejan del valor de 1, menor especies compartidas.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Hippocamelus antisensis* se encuentran como VU (vulnerable) en la IUCN, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo; en cuanto a *Vicugna vicugna* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Lama guanicoe* se encuentra como CR (peligro crítico) dentro del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país, las especies *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización, sin embargo estas mismas especies según la CITES se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice

figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Según la corrida de metales, se puede observar que el valor del mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fue de 0.6 mg/kg, de cadmio fue 0.06 mg/kg y el de plomo 0.46 mg/kg.

5.3. AVES

En la zona de operaciones se registró un total de 644 individuos de aves distribuidos en 31 especies, divididas en 14 familias; para la zona de abastecimiento se registró 164 individuos distribuidas en 23 especies y agrupadas en 11 familias.

Tomando en cuenta los resultados para la zona de operaciones, *Sicalis olivascens* fue la especie con mayor abundancia con el 31% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Metriopelia ceciliae* fue la especie con mayor abundancia con el 16% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, por cobertura vegetal, matorral posee mayor riqueza sobre bosque de Polylepis; por localidad el punto de Caracoles y Campamento (parte alta) poseen mayor riqueza sobre las otras localidades. Para la zona de abastecimiento, por cobertura vegetal, pajonal andino posee mayor riqueza que tolar; por localidad el punto de Huachunta tiene mayor riqueza sobre las otras localidades.

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') tanto Matorral como Bosque de Polylepis, poseen un valor entre 2 y 3 por lo que nos indica diversidad media; según el índice de Pielou, bosque de Polylepis tienen un valor de 0.80, mayor al matorral, lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto matorral como bosque de Polylepis tiene un valor mayor a 2 pero menor a 5, lo que nos indica biodiversidad media; para la localidad, según Shannon-Wiener cuatro de los nueve puntos (Capillune, Caracoles, Río Asana y Campamento) poseen valores mayor a 2 y menor a 3, lo que indica una diversidad media; según Pielou, las localidades Capillune y Calientes tiene un índice de 0.85, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, siete de las nueve localidades poseen valores mayores a 2 y menores a 5 lo que nos indica una biodiversidad media. Para la Zona de Abastecimiento, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') tanto pajonal andino como tolar, poseen un valor entre 2 y 3 lo que nos indica diversidad media; según el índice de Pielou, Pajonal andino y tolar poseen un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto pajonal andino como tolar tiene un valor entre 2 y 5 lo que nos indica biodiversidad media. Para la

localidad, según Shannon-Wiener el punto de Huachunta posee un valor de 2.57, lo que indica una diversidad media; según Pielou, las 3 localidades poseen valores cerca de 1, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, puente Bello y Huachunta poseen valores entre 2 y 5 lo que nos indica una biodiversidad media.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de Polylepis, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Capillune y Calientes comparten mayor similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Capillune y Río Asana, tienen mayor número de especies compartidas, al igual que Calientes y Carretera Conavias, las otras localidades mientras más se alejan del valor de 1, menor especies comparten. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay similitud entre pajonal andino y tolar, en cuanto Jaccard nos indica que poseen algunas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Huachunta y puente Bello comparten similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Huachunta y puente Bello, poseen pocas especies compartidas, la otra localidad se alejan del valor de 1, menor especies compartidas.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Falco peregrinus* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI y la especie *Rhea pennata* se encuentra en la misma categoría según la IUCN, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; sin embargo la misma especie *Rhea pennata* se encuentra como CR (peligro crítico) dentro del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país; según la CITES siete de las especies se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación; todas las demás especies se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización, sin embargo estas mismas especies

Según la corrida de metales, se puede observar que el valor del mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fue de 0.4 mg/kg, de cadmio fue 0.56 mg/kg y el de plomo 0.81 mg/kg.

5.4. REPTILES

En la zona de operaciones se registró un total de 7 individuos de anfibios distribuidos en 2 especies (*Rhinella spinulosa* y *Telmatobius peruvianus*), pertenecientes a dos familias diferentes y 26 individuos de reptiles distribuidos en 2 especies (*Philodryas tachymenoides* y *Liolaemus tacnae*), pertenecientes a 2 familias; para la zona de abastecimiento se registró 12 individuos pertenecientes a una sola especie (*Liolaemus annectens*) de la clase reptilia.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Liolaemus tacnae* fue la especie con mayor abundancia el 76% del total de individuos observados (25 individuos), en cuanto a la zona de abastecimiento se observó solo 1 especie.

Para la zona de operaciones, según la cobertura vegetal la mayor riqueza fue en el matorral con 4 especies, distribuidas en 4 familia, divididas en 2 órdenes y según la localidad la mayor riqueza fue Capillune con 3 especies, distribuidas en 3 familia, perteneciente a 1 sola orden; en la zona de abastecimiento, según la cobertura vegetal tanto pajonal como tolar cuentan con la misma riqueza 1 especies, distribuidas en 1 familia, perteneciente a 1 sola orden y según su localidad tanto Puente Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas poseen la misma riqueza 1 especie, distribuidas en 1 familia, perteneciente a 1 sola orden

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal del Matorral, cuenta con un índice de 0.94, lo que nos indica una biodiversidad baja según el índice de Shannon-Wiener; según el índice de Pielou tienen un índice de 0.68 lo que indica que no todas las especies son abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 0.93 lo que nos indica muy baja biodiversidad, en cuanto al Bosque de *Polylepis*, no se registra índices de diversidad. Para la localidad sólo Capillune posee índices de diversidad, según Shannon-Wiener, posee un índice de 0.97, lo que indica una biodiversidad baja; según Pielou, tiene un índice de 0.89, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, tiene un índice de 0.96 lo que nos indica una biodiversidad baja. Para la Zona de Abastecimiento, no se registró índices de diversidad ni para cobertura vegetal ni para la localidad.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de *Polylepis*, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Caracoles y Cortaderas poseen mayor similitud de especies entre ellos, al igual que Salviani, Carretera Conalvias y Sarallenque, y según Jaccard, Caracoles, Cortaderas, Salviani, Carretera Conalvias, Sarallenque y Campamento tienen mayor número de especies compartidas, las otras localidades mientras más se alejan del índice 1 menor especies comparten. En cuanto a la zona

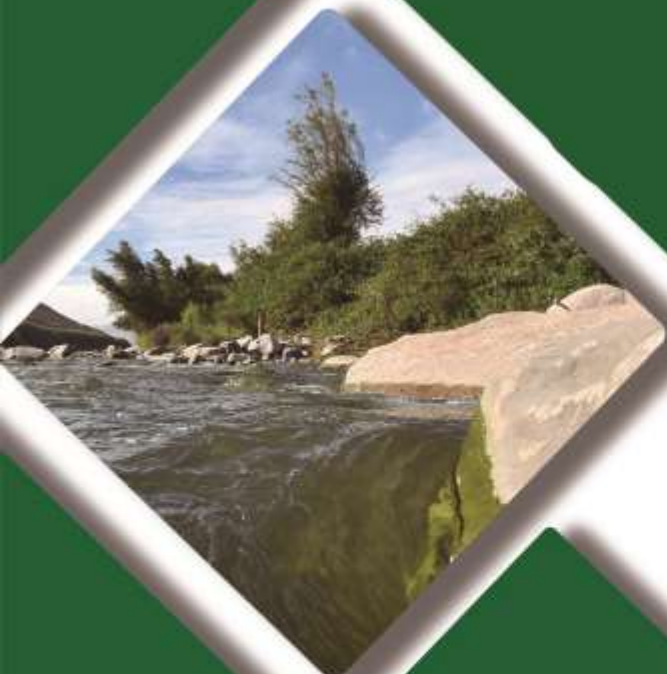
de abastecimiento, no se detecta índices de similitud, ni por cobertura vegetal ni por localidad, ya que solo se registró 1 sola especie.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Telmatobius peruvianus* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo, esto aplica también a la especie *Liolaemus tacnae* que se encuentra como vulnerable solo en el D.S. N° 043-2006-AG; en cuanto a *Rhinella spinulosa* se encuentran en la categoría de LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría *preocupación menor* de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.

Según la corrida de metales, se puede observar que los valores de mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fueron 0.6 y 0.8 mg/kg, el de plomo 0.55 y 0.59 mg/kg y el cadmio 0.10 mg/kg para ambas muestras.

INFORME DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP 7-ÉPOCA SECA DE LOS COMPONENTES DE AGUA, AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES, SUELO

ÉPOCA SECA



Elaborado por:



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza

Febrero, 2020

INDICE

1. GENERALIDADES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	14
4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo	14
4.1.2. Determinación de los Caudales	16
4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	19
4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	32
4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	117
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire	118
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio	119
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	120
5. CONCLUSIONES	152
6. RECOMENDACIONES	152
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152

PRESENTACION DE RESULTADOS DE SEPTIMA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP-7 EPOCA SECA AGUA SUPERFICIAL, AIRE, RUIDO, VIBRACIONES Y SUELO - ZONA DE ABASTECIMIENTO, ZONA DE OPERACIONES, MOQUEGUA E ILO

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N° 7 y 10 establecidos en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco.

Desde el año 2013 hasta la fecha se han desarrollado 7 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP-1

Realizado en diciembre del 2013, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial y subterránea. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 1 sugerido por el Comité (AS-5). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época seca del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en febrero del 2014.

MAP-2

Realizado en Marzo - Abril del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial. Se monitorearon 15 estaciones de monitoreo en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, QU-1, P-10, AS-2, QUEL-1, QL-1, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2), 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 de agua subterránea (ALX-1, ALX-2) y 2 manantiales (El común y el Totoral). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de operaciones en época húmeda en ausencia de lluvias del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de este componente fue aprobado por el Comité en julio del 2014.

MAP-3

¹ “Mesa de Diálogo para analizar la Problemática Minera del Departamento de Moquegua”, el mismo que fue conformado en mérito a lo dispuesto por la Resolución Ministerial Nro. 066-2012-PCM y su modificatoria Resolución Ministerial Nro. 142-2012-PCM. Dicho grupo de trabajo concluyó con veintiséis (26) acuerdos referidos al Proyecto Quellaveco, entre ellos la conformación de un Comité de Monitoreo Participativo quien se encargaría de realizar el monitoreo de agua superficial y agua subterránea desde el Río Ilo hasta el Río Asana.

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época Seca realizado en noviembre – diciembre del 2014, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época seca, suelo, aire e hidrobiología, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 puntos de monitoreo de suelo (MQAD-01, MQ7-A, MQAADQ3, MCORALT01 que reemplazo MQ8A y Q5AA, MQ3A, MQ6A); 7 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-HUA-01). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época secas, calidad de aire, calidad de suelo e hidrobiológicos del Proyecto Quellaveco. El Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

Época Húmeda realizado en abril mayo del 2015, tuvo como primer objetivo realizar el monitoreo de agua superficial en el área de abastecimiento de agua época húmeda, aire ruido y vibraciones, se monitorearon 11 estaciones de monitoreo de agua superficial del Proyecto Quellaveco área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 1 estación adicional de agua superficial sugerido por el Comité (PAJAD-1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7); 6 estaciones de monitoreo de ruido y vibraciones (R-5, R-dV01, R-4, R-8, R-10 y R-11). El segundo objetivo fue validar la línea base ambiental de agua superficial área de abastecimiento en época seca, calidad de aire época seca, ruido y vibraciones del Proyecto Quellaveco. EL Informe de Validación de estos componentes fue aprobado por el Comité en agosto del 2015.

MAP-4

Realizado en dos épocas: época seca y húmeda.

Época seca: Realizado entre el 10 al 13 de setiembre del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones, abastecimiento, Moquegua e Ilo en época seca, así como de la calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7)

Época Húmeda: Realizado entre el 13 al 19 de abril del 2016, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el área de operaciones y abastecimiento en época húmeda, calidad de aire. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial área de abastecimiento (TIT-1, CHB-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, CHR-1), 4 estaciones de monitoreo de agua superficial área de operaciones (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), Ruido y Vibraciones en 3 estaciones RA-4, RA-5 y RA-7

MAP-5

Realizado en época húmeda y seca.

Época Húmeda: Realizado entre el 15 al 21 de marzo del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época húmeda, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 6 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 5 estaciones de calidad de aire (KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

Época Seca: Realizado entre el 15 al 21 de setiembre del 2017, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época seca, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20), 09 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (AS-01, ALT-04, P-10, P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 4 estaciones de calidad de aire (KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01).

MAP-6

Realizado en época seca Octubre del 2018, tuvo como objetivo realizar el monitoreo de la calidad ambiental de agua superficial, aire, ruido, vibraciones, suelo así como el monitoreo Hidrobiológico. Se monitorearon 28 estaciones de monitoreo 11 de alta montaña (PGB-01, VIZ-01, VIZ-02, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-8) y 12 en el área de operaciones del Proyecto Quellaveco (AS-1, ALT-4, P-11, AS-4, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-3, CORT-1, CAP-1, CAP-2) , 4 en Moquegua e Ilo pertenecientes a la red de monitoreo del ANA (13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1) y 1 adicional MQ-3. Se monitoreo 7 estaciones de calidad de aire en la zona de alta montaña, operaciones y centros poblados de Tala, San Antonio, Calientes y Coscore (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10). Se monitorearon 17 estaciones de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operación. Se monitorearon 6 estaciones de ruido ambiental ubicados en Moquegua, zona de operaciones y zona de alta montaña (R-4, R-5, R-7B, R-7C, R-10 y R-11).

Estudio de Impacto Ambiental y sus Modificatorias

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Quellaveco, perteneciente a la empresa Anglo American Quellaveco S.A. (en adelante AAQ SA) fue aprobado el 19 de diciembre del 2000, por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante Resolución Directoral N° 266-2000-EM/DGAA.

El 3 de octubre del 2008, se presentó una primera modificatoria del EIA, con cambios relacionados a la ubicación y tamaño de la planta concentradora y el sistema de abastecimiento de agua para la mina. Esta modificatoria del EIA fue aprobada por el MINEM el 23 de abril del 2010.

El 30 de marzo del 2010 fue presentada una segunda modificatoria del EIA la cual realizaba el cambio de la Ruta de Transporte de Concentrados, Líneas de Transmisión Eléctrica e Instalaciones Portuarias la cual fue aprobada por el MINEM el 14 de noviembre de 2010.

La tercera Modificatoria del EIA aprobada el 2012, presenta la Optimización del Diseño y Operación de la Presa Vizcachas.

La Cuarta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Quellaveco - Ampliación de la Capacidad de la Planta Concentradora, aprobada en agosto del 2015.

2. MAP-7

Realizado en época húmeda y seca.

Época Húmeda: Realizado entre en marzo del 2019, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época húmeda, calidad de aire y monitoreo Hidrobiológico. Se han monitoreado 11 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, CHL-4, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01), 9 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, QCH, CORT-1, CAP-1 y CAP-2), 5 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, MQ-3, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 7 estaciones de calidad de aire (KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01); 21 estaciones de monitoreo de suelo.

Época Seca: Realizado en setiembre - octubre del 2019, ha tenido como objetivo el monitoreo y seguimiento a la calidad del agua superficial en el zona de operaciones, Moquegua e Ilo y zona alta montaña (abastecimiento) en época seca, calidad de aire, monitoreo Hidrobiológico, ruido y vibraciones. Se han monitoreado 10 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de alta montaña (TIT-1, VIZ-1, VIZ-2, CHL-8, PGB-1, HAS-3, HAS-2, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01), 09 estaciones de monitoreo de agua superficial zona de operaciones (AS-01, ALT-04, P-10, P-11, P-01, AS-4, P-12, CH-3, CAP-2), 4 estaciones de monitoreo del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1); 4 estaciones de calidad de aire (KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7), 4 estaciones de monitoreo hidrobiológico (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-CHA-02, QL-TUM-01). 6 estaciones de ruido y vibraciones (R-8, R-4, R-7C, R-10, R-11, R-5).

MAPs

Desde Noviembre del 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco, han trabajado con Pronaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza en el diseño, planificación, ejecución y comunicación de los MAPs realizados. En el marco de esta asistencia técnica se desarrolla el presente Informe de resultados de la séptima campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-7) – época seca - Agua superficial en la zona de abastecimiento (alta montaña), operaciones, Moquegua e Ilo, calidad de aire, ruido ambiental, vibraciones, suelo, sedimentos, así como de monitoreo hidrobiológico.

Zona de Abastecimiento

La zona de abastecimiento (alta montaña) está comprendida por la zona donde se instalará un sistema para la captación y abastecimiento de agua para las operaciones del proyecto minero. La infraestructura proyectada del sistema de abastecimiento de agua, consta de una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse en el río Vizcachas, un tanque de regulación en el cerro Pelluta y desde éste, una tubería para el transporte de agua por gravedad hasta la mina.

Zona de Operaciones

La zona de operaciones del proyecto Quellaveco comprende la zona donde se instalarán los componentes de infraestructura tales como el tajo abierto, depósito de desmontes, túnel Asana, chancador primario, planta concentradora y depósito de relaves, se ubican en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. El proyecto minero consiste de una mina de cobre con explotación a tajo abierto, considera la explotación del yacimiento de cobre y el procesamiento para producir concentrado de cobre y su embarque para exportación.

Zona de Moquegua e Ilo

La Zona de Moquegua e Ilo corresponde a la parte baja del valle donde se evalúa la calidad del agua superficial en lugares bajo la influencia de la ciudad de Moquegua, actividades en el valle del río Moquegua y se verifica la calidad del agua que llega a la ciudad de Ilo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Séptima Campaña de MAP-7 época seca

3.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo época seca.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire época seca.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones época seca.
- Interpretar los resultados de parámetros medidos en la Séptima Campaña de Monitoreo de suelo y sedimentos

4. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de abastecimiento

En el MAP-7 época seca, se monitorearon 11 puntos de monitoreo de agua superficial, los puntos PGB-1, VIZ-1, VIZ-2, HAS-2, HAS-3, HUA-20, QLVIZ-8, QLCHR-01, CHL-4, CHL-8, TIT-1, como se observa en la tabla 01.

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP-7 ES

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84		Descripción de la Estación de Muestreo
		Este	Norte	
HUA-20	28/10/2019	355558	8158634	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas.
QLCHR-01	28/10/2019	357870	8159562	Ubicado en el Río Chincune.
QLVIZ-8	28/10/2019	359080	8157053	Ubicado en el Río Chincune.
HAS-02	02/11/2019	354919	8150186	Quebrada sin nombre en Pampa Huachunta, antes de la descarga de la quebrada Jovinto
HAS-03	02/11/2019	358376	8149771	Quebrada Vilaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalso - embalse Pasto Grande
CHL-08	03/11/2019	349337	8157950	Río Chilota, aguas debajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya
VIZ-1	03/11/2019	350143	8161248	Río Vizcachas antes de confluencia con río Chilota
VIZ-2	03/11/2019	349836	8161271	Río Vizcachas después de la confluencia con el río Chilota
TIT-1	03/11/2019	352239	8169941	Río Titire, 2000 metros después del pueblo del mismo nombre
PGB-1	03/11/2019	368765	8150825	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande
CHL-04	03/11/2019	349048	8151934	Río Chilota, antes de la confluencia con el río Saltiajahuira

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo

En el MAP-6 época seca, se monitorearon 17 estaciones de monitoreo de agua superficial (ALT -04, AS- 01, P-11, AS-04, P-12, P-01, P-10, QCH, CH-03, CORT-1 sin agua, CAP-01, CAP-02, CAP-03, COS-1, COS-2, COS-3, COS-4), 9 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (TUM-3, TUM-4, COC-1, 13172RTUM1, MQ-3, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2, 13172Rosmo1 e ILO-1) como se observa en la tabla 02.

**Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo
MAP-7 ES**

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84		Descripción de la Estación de Muestreo
		Este	Norte	
ALT-4	27/10/2019	330645	8107397	Río Altarani, aguas arriba del área del Proyecto
AS-1	26/10/2019	331045	8107820	Aguas arriba del área del proyecto
P-11	26/10/2019	329803	8107688	Río Asana, aguas arriba de la confluencia con el río Millune
P-1	25/10/2019	329578	8108793	Río Millune
AS-04	25/10/2019	328934	8108131	Río Asana, confluencia río Asana y Millune
P-10	25/10/2019	328851	8109515	Quebrada Sarallenque
P-12	26/10/2019	323118	8108112	Río Asana, debajo de la salida del túnel
AS-3	01/11/2019	319613	8107940	Río Asana
COS-1	30/10/2019	319102	8107878	Unión del río Asana y Charaque
COS-3	30/10/2019	316305	8107460	Punto referencial, 690 m aguas arriba del punto
COS-2	31/10/2019	311069	8106045	Río Coscore, a 670 m aguas abajo del cementerio de Coscore bajo
COS-4	31/10/2019	312406	8106229	Punto referencial, 1.2 km aguas abajo del punto
Q-CH	24/10/2019	325307	8111144	Aguas arriba de la bocatoma del canal de irrigación de la comunidad de TALA, antes del puente de la carretera hacia el Proyecto Quellaveco
CH-3	24/10/2019	321998	8109036	Río Charaque, aguas arriba del cruce con el Río Asana
CAP-1	27/10/2019	326840	8102473	Río Capillune
CAP-2	01/11/2019	313843	8104495	Río Capillune aguas abajo del Río Capillune del área del proyecto
CAP-3	01/11/2019	310255	8105918	Cauce del río Capillune a 850 m del punto
TUM-3	31/10/2019	308705	8106585	Tumilaca, aguas abajo del CAP-3 y de la unión de este con el COS-2
TUM-4	31/10/2019	304585	8105304	Puente Tumilaca
COC-1	02/11/2019	304338	8106257	Cocotea, 1 km antes del encuentro con el TUM-4 en el puente Montalvo
13272-RTUMI	29/10/2019	300020	8100959	Río Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84		Descripción de la Estación de Muestreo
		Este	Norte	
MQ-3	29/10/2019	291527	8098256	Río Moquegua
13272-MOQUE1	29/10/2019	290125	8095445	Río Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13272-MOQUE2	29/10/2019	286441	8079848	Río Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle
13272-OSMO1	29/10/2019	266686	8057260	Río Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS
ILO-1	29/10/2019	252028	8049904	A 500 m aproximadamente de puente Algarrobal

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP-7 época seca, se monitorearon 07 estaciones de monitoreo de aire los puntos KPA3, KPA4, KPA5, KPA7, KPA8, KPA9, KPA10 como se observa en la tabla 03.

Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP-7 ES

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
KPA3	3300218	8107538	Cerro Samanape
KPA4	321194	8109045	Tala punto ubicado al este de la chancadora
KPA5	324756	8096506	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves
KPA7	293071	8096452	Centro poblado San Antonio
KPA8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA10	355530	8159651	Vizcachas.

Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones

En el MAP-7 época seca, se monitorearon 07 estaciones de ruido ambiental los puntos R-4, R-5, R-8, R-7C, R-10, R-11, como se observa en la tabla 04.

Tabla 04. Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental y Vibraciones del MAP-7 ES

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Correspondiente a viviendas en el poblado de San Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua.
R-5	295922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca del poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes.
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota.
R-11	356132	8150668	Huachuanta.

Monitoreo de Calidad de Calidad de Suelo

En el MAP-7 época seca, se monitorearon 35 estaciones de monitoreo de calidad de suelo en zonas cercanas a la zona de operaciones del proyecto, como se observa en la tabla 05.

Tabla 05. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Suelo del MAP-7 ES

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Muestreo
		Este	Norte	
QU-41	05/04/2019	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	05/04/2019	318952	8103832	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-57	06/04/2019	322590	8100607	Operaciones. Zona Pampa Tolar
QU-59	06/04/2019	321542	8101140	Cerro Caracoles. Zona Pampa Tolar
QU-82	06/04/2019	318738	8099943	Operaciones. Zona Pampa Tolar
QU-103	05/04/2019	312702	8101946	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes
QU-109	05/04/2019	314088	8098700	Capillune
QU-165	05/04/2019	315276	8097229	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109
QU-4	05/04/2019	326755	8111354	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte
QU-11	05/04/2019	328307	8110612	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento
QU-101	06/04/2019	317135	8096407	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.
QU-166	08/04/2019	319273	8092715	Cerca al acceso de la carretera vía Toquepala, margen derecha quebrada Cortadera.
QU-167	06/04/2019	322070	8096421	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.
QU-201	05/04/2019	326755	8111354	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte
QU-201	27/10/2019	8111354	326755	A 900 km de Q. Charaque carretera a mina norte
QU-11	27/10/2019	328307	8110612	En mina norte, a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	27/10/2019	329669	8108452	A 250 m de Q. Millune
QU-41	31/10/2019	320942	8104395	A 300m de Q. Salviani
QU-10	30/10/2019	328813	8107402	Mina Sur, a 500 m del mirador Barreda
QU-18	30/10/2019	327137	8107187	Mina Sur en la Q. Quellaveco a 200 m de la carretera
QU-36	31/10/2019	321073	8106169	Cerro Caracoles
QU-32	31/10/2019	322720	8106672	Cerro Caracoles, a 1km aprox. de la poza C-4
QU-28	31/10/2019	323766	8107543	Cerro Caracoles, a 1km aprox. de la poza C-4, cercano a antena de alta tensión
QU-101	10/11/2019	317135	8096407	Q. Cortadera, a 40 m del estacionamiento
QU-109	03/11/2019	314088	8098700	Capillune
QU-165	03/11/2019	315276	8097229	Área de operaciones, a 2 km del punto QU-109

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Muestreo
		Este	Norte	
QU-44	03/11/2019	318952	8103832	Q. Salviani, a 350 m de encuentro con quebrada Papujune
QU-169	01/11/2019	315372	8104024	A 900 m. poblado Calientes
QU-103	03/11/2019	312702	8101946	A 80 m de la carretera de campamento Salviani
QU-59	10/11/2019	321542	8101140	Cerro Caracoles
QU-57	10/11/2019	322590	8100607	Cerro Caracoles
QU-82	10/11/2019	318738E	8099943	Cerro Caracoles
QU-166	10/11/2019	319273	8092715	Cerca al acceso de la carretera vía Toquepala, margen derecha quebrada cortadera
QU-215	01/11/2019	325674	8106333	Zona caracoles, a 400 m de la carretera de acceso a Poza C-4
QU-167	10/11/2019	322070	8096421	A 800 m de la Q. Los Chalsos hacia Cortadera

Desarrollo del monitoreo MAP-7 ES:

El monitoreo de calidad de agua, aire, suelo, ruido ambiental y vibraciones se realizó entre octubre y noviembre del 2019, donde participaron 90 personas entre representantes locales, representantes institucionales, estudiantes universitarios, comuneros y periodistas, personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB y miembros que pertenecen al Comité del MAP.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

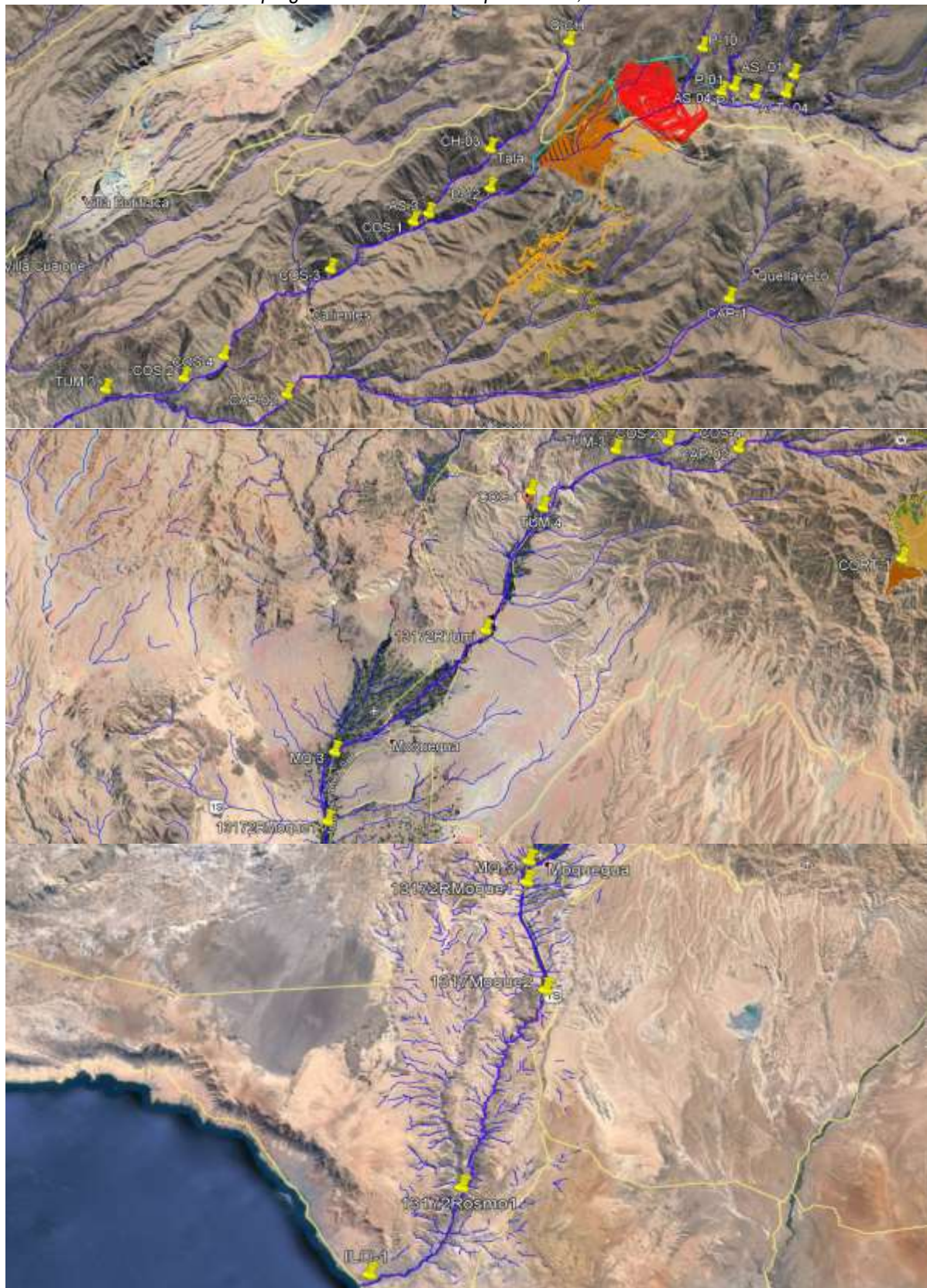
5.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

5.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de alta montaña del MAP-7 época seca, octubre 2019



Figura 02. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 época seca, octubre 2019



5.1.2. Determinación de los Caudales

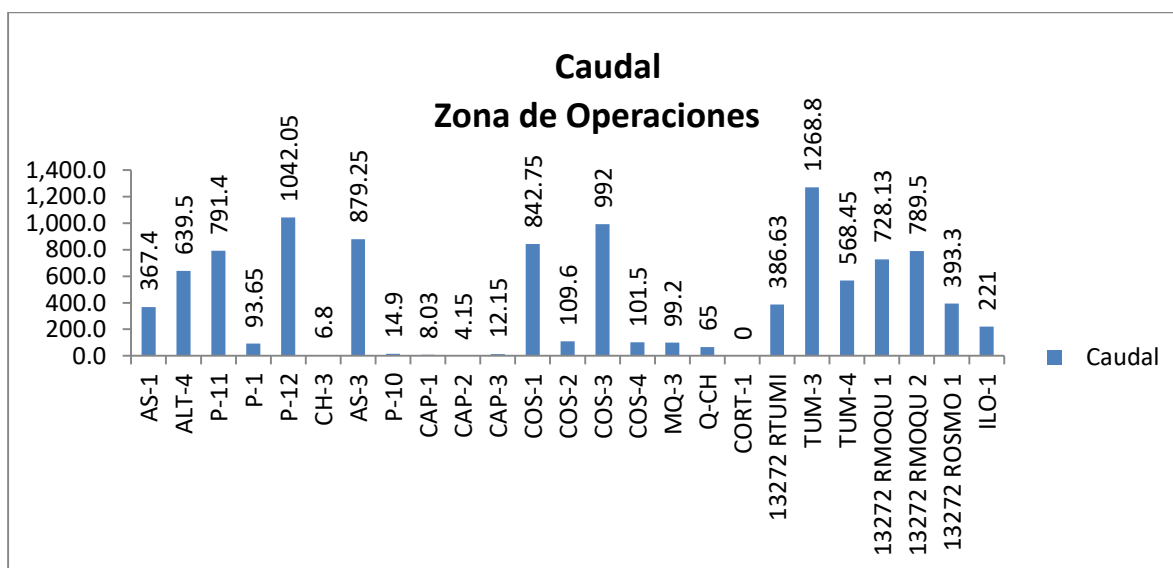
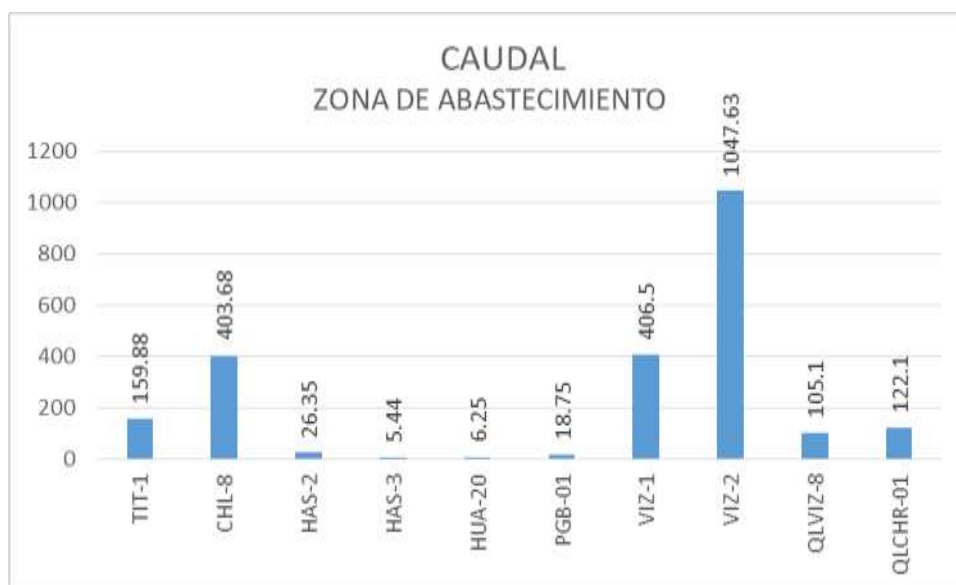


Gráfico 01. Caudales (L/s) medidos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

En la cuenca del Vizcachas la estación PGB-1 (18.75 L/s) cercana al embalse de Pasto Grande presenta valores dentro de lo esperado en los MAPs 3, 4, 5 y 6 (1.6 – 993.5 L/s), estos valores de caudal se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 105.1 L/s en la estación QLVIZ-8 y 406.5 L/s en la estación VIZ-1, al comparar los resultados del VIZ-2 (1407.63 L/s) con la validación de la línea de base ambiental (571 – 42800 L/s). La influencia del incremento entre la estación VIZ-1 y VIZ-2 se debe al ingreso de las aguas del río Chilota.

La cuenca del Chilota la estación CHL-8 (403.68 L/s) presenta un caudal que se encuentra debajo de lo esperado con la validación de la línea de base ambiental (438 – 5796 L/s). La estación de monitoreo CHL-4, no presenta caudal de agua.

La cuenca del Titire presenta valor de caudal de 159.88 L/s en la estación TIT-1, al comparar el resultado con la validación de la línea de base ambiental se observa que este valor se encuentra dentro de lo esperado para la seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29.3 – 70618 L/s).

La cuenca del río Calasaya, las estaciones de monitoreo HAS-2 (26.35 L/s), HAS-3 (5.44 L/s) presentan valores de caudal similares a los obtenidos en los MAP-3, 4, 5 y 6 HAS-2 (21.2 -61.6 L/s), HAS-3 (4.8 – 1024.7 L/s), el caudal en la estación HUA-20 (6.25 L/s) el valor fue menor a lo encontrado en los MAP-3, 4, 5 y 6 (15.9 – 86.5 L/s).

En la cuenca del río Chincune la estación QLCHR-01 (122.1 L/s) presenta caudal inferior al MAP-6 ES (221.8 L/s), este será usado como comparación para monitoreos posteriores.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (639.5 L/s) presenta valores similares de caudal con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (169.72 – 1644.75 L/s) corresponde a época seca. La cuenca del río Asana en la estación AS-1 (367 L/s) presenta valores que se encuentran dentro de la línea base (211 – 2186.3 L/s). Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-11 (791.4 L/s), con la línea de base ambiental se observa un valor dentro de lo esperado (321.9 – 9014.8 L/s) el valor sugiere época seca. El caudal en la estación AS-04 (0 L/s) no presenta caudal, diferente a lo registrado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (480 – 854-3 L/s) esto indica época seca en el periodo de monitoreo. El caudal en la estación P-12 (1042.05 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (463 – 4380.5 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Millune estación P-01 (93.7 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (43.92 – 751.5 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo.

El caudal en la quebrada Sarallenque estación P-10 (14.9 L/s), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (6.0 – 165.1 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo.

El caudal del río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 6.8 L/s, este valor se encuentra por debajo de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (17,6 – 5968 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo. La estación Q-CH presenta un caudal de 65 similar a lo obtenido en el MAP-6 ES 85 L/s.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 no presentó caudal similar a lo reportado en el MAP-6 ES de 0.09 L/s será tomado como valor referencial para monitoreos posteriores.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 4.15 L/s, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (3.8 – 1330 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo. La estación CAP-1 presenta un caudal de 8.03 L/s que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (3 – 1330 L/s), el valor sugiere época seca en el periodo de monitoreo. El CAP-3 presenta un caudal de 12.15 L/s, este valor será utilizado en futuros monitoreos.

El río Coscore en la estación COS-1 presentó un caudal de 842.75 L/s, aguas abajo en la estación COS-3 presentó 992 L/s, el monitoreo del río 1 día después presentó en la estación COS-4 101.5 L/s y en la estación COS-2 109.6 L/s, estos valores de caudal son referenciales para la época seca, serán verificados en monitoreos posteriores.

El caudal del río Tumilaca en la estación TUM-3 presentó un caudal de 1268 L/s, en la estación TUM-4 presentó 568.45 L/s, estos valores serán comparados con monitoreos posteriores, en la estación 13172RTumi1 (386.63 L/s) está dentro de lo obtenido en el MAP 1,2, 4, 5 y 6 (232 – 707.8 L/s) corresponde a época seca. El río Cocotea en la estación COC-1 no presentó valor de caudal época seca.

El caudal del río Moquegua en la estación MQ-3 fue de 99.2 L/s superior a lo encontrado en el MAP-6 ES 28 L/s, en la estación 13172RMoqu1 (728.13 L/s) después de la captación de agua por la EPS es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4, 5 y 6 (92 - 1560 L/s) corresponde a época seca. El caudal del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (789.5 L/s) es superior a lo obtenido en el MAP 1,2, 4, 5 y 6 (185.5 – 699.6 L/s) corresponde a época seca.

El caudal del río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (393.3 L/s) es similar a lo obtenido en el MAP 1,2, 4, 5 y 6 (143.3 – 983 L/s) corresponde a época seca. El río Ilo en la estación Ilo-1 el caudal fue de 221 L/s, este valor será comparado con futuros monitoreos.

5.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 07. Resultados de Agua Superficial Zona de Abastecimiento

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TIT-1	CHL-8	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	QLCHR-01	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MI NAM)
			Unidad	03/11/2019	03/11/2019	11/02/2019	11/02/2019	28/10/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	28/10/2019	28/10/2019
Parámetros de Campo													
Caudal	---	L/s	159.88	403.68	26.35	5.44	6.25	18.75	406.5	1047.63	105.1	122.1	
Conductividad	1,7	µS/cm	9750	182	116.2	81.5	177.9	640	251	204	398	110.3	2500
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	5.61	6.62	6.15	5.82	5.88	6.28	7.11	6.91	6.63	6.44	≥ 4
pH (Campo)	---	Unidades pH	4.81	8.6	8.87	7.22	7.71	4.46	8.32	8.63	8.47	9.33	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	18.9	12.8	20.1	21.7	14.9	14.1	15.2	15.3	19.3	16.9	
Parámetros Físico Químicos													
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1.0	36.2	11.5	9.7	40.9	< 1.0	37.3	36.6	28	30.6	
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1.0	36.2	11.5	9.7	40.9	< 1.0	37.3	36.6	28	12.3	
Bicarbonatos	1,2	mg HCO ₃ /L	< 1.2	44.2	14.1	11.9	49.9	< 1.2	45.5	44.7	34.2	15	518
Carbonatos	0,6	mg CO ₃ /L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	11	
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	708.2	35.66	32.27	18.59	34.07	109	50.61	41.6	81.62	19.92	
Silicatos	0,006	mg/L	50.61	45.58	50.69	43.1	48	23.7	32.65	39.72	35.16	49.5	
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	6823	114	92	52	125	472	177	141	263	80	
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	94	9	< 3	16	< 3	< 3	< 3	4	< 3	< 3	-
Parámetros Inorgánicos No Metálicos													
Fósforo Reactivo Disuelto	0,01	mg/L	< 0.005	0.08	0.105	0.046	0.028	< 0.005	0.013	0.057	0.008	0.081	
Fósforo Total	0,01	mg P/L	0.468	0.101	0.169	0.296	0.039	< 0.010	0.042	0.086	< 0.010	0.121	
Cianuro Libre	0,001	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cianuro Wad	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Nitrógeno Amoniacal	0,005	mg NH ₃ -	6.005	0.045	0.144	0.166	0.086	0.746	0.045	0.057	0.04	0.206	

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TIT-1	CHL-8	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	QLCHR-01	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MI NAM)
			Unidad	03/11/2019	03/11/2019	11/02/2019	11/02/2019	28/10/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	28/10/2019	28/10/2019
		N/L											
Sulfuros	0,0004	mg S ₂ -/L	0.0077	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica													
Bromuro, Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cloruros, Cl-	0,02	mg/L	2691	19.59	0.538	0.512	9.422	75.95	20.19	18.82	37.81	2.998	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	1.085	0.158	0.086	0.077	0.197	0.397	0.158	0.153	0.184	0.122	1
Fosfatos	0.02	mg/L	< 0.020	< 0.020	0.098	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	
Nitratos	0,003	mg/L	0.472	< 0.003	0.032	< 0.003	0.012	0.047	0.01	0.005	< 0.003	< 0.003	
Nitritos	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos, SO ₄ -2	0,015	mg/L	1060	19.83	36.9	22.11	28.2	178.2	48.83	30.49	88.98	17.84	1000
Parámetros Orgánicos													
Aceites y Grasas	0.5	mg/L	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	5
MEH	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	3	< 2	2	< 2	< 2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	13	12	< 2	21	11	6	8	11	7	5	40
Detergentes Aniónicos	0,01	mg MBAS/L	< 0.002	< 0.002	0.004	0.018	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.2
Parámetros Microbiológicos													
Coliformes Fecales	1,8	NMP/10 OmL	< 1.8	49	4	34	23	2	33	17	49	49	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/10 OmL	< 1.8	700	490	940	130	110	70	490	79	330	
Metales													
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	
Metales Totales por ICP-MS													
Aluminio (Al)	0,0004	mg/L	40.72	0.422	0.029	0.156	0.055	5.962	0.113	0.322	0.043	0.059	5
Antimonio (Sb)	0,00001	mg/L	0.0032	0.0026	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0003	0.0016	< 0.0002	< 0.0002	
Arsénico (As)	0,00001	mg/L	0.5303	0.1409	0.0091	0.0029	0.005	0.0061	0.008	0.0893	0.0085	0.0076	0.1
Bario (Ba)	0,00001	mg/L	0.0698	0.0137	0.0172	0.0209	0.0208	0.0572	0.0328	0.0202	0.0294	0.0215	0.7
Berilio (Be)	0,00003	mg/L	0.0021	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0008	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.1

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TIT-1	CHL-8	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	QLCHR-01	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MI NAM)
			Unidad	03/11/2019	03/11/2019	11/02/2019	11/02/2019	28/10/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	28/10/2019	28/10/2019
Bismuto (Bi)	0.0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Boro (B)	0.002	mg/L	28.24	0.256	0.023	0.026	0.159	1.51	0.363	0.301	0.612	0.087	1
Cadmio (Cd)	0.0001	mg/L	0.02757	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	0.00285	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	0.01
Calcio (Ca)	0.100	mg/L	192.2	10.21	8.46	5	8.5	29.06	12.73	11.21	20.42	5.21	
Cobalto (Co)	0.0001	mg/L	0.1624	0.0005	< 0.0002	0.0009	0.0009	0.0255	0.0003	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	0.05
Cobre (Cu)	0.000	mg/L	1.46	0.003	< 0.0003	0.001	0.0022	0.0119	0.0017	0.0027	0.001	0.0006	0.2
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	0.0036	< 0.0007	< 0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.1
Estaño (Sn)	0.000	mg/L	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	
Estroncio (Sr)	0.00	mg/L	5.065	0.1545	0.0741	0.0538	0.0858	0.3105	0.1334	0.1464	0.2201	0.0511	
Fosforo (P)	0.015	mg/L	< 0.05	0.09	0.13	0.22	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.08	< 0.05	0.11	
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	12.59	1.136	0.112	2.865	0.612	1.058	0.571	1.541	0.187	0.488	5
Litio (Li)	0.0001	mg/L	5.461	0.0351	0.0017	0.0013	0.0068	0.3834	0.068	0.0463	0.1434	0.0069	2.5
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	55.41	2.469	2.707	1.48	3.121	8.854	4.571	3.305	7.438	1.677	
Manganeso (Mn)	0.0003	mg/L	3.549	0.1017	0.0031	0.0754	0.1601	1.777	0.0439	0.0855	0.0429	0.0227	0.2
Mercurio (Hg)	0.0003	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.001
Molibdeno (Mo)	0.0002	mg/L	0.0014	0.0032	0.0003	0.0003	0.0013	< 0.0002	0.0014	0.0022	0.0008	0.0017	
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	0.117	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	0.0014	0.0241	0.0007	0.0007	0.0006	< 0.0002	0.2
Plata (Ag)	3.00E-06	mg/L	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	
Plomo (Pb)	0.0002	mg/L	0.0004	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0071	< 0.0002	0.0008	< 0.0002	< 0.0002	0.05
Potasio (K)	0.04	mg/L	96.32	4.15	4.12	3.14	6.02	13.17	7.04	4.98	9.66	3.66	
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	0.0038	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.02
Silicio (Si)	0.2	mg/L	33.9	24.3	25.9	22.8	20.6	12.6	17.6	22	14.2	20.4	
Sodio (Na)	0.006	mg/L	1698	20.54	5.94	5.21	16.99	57.36	25.42	21.47	36.33	10.85	
Talio (Tl)	0.0002	mg/L	0.0021	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	< 0.0005	0.0281	< 0.0005	0.011	0.0042	< 0.0005	< 0.0005	0.0194	< 0.0005	< 0.0005	
Uranio (U)	3.00E-06	mg/L	0.0035	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TIT-1	CHL-8	HAS-2	HAS-3	HUA-20	PGB-01	VIZ-1	VIZ-2	QLVIZ-8	QLCHR-01	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MI NAM)
			Unidad	03/11/2019	03/11/2019	11/02/2019	11/02/2019	28/10/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	28/10/2019	
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	0.0013	0.0058	0.0059	0.0091	0.0028	0.0003	0.002	0.0045	0.0009	0.0017	
Zinc (Zn)	0.01	mg/L	1.641	0.017	< 0.008	< 0.008	0.02	0.359	6.144	0.133	< 0.008	< 0.008	2

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-12	AS-3	P-10	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
		Unidad	26/10/2019	27/10/2019	26/10/2019	25/10/2019	26/10/2019	01/11/2019	25/10/2019	D-1
Parámetros de Campo										
Caudal	---	m3/día	367	639.5	791.4	93.65	1042.05	879.25	1,494	
Conductividad	1,7	µS/cm	146.8	50.7	107.3	474.0	140.0	159.0	48.5	2500
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	7.69	7.41	7.21	6.3	7.04	7.62	6.77	≥ 4
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.4	7.75	8.13	4.39	7.57	7.74	8.05	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	10.3	11.7	13.5	17.3	15.9	13.8	16.1	
Parámetros Físico Químicos										
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO3/L	26.5	18.6	23.5	< 1.0	11.2	17	22.2	
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	26.5	18.6	23.5	< 1.0	11.2	17	22.2	
Bicarbonatos	1,2	mg HCO3/L	32.3	22.7	28.7	< 1.2	13.6	20.8	27.1	518
Carbonatos	0,6	mg CO3/L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	
Dureza Total	1,0	mg CaCO3/L	47.44	13.26	32.77	130.9	41.47	50.98	12.3	
Silicatos	0,002	mg/L	36.17	29.16	31.33	54.93	34.27	33.62	32.38	
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	75	44	< 3	< 3	102	106	< 3	
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	108	5	76	582	< 3	< 3	40	-
Parámetros Inorgánicos No Metálicos										
Fósforo Reactivo Disuelto	0,005	mg/L	0.023	0.024	0.028	< 0.005	0.007	< 0.005	0.029	
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.078	0.037	0.076	0.11	0.086	0.101	0.1	
Cianuro Libre	0,001	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	
Cianuro Total	0,001	mg CN /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cianuro Wad	0,001	mg CN /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Nitrógeno Amoniacal	0,005	mg/L	0.111	0.008	0.042	0.017	0.091	0.201	0.06	
Sulfuros	0,001	mg S2-/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica										
Bromuro, Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cloruros, Cl-	0,020	mg/L	0.286	0.755	0.543	0.973	0.567	2.114	0.796	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0.03	0.045	0.045	0.5	0.053	0.13	0.046	1
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	0.018	0.098	0.033	0.113	0.043	0.037	0.053	
Nitritos, (como N)	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	0.007	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos, SO4-2	0,015	mg/L	40.09	5.376	24.78	250.8	46.59	50.02	3.347	1000
Fosfatos	0.02	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	
Parámetros Orgánicos										

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-12	AS-3	P-10	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
		Unidad	26/10/2019	27/10/2019	26/10/2019	25/10/2019	26/10/2019	01/11/2019	25/10/2019	D-1
Aceites y Grasas	0,5	mg/L	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	11.2	< 0.100	< 0.100	5
MEH	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	< 2	5	< 2	< 2	3	9	< 2	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	0.01	< 0.002	0.02	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.2
Parámetros Microbiológicos										
Coliformes Fecales	1,8	NMP/10 OmL	< 1.8	4.5	2	< 1.8	2	< 1.8	7.8	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/10 OmL	140	790	700	4.5	330	110	33	
Metales										
Cromo Hexavalente	0,003	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.001	< 0.002	< 0.002	
Metales Totales por ICP-MS										
Plata (Ag)	0,0001	mg/L	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	
Aluminio (Al)	0,001	mg/L	0.049	0.041	0.08	17.91	1.674	1.696	0.157	5
Arsénico (As)	0,0003	mg/L	0.0014	0.001	0.0011	0.0009	0.0012	0.0012	0.0011	0.1
Boro (B)	0,0007	mg/L	0.048	0.026	0.03	0.048	0.033	0.038	0.046	1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.014	0.0066	0.011	0.0231	0.0132	0.0158	0.0105	0.7
Berilio (Be)	0,0004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0007	0.0002	0.0002	0.0002	0.1
Bismuto (Bi)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Calcio (Ca)	0,02	mg/L	14.44	3.94	9.87	38.18	12.25	15.18	3.07	
Cadmio (Cd)	0,0003	mg/L	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	0.01
Cobalto (Co)	0,0004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0029	0.0004	0.0005	0.0002	0.05
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	0.1
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	< 0.0003	0.001	0.0017	0.0108	0.0032	0.0054	0.002	0.2
Hierro (Fe)	0,0001	mg/L	0.285	0.12	0.249	0.694	0.362	0.365	0.244	5
Mercurio (Hg)	0,0001	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.001
Potasio (K)	0,0008	mg/L	2.31	1.91	2.17	3.88	2.47	2.47	2.95	
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.0021	< 0.0007	0.0014	0.0053	0.0019	0.0025	< 0.0007	2.5
Magnesio (Mg)	0,0004	mg/L	2.763	0.83	1.972	8.625	2.643	3.175	1.124	
Manganeso (Mn)	0,0002	mg/L	0.0095	0.0029	0.0081	0.4874	0.0593	0.1191	0.0083	0.2
Molibdeno (Mo)	0,0001	mg/L	< 0.0002	0.0003	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0024	< 0.0002	
Sodio (Na)	0,09	mg/L	9.21	4.6	7.18	13.14	7.75	8.8	3.71	
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	0.0019	0.0036	< 0.0002	0.0005	< 0.0002	0.2
Fosforo (P)	0,0004	mg/L	0.08	< 0.05	0.08	0.09	0.08	< 0.05	0.08	
Plomo (Pb)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0003	< 0.0002	0.05
Antimonio (Sb)	0,0001	mg/L	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0007	< 0.0002	

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-12	AS-3	P-10	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
		Unidad	26/10/2019	27/10/2019	26/10/2019	25/10/2019	26/10/2019	01/11/2019	25/10/2019	D-1
Selenio (Se)	0,00005	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.02
Silicio (Si)	0,02	mg/L	20.1	15.6	17.7	33.1	20.2	17.6	18.2	
Estaño (Sn)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Estroncio (Sr)	0,0001	mg/L	0.0973	0.0321	0.068	0.4278	0.1028	0.1155	0.0355	
Titanio (Ti)	0,001	mg/L	0.0024	< 0.0005	0.0022	0.0148	0.0052	0.0044	0.0072	
Talio (Tl)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Uranio (U)	0,00001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0026	0.0045	0.0036	0.0027	0.0036	0.0033	0.0048	
Zinc (Zn)	0,003	mg/L	< 0.008	< 0.008	< 0.008	0.041	< 0.008	< 0.008	< 0.008	2

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte II

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	CH-3	Q-CH	CAP-1	CAP-2	CAP-3	COS-1	COS-2	COS-3	COS-4	CORT-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
			24/10/2019	24/10/2019	27/10/2019	01/11/2019	01/11/2019	30/10/2019	31/10/2019	30/10/2019	31/10/2019	27/10/2019	D-1
Parámetros de Campo													
Caudal	---	L/s	6.8	65	8.03	4.15	12.15	842.75	109.6	992	101.5	---	
Conductividad	1,7	µS/cm	105.0	77.9	88.6	2170.0	3150.0	153.8	167	148.3	157.6	---	2500
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	7.51	7.31	6.52	6.28	7.46	7.71	7.88	7.02	8.1	---	≥ 4
pH (Campo)	---	Unidades pH	8.55	8.21	7.82	7.74	8.65	8.01	7.83	7.48	7.71	---	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	16.6	12.1	20	23.4	12.1	13.4	16.7	17.7	12.6	---	
Parámetros Físico Químicos													
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	28.4	23.7	31.5	151.1	160.8	14.3	23.1	15.6	18.4	---	
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	28.4	23.7	31.5	151.1	129	14.3	23.1	15.6	18.4	---	
Bicarbonatos	1,2	mg HCO ₃ /L	34.7	28.9	38.4	184.3	157.4	17.4	28.1	19.1	22.4	---	518
Carbonatos	0,6	mg CO ₃ /L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	19.1	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	---	
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	29.34	22.13	28.21	497.6	738.5	42.58	56.33	44.26	51.88	---	
Silicatos	0,02	mg/L	36.08	36.96	44.3	31.8	37.03	33.05	33.57	32.84	34.51	---	
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	< 3	< 3	70	1547	2091	114	128	86	123	---	
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	63	68	< 3	3	17	30	18	15	19	---	-
Parámetros Inorgánicos No Metálicos													
Fósforo Reactivo Disuelto	0,005	mg/L	0.052	0.025	0.076	0.038	0.078	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	---	
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0.12	0.09	0.109	0.119	0.122	0.073	0.101	0.069	0.092	---	
Cianuro Libre	0,001	mg/L	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	---	
Cianuro Total	0,001	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	---	0.1
Fenoles	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	
Nitrógeno Amoniacal	0,005	mg/L	< 0.006	0.006	< 0.006	0.119	0.131	0.049	0.219	0.057	0.164	---	
Sulfuros	0,001	mg S ₂ -/L	< 0.0004	0.0004	< 0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	---	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica													
Bromuro, Br-	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	
Cloruros, Cl-	0,020	mg/L	2.341	1.198	1.469	518.5	681.1	1.879	2.468	1.792	2.098	---	500
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0.091	0.067	0.092	1.178	2.012	0.129	0.133	0.134	0.131	---	1

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	CH-3	Q-CH	CAP-1	CAP-2	CAP-3	COS-1	COS-2	COS-3	COS-4	CORT-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
			Unidad	24/10/2019	24/10/2019	27/10/2019	01/11/2019	01/11/2019	30/10/2019	31/10/2019	30/10/2019	31/10/2019	27/10/2019
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	0.018	0.033	0.095	< 0.003	< 0.003	0.031	< 0.003	0.005	< 0.003	---	
Nitritos, (como N)	0,001	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	---	10
Sulfatos, SO4-2	0,015	mg/L	18.32	12.37	11.23	392.9	543.4	46.68	49.21	48.22	46.6	---	1000
Fosfatos	0,002	mg/L	0.057	0.025	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	---	
Parámetros Orgánicos													
Aceites y Grasas	0,5	mg/L	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	---	5
MEH	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	---	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	3	2	2	2	< 2	---	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O2/L	5	3	5	12	13	5	8	6	< 2	---	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS /L	< 0.002	0.008	0.016	0.03	0.012	0.005	< 0.002	0.021	< 0.002	---	0.2
Parámetros Microbiológicos													
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	< 1.8	< 1.8	49	2	33	4.5	33	< 1.8	33	---	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	790	330	1300	790	330	490	1100	330	2800	---	
Metales													
Cromo Hexavalente	0,003	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	---	
Metales Totales por ICP-MS													
Plata (Ag)	0,0001	mg/L	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	---	
Aluminio (Al)	0,001	mg/L	0.028	0.079	0.048	0.012	0.029	1.538	1.376	1.431	1.363	---	5
Arsénico (As)	0,003	mg/L	0.0014	0.001	0.0013	0.013	0.0275	0.0012	0.0015	0.0012	0.0012	---	0.1
Boro (B)	0,007	mg/L	0.038	0.016	0.047	4.586	6.566	0.039	0.052	0.04	0.044	---	1
Bario (Ba)	0,001	mg/L	0.0209	0.0151	0.0256	0.1399	0.1342	0.0147	0.0176	0.0143	0.0171	---	0.7
Berilio (Be)	0,0004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	0.1
Bismuto (Bi)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	
Calcio (Ca)	0,002	mg/L	7.7	5.83	7.38	165.7	247	12.5	16.9	13.2	15.41	---	
Cadmio (Cd)	0,0003	mg/L	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	---	0.01
Cobalto (Co)	0,0004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0006	< 0.0002	0.0004	0.0003	< 0.0002	0.0004	---	0.05
Cromo (Cr)	0,001	mg/L	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	0.0087	---	0.1
Cobre (Cu)	0,003	mg/L	0.0028	0.0019	0.0019	0.0012	0.0022	0.0036	0.0035	0.0043	0.0032	---	0.2
Hierro (Fe)	0,001	mg/L	0.026	0.08	0.033	0.456	0.375	0.255	0.326	0.292	0.303	---	5

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	CH-3	Q-CH	CAP-1	CAP-2	CAP-3	COS-1	COS-2	COS-3	COS-4	CORT-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)	
			Unidad	24/10/2019	24/10/2019	27/10/2019	01/11/2019	01/11/2019	30/10/2019	31/10/2019	30/10/2019	31/10/2019	27/10/2019	D-1
Mercurio (Hg)	0,0001	mg/L	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	---	0.001
Potasio (K)	0,008	mg/L	3.56	2.92	3.01	8.79	10.52	2.36	2.64	2.66	2.57	---	---	
Litio (Li)	0,001	mg/L	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	0.4732	0.7296	0.0019	0.0025	0.0019	0.002	---	---	2.5
Magnesio (Mg)	0,004	mg/L	2.454	1.838	2.375	20.38	29.56	2.76	3.432	2.743	3.255	---	---	
Manganeso (Mn)	0,0002	mg/L	0.001	0.0035	0.0044	0.4751	0.0838	0.0653	0.0508	0.0503	0.0547	---	---	0.2
Molibdeno (Mo)	0,0001	mg/L	0.0011	0.0007	0.0009	0.0049	0.0109	0.0009	0.0012	0.0011	0.0012	---	---	
Sodio (Na)	0,009	mg/L	6.21	5.17	6.25	272.2	370.7	9.14	9.76	8.46	8.93	---	---	
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0004	0.0004	0.0007	0.0005	0.0007	0.0043	---	---	0.2
Fosforo (P)	0,004	mg/L	0.11	0.08	0.1	0.07	0.1	0.07	< 0.05	0.07	< 0.05	---	---	
Plomo (Pb)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0003	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	---	0.05
Antimonio (Sb)	0,0001	mg/L	< 0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0007	0.0007	< 0.0002	0.0009	< 0.0002	0.0006	---	---	
Selenio (Se)	0,0005	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	---	---	0.02
Silicio (Si)	0,002	mg/L	14.9	16.1	12	16.3	19.3	17.1	19.8	17.5	19.5	---	---	
Estaño (Sn)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	---	
Estroncio (Sr)	0,0001	mg/L	0.0745	0.0613	0.0632	1.208	1.638	0.1055	0.1242	0.1028	0.1195	---	---	
Titanio (Ti)	0,0001	mg/L	< 0.0005	0.0033	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0038	0.0056	0.0048	0.0039	---	---	
Talio (Tl)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	---	
Uranio (U)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0019	0.0081	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	---	---	
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0039	0.004	0.0025	0.0014	0.0027	0.0033	0.0035	0.0037	0.0036	---	---	
Zinc (Zn)	0,003	mg/L	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	0.017	0.041	0.16	< 0.008	< 0.008	---	---	2


No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

Tabla 08. Resultados de Agua Superficial Zona de Operaciones, Moquegua e Ilo Parte III

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TUM-3	TUM-4	13272 RTUMI	MQ-3	13272 RMOQU 1	13272 RMOQU 2	13272 ROSMO 1	ILO-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
		Unidad	31/10/2019	31/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	D-1
Parámetros de Campo											
Caudal	---	L/s	1268.8	568.45	386.63	99.2	728.13	789.5	393.3	221	
Conductividad	1,7	µS/cm	221	266	410.0	850	929.0	2530.0	2540.0	3000.0	2500
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	7.26	7	8.36	9.87	8.43	9.24	9.16	9.59	≥ 4
pH (Campo)	---	Unidades pH	7.95	8.19	8.31	8.61	8.37	8.85	8.54	8.15	6.5 - 8.5
Temperatura	---	°C	20.3	23.3	16.4	24.4	25.8	27.4	27.2	23.1	
Parámetros Físico Químicos											
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	30.2	46	95.3	173.2	114.9	211.8	122.7	172.3	
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	30.2	46	95.3	151.6	114.9	211.8	122.7	172.3	
Bicarbonatos	1,2	mg HCO ₃ /L	36.9	56.1	116.3	185	140.2	258.4	149.7	210.2	518
Carbonatos	0,6	mg CO ₃ /L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	13	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	73.61	91.23	134.7	290.7	260.7	721.2	664.2	829.8	
Silicatos	0,00 2	mg/L	35.65	34.69	38.7	50.84	40.89	34.73	24.8	38.79	
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	155	173	256	595	568	1742	1633	2227	
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	14	14	< 3	< 3	17	6	< 3	5	-
Parámetros Inorgánicos No Metálicos											
Fósforo Reactivo Disuelto	0,00 5	mg/L	0.01	0.02	0.039	< 0.005	0.038	0.209	0.008	< 0.005	
Fósforo Total	0,01 2	mg P/L	0.102	0.075	0.069	< 0.010	0.091	0.35	< 0.010	< 0.010	
Cianuro Libre	0,00 1	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	
Cianuro Total	0,00 1	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cianuro Wad	0,00 1	mg CN ⁻ /L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
Fenoles	0,00 1	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Nitrógeno Amoniacal	0,00 5	mg/L	0.173	0.153	0.051	0.014	0.056	0.063	0.042	0.018	
Sulfuros	0,00 1	mg S ₂ ⁻ /L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica											
Bromuro, Br-	0,00 1	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Cloruros, Cl-	0,02 0	mg/L	10.55	12.75	19.27	68.66	97.42	408.9	449.9	550.3	500
Fluoruros, F-	0,00 2	mg/L	0.162	0.2	0.247	0.341	< 0.020	0.361	0.298	0.363	1
Nitratos, (como N)	0,00 3	mg/L	0.011	0.032	0.1	< 0.003	1.142	4.895	0.743	< 0.003	
Nitritos, (como N)	0,00 1	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.211	< 0.001	< 0.001	10
Sulfatos, SO ₄ -2	0,01 5	mg/L	58.48	62.84	83.36	175.8	201.5	546.3	546.8	612.9	1000
Fosfatos	0.02	mg/L	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020	

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo	TUM-3	TUM-4	13272 RTUMI	MQ-3	13272 RMOQU 1	13272 RMOQU 2	13272 ROSMO 1	ILO-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
			Unidad	31/10/2019	31/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019
Parámetros Orgánicos											
Aceites y Grasas	0,5	mg/L	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	172.3	5
MEH	1,4	mg/L	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	< 1.4	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	2	2	< 2	< 2	3	2	< 2	< 2	15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	4	8	4	< 2	7	31	16	9	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	0.01	< 0.002	< 0.002	0.012	< 0.002	0.088	0.039	0.05	0.2
Parámetros Microbiológicos											
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	13	13	33	140	79	23	13	110	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	790	1700	700	2200	2800	1700	700	2200	
Metales											
Cromo Hexavalente	0,003	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	
Metales Totales por ICP-MS											
Plata (Ag)	0,00001	mg/L	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	
Aluminio (Al)	0,001	mg/L	1.242	0.811	0.255	0.018	0.563	0.14	0.016	0.032	5
Arsénico (As)	0,0003	mg/L	0.0019	0.0034	0.0047	0.0052	0.0084	0.0082	0.0093	0.0076	0.1
Boro (B)	0,0007	mg/L	0.15	0.183	0.219	0.632	1.037	1.616	1.685	1.642	1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0.0211	0.0228	0.0385	0.0732	0.0753	0.0873	0.0753	0.0612	0.7
Berilio (Be)	0,00004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.1
Bismuto (Bi)	0,00001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Calcio (Ca)	0,02	mg/L	22.72	28.9	44.59	96.12	86.36	237	208.3	265.9	
Cadmio (Cd)	0,00003	mg/L	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010	0.01
Cobalto (Co)	0,00004	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0006	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.05
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	0.1
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	0.0039	0.0031	0.0023	0.0029	0.0023	0.0035	0.0017	0.0017	0.2
Hierro (Fe)	0,0001	mg/L	0.293	0.25	0.186	0.039	0.283	0.154	0.105	0.171	5
Mercurio (Hg)	0,00001	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.001
Potasio (K)	0,0008	mg/L	2.91	3.22	3.18	6.34	8	11.82	12.09	13.68	
Litio (Li)	0,0001	mg/L	0.011	0.0132	0.0147	0.0634	0.1768	0.1148	0.098	0.0576	2.5
Magnesio (Mg)	0,0004	mg/L	4.1	4.63	5.662	12.31	10.94	31.4	35.01	40.26	
Manganeso (Mn)	0,0002	mg/L	0.0535	0.0353	0.0921	0.0046	0.1346	0.0853	0.0984	0.1265	0.2
Molibdeno (Mo)	0,0001	mg/L	0.0015	0.0022	0.0034	0.0044	0.0021	0.0064	0.0065	0.0063	
Sodio (Na)	0,09	mg/L	15.24	18.68	23.22	54.93	75.23	227.1	247.9	265.4	
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	0.0004	0.0019	0.0006	0.0004	0.0003	0.2

Métodos	Límite de Detección	Estación de Muestreo Unidad	TUM-3	TUM-4	13272 RTUMI	MQ-3	13272 RMOQU 1	13272 RMOQU 2	13272 ROSMO 1	ILO-1	ECA - Cat 3 (D.S 004-2017.MINAM)
			31/10/2019	31/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019	29/10/2019
Fosforo (P)	0,004	mg/L	< 0.05	0.06	0.06	< 0.05	0.08	0.33	< 0.05	< 0.05	
Plomo (Pb)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0005	0.0007	< 0.0002	< 0.0002	0.05
Antimonio (Sb)	0,0001	mg/L	0.0006	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0008	0.0006	0.0007	
Selenio (Se)	0,00005	mg/L	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0.0046	< 0.0006	< 0.0006	0.02
Silicio (Si)	0,02	mg/L	18.8	18.6	16.4	18.8	16.5	13.5	10.2	13.1	
Estaño (Sn)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
Estroncio (Sr)	0,0001	mg/L	0.1539	0.1844	0.2747	0.6302	0.6515	1.867	1.793	1.83	
Titanio (Ti)	0,0001	mg/L	0.0043	0.0052	< 0.0005	< 0.0005	0.0092	0.0062	< 0.0005	< 0.0005	
Talio (Tl)	0,0001	mg/L	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0002	0.0002	< 0.0002	0.0002	
Uranio (U)	0,00001	mg/L	0.0004	0.0007	0.001	0.0019	0.0025	0.0148	0.009	0.0054	
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0.0035	0.0037	0.0026	0.0038	0.0052	0.0076	0.004	0.0027	
Zinc (Zn)	0,0003	mg/L	0.071	< 0.008	< 0.008	0.017	0.014	0.033	< 0.008	< 0.008	2

 No cumple ECA Agua Categoría 3 D-1

5.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

5.1.4.1. Temperatura

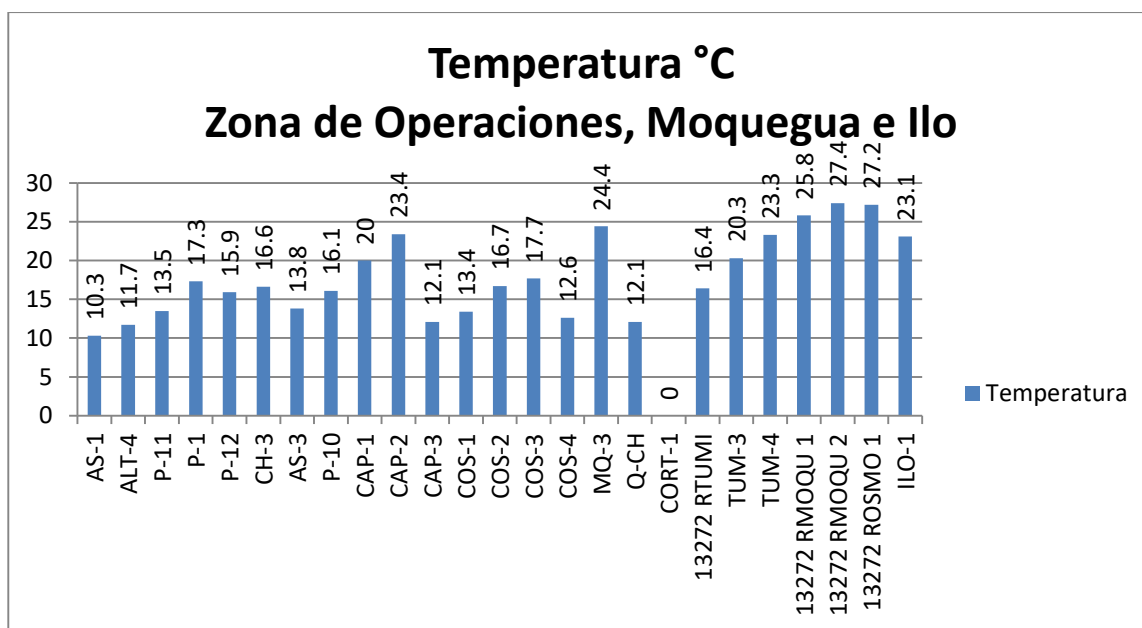
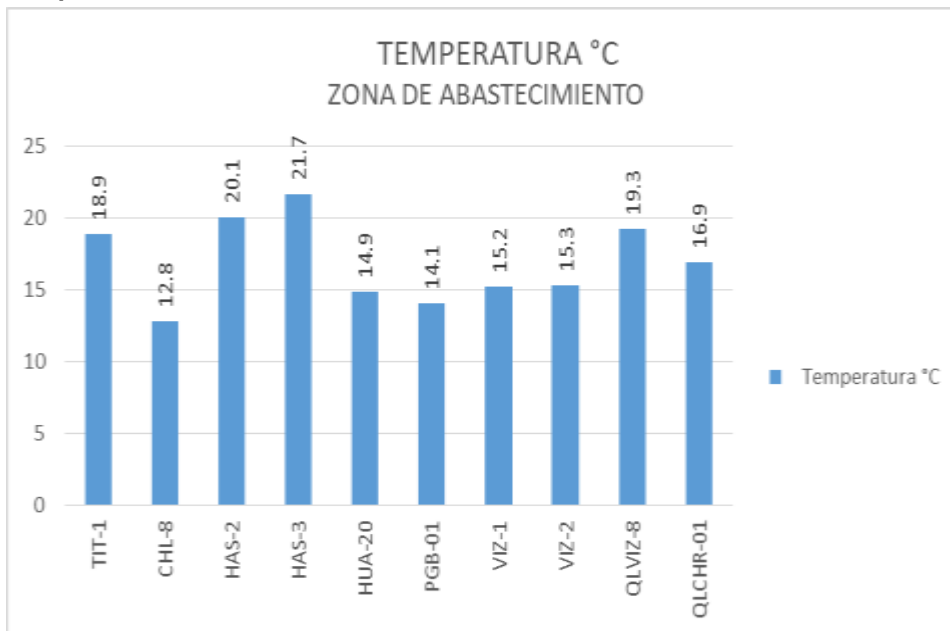


Gráfico 02. Variación espacial de la temperatura de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Nuestro Estándar Nacional de Calidad de Agua no fija un valor para este parámetro, este parámetro depende de la altura, la hora de muestreo, de las condiciones del tiempo, estación del año, entre otros. Se recomienda monitorear la temperatura como parámetro referencial, que permite explicar el comportamiento de otros parámetros.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas en las estaciones PGB-1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2 presentan temperaturas bajas que oscilan entre 14.1 a 19.3 °C, característicos de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire tiene un valor de 18.9 °C debido a la hora de toma de muestra, se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura. El valor de temperatura se encuentra en la esperado por la línea de base ambiental (5.72 y 33.23 °C).

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas bajas. El valor de temperatura en el CHL-8 12.8 °C se encuentra en la esperado por la línea de base ambiental (2.7 y 23.13 °C).

En el río Chincune, QLCHR-01, río Calasaya HUA-20, quebrada Vilaje HAS-3 y Pampa Huachunta HAS-2 los valores de temperatura oscilan entre 14.9 y 21.7 °C, propios de la altura.

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Altarani en la estación de monitoreo ALT-4 (11.7 °C) presenta valores similares de temperatura con los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (5.1 – 24.7 °C) corresponde a época seca.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo cercanas a la zona de operaciones AS-01, P-11, AS-4, P-12 y AS-3 estuvo entre 10.3 y 15.9 °C. Estos valores son los esperados para estas estaciones de monitoreo comparados con los de la Línea de Base Ambiental validados AS-01 (1.4 – 23.7 °C) P-11 (4.95 – 25.4 °C), AS-04 (7.7 – 11.2), P-12 (2.3 – 22.9).

La temperatura del agua en la quebrada Millune estación P-01 (17.3 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.45 – 25.2 °C), el valor sugiere época seca.

La temperatura del agua en la quebrada Sarallénque estación P-10 (16.1 °C), presenta un valor dentro de lo esperado en la validación de línea de base ambiental (4.93 – 25.4 °C), el valor sugiere época seca.

La temperatura del agua en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de 16.6 °C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (5.8 – 21.9 °C), el valor sugiere época de temperaturas de primavera. La estación Q-CH presento una temperatura de 12.1 similar a lo obtenido en el MAP-6 12 °C.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 no presento caudal por lo que no se midió la temperatura, en el MAP-6 la temperatura fue de 20 °C.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presentó una temperatura de 23.4 °C, este valor se encuentra dentro de lo establecido por la validación de línea de base ambiental para este punto (8.9 – 24.19 °C), el valor sugiere época de temperaturas de primavera. La estación CAP-1 presenta una temperatura de 20.0 °C que se encuentra dentro de la línea de base ambiental (6.8 – 23.7 °C), el valor sugiere época de temperaturas de primavera, en la estación CAP-3 la temperatura fue de 12.1 °C, este valor se tomará como referencial para monitoreos posteriores. Los valores altos en el CAP-1 y CAP-2 sugieren influencia de aguas de naturaleza subterránea.

En el río Coscore la temperatura en las estaciones COS-1, COS-2, COS-3 y COS-4 osciló entre 12.6 y 17.7 °C, se indica que la toma de muestra fue en días diferentes para COS-1, COS-4 y COS-2, COS-3.

La temperatura del río Tumulaca en las estaciones TUM-3 fue de 20.3 °C, para TUM-4 fue de 23.3 °C y en la estación 13172RTumi1 (16.4 °C) está dentro del rango obtenido en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (15.6 – 19.9 °C) corresponde a época de primavera.

La temperatura del agua en el río Moquegua en la estación MQ-3 fue 24.4 similar a lo obtenido en el MAP-6 ES (25.8 °C), en la estación 13172RMoqu1 (25.8 °C) después de la captación de agua por la EPS fue superior a lo obtenido en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (18.6 – 22.4 °C) corresponde a época de primavera. La temperatura del agua del río Moquegua en la estación 13172RMoqu2 (27.4 °C) fue superior a lo obtenido en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (23.3 – 26 °C) corresponde a época de primavera.

La temperatura del agua en el río Osmore en la estación 13172ROsmo1 (27.2 °C) está dentro de lo obtenido en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (21.2 – 27.2 °C) corresponde a época de primavera. En la estación de monitoreo llo-1 la temperatura fue de 23.1 °C, este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.2. Oxígeno Disuelto

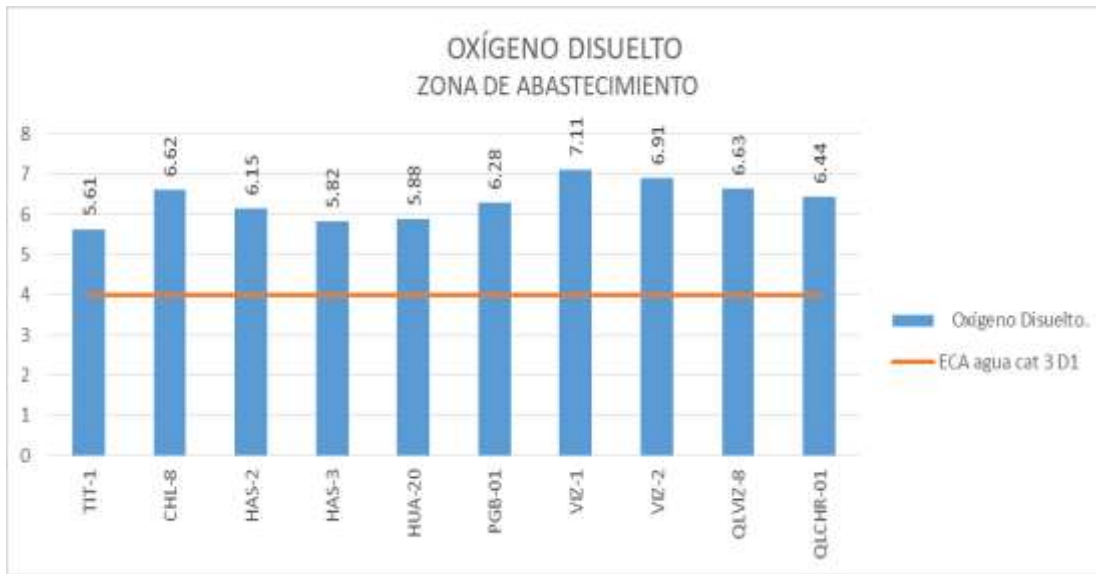


Gráfico 03. Variación espacial del oxígeno disuelto (mgO₂/L) de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El contenido de oxígeno disuelto en el agua es un parámetro importante para el mantenimiento de la vida acuática, los peces no pueden habitar en cuerpos de agua con menos de 5 mgO₂/L.

El ingreso de oxígeno en el agua es de la atmosfera hacia el agua, cuando el cuerpo de agua está en movimiento se favorece el ingreso más que cuando el agua está estancada o tiene poco movimiento, a nivel del mar y 20 °C la cantidad promedio de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural ventilado es aproximadamente 8.0 mgO₂/L. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales exige un valor mínimo 4 mg O₂/L y en el caso de bebida de animales, como mínimo 5 mg O₂/L. El contenido de oxígeno disuelto en el agua puede disminuir por presencia de materia orgánica, sustancias susceptibles de oxidación, entre otros parámetros.

Como se observa en el gráfico 03, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB1, QLVIZ-8, VIZ-1 y VIZ-2, río Chilota CHL-4, CHL-8, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del río Chincune QLCHR-01, río Calasaya HUA-20 y de las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valores medios de Oxígeno Disuelto 5,61 mg/L, probablemente debido a que el ingreso de sales provenientes de fuentes termales disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, así como la mayor presencia de hierro y otras especies reducidas en el agua consumen oxígeno disuelto, cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (3,5 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Altarani (ALT-04) y río Asana medido en las estaciones AS-01, P-11, AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque Q-CH y CH-3, esto puede deberse a la buena ventilación del agua y a la ausencia de material orgánico.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Capillune CAP-1 (6.52 mg/L) y CAP-2 (6,28 mg/L), presenta valores menores a las demás estaciones se detecta la influencia del gran contenido de sales provenientes de fuentes de aguas de origen geotermal. En la estación CAP-3 el contenido de oxígeno disuelto es adecuado y demuestra recuperación en relación al CAP-2.

El contenido de Oxígeno disuelto en el río Coscore COS-1 (7.71 mg/L), COS-2 (7.02 mg/L) y COS-3 (7.02 mg/L) los valores corresponden a aguas ventiladas y ausencia de materia orgánica.

El contenido de oxígeno disuelto en el río Tumicala estaciones TUM-3 (7.26 mg/L) y TUM-4 (7.0 mg/L), así como 13172RTum1 (8.36 mg/L) corresponde a aguas con buena ventilación.

El contenido de oxígeno disuelto en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8,43 mg/L), MQ-3 (9.87 mg/L), 13172RMoqu1 (8,43 mg/L), 13172RMoqu2 (9,24 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,16 mg/L), se observa un incremento del contenido de oxígeno probablemente debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle. Situación similar fue observada en los MAPs 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi (7.53 – 8.3 mg/L), 13172RMoque1 (8.22 – 9.27 mg/L), 13172RMoqu2 (7.87 – 10.46 mg/L), 13172Rosmo1 (8.36 – 10.18 mg/L) y en el MAP-6 para la estación MQ-3 11 mg/L.

5.1.4.3. Potencial de Hidrógeno – pH

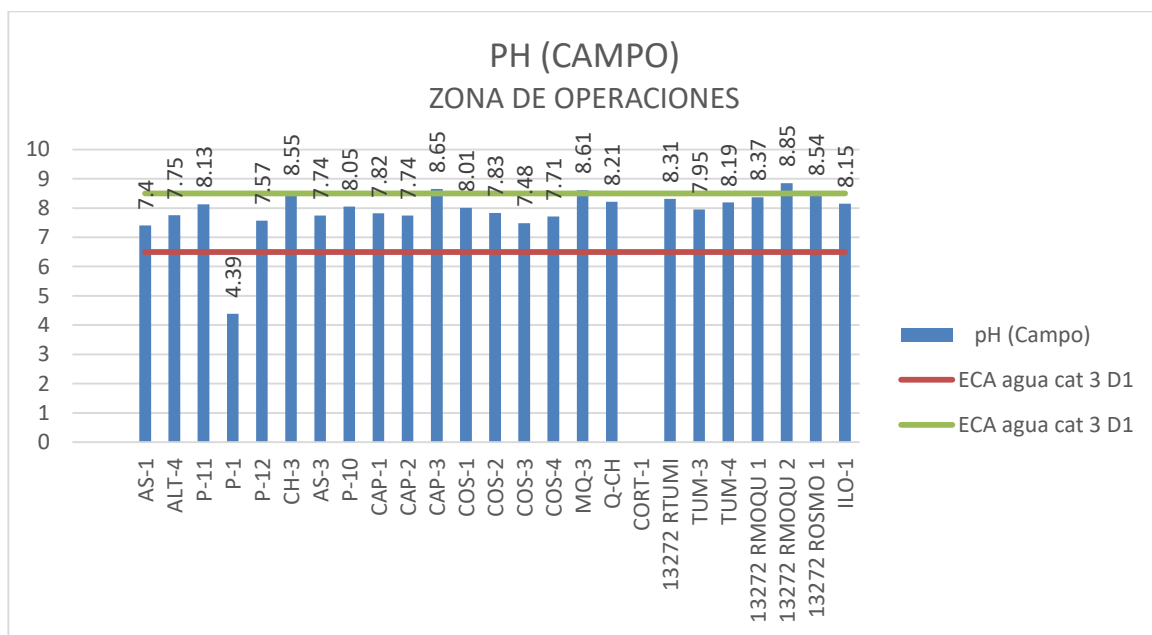
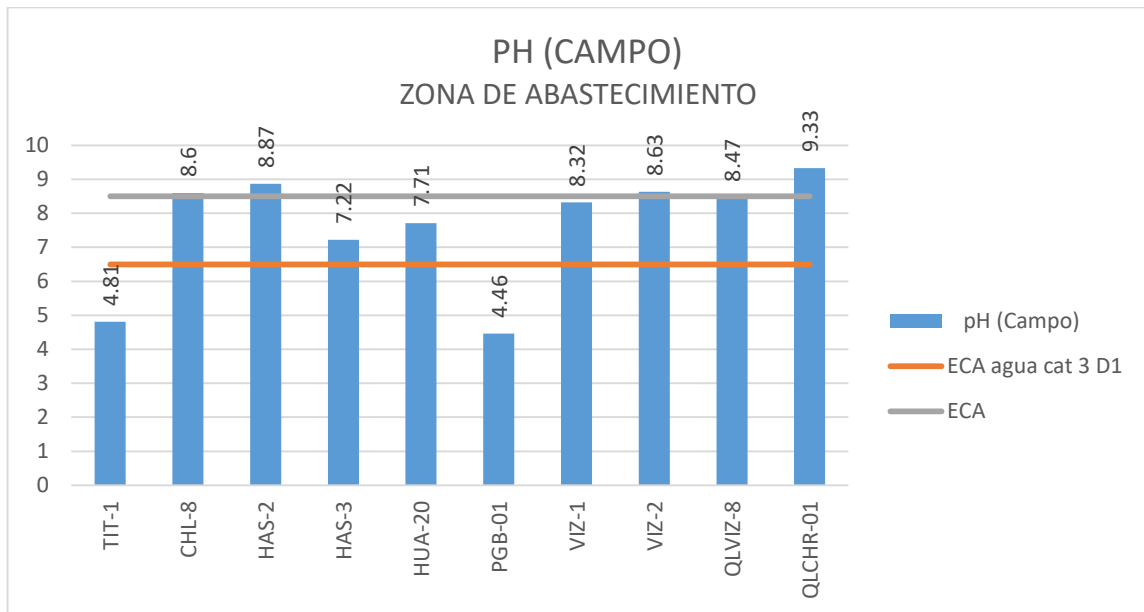


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El pH del agua es un parámetro monitoreado en campo que nos indica la presencia de iones hidronio en el agua, su rango va entre 0 a 14; las aguas naturales dependiendo de su contenido de sales disueltas pueden ser ligeramente ácidas o alcalinas. El ECA para agua Categoría 3 nos sugiere que el pH de agua naturales, debe ser como mínimo 6.5 y como máximo 8.5. El pH del agua se relaciona con la alcalinidad total (presencia de bicarbonato) y acidez (ácidos inorgánicos u orgánicos, metales como el Fe^{3+} y el Al^{3+} , entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en el gráfico 04, en la zona de alta montaña las estaciones de monitoreo en el río Chilota CHL-8, presenta un pH de 8.6 valor alto probablemente debido al tipo de suelo calcáreo de la zona, se encuentra dentro de lo esperado por la línea base (6.39 – 10.28).

En la zona de alta montaña en el río Vizcachas en la estación PGB-1 cercana al Embalse de Pasto Grande presenta aguas ácidas el valor del pH fue 4.46 esto es característico en época seca por presencia de iones aluminio, hierro y manganeso provenientes del suelo y aguas del embalse, están cercanos a lo establecido por la línea de base ambiental (4.13 – 9.01). Las estaciones QLVIZ-8 (8.47) y VIZ-1 (8.32) presentan valores de pH que cumplen con el ECA Agua, el ingreso de las aguas del río Chilota neutraliza las aguas del río Vizcachas dando un pH neutro en la estación VIZ-2 (8.63), este valor se encuentra dentro de lo esperado en la validación de Línea de Base Ambiental para el VIZ-2 (3.58 – 9.0).

El agua del río Calasaya en la estación HUA-20 (7.71) presento un valor de pH dentro de lo encontrado en los MAPs 3, 4, 5 y 6 (4.76 – 8.77). Los valores de pH en la quebrada HAS-2 (8.87) presenta un valor alto de pH, probablemente por material de suelo carbonatado que ingresa al agua o efecto de la fotosíntesis, HAS-3 (7.22) presenta contenido adecuado de pH con valores dentro de lo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, los valores son similares a los esperados por los MAP 3, 4, 5 y 6 para HAS-02 (6.9 – 8.3) y HAS-03 (6.9 – 7.4).

El agua en el río Chincune en la estación QLCCHR-01 el valor de pH fue 9.33 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3, esto se debe al paso del agua por una zona de material carbonato que neutraliza el pH ácido del agua.

En el caso del río Titire en la estación TIT-1, presenta valor de pH 4.81, esto es característico en el periodo seco, se encuentra dentro de lo esperado por la línea base (4.6 – 8.52) probablemente el ingreso de material del suelo por escorrentía baja el valor del pH, relacionado con altos valores de aluminio (40.72 mg/L), hierro (12.59 mg/L), manganeso (3.55 mg/L) y de sulfatos (1060 mg/L). La presencia de minerales sulfatados de aluminio y hierro provoca el valor bajo de pH.

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Altarani en la estación ALT-04 (7.75) y río Asana AS-01 (7.4), P-11 (8.13), P-12 (7.57) AS-3 (7.74), presentan valores de pH que cumplen con lo establecido en el ECA Agua categoría 3.

La quebrada Millune en la estación P-01 presenta valores bajos de pH (4.39) asociado a valores altos de aluminio (17.91 mg/L), altos de manganeso (0.4874 mg/L), moderados de sulfatos (250.8 mg/L) y ausencia de bicarbonatos, este valor se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base ambiental (4.02 – 7.02). El ingreso de aluminio y sulfatos desde el suelo pueden estar generando estos valores bajos de pH.

En el río Charaque Q-CH (8.21) y CH-3 (8.55) los valores altos de pH se deben a la presencia de bicarbonatos que se concentran por reducción del caudal en CH-3, los valores de pH de la estación CH-3 se encuentran en el rango esperado de la línea de base (5.21 – 8.57), el valor de pH de la estación Q-CH es similar a lo encontrado en el MAP-6 ES 8.01.

En el río Capillune la estación de monitoreo CAP-1 presenta un valor de pH de 7.82 que cumple con el ECA Agua categoría 2 y se encuentra dentro de la línea base (6.47 – 8.47), por procesos de evaporación y captación para otros usos, el caudal del río capillune en la estación CAP-2 presenta un valor neutro de 7.74, los valores de pH cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 y se encuentran dentro de la línea base (6.57 – 8.99). La estación CAP-3 presenta un valor de 8.65, este es referencial para futuros monitoreos, se observa un ingreso de bicarbonatos (157.4 mg HCO₃/L) responsables del incremento del pH.

En la quebrada cortadera la estación CORT-1 no se monitoreo por la ausencia de agua en época seca, en el MAP-6 se presentó un valor de pH de 8.83 que no cumple con el ECA Agua categoría 2, por procesos de evaporación la concentración de iones bicarbonato se incrementa elevando el pH, este valor es referencial para futuros monitoreos.

En el río Coscore los valores de pH de las estaciones COS-1 (8.01), COS-2 (7.83), COS-3 (7.48), COS-4 (7.71) son moderados cumplen con el ECA Agua Cat. 3 D-1 riego.

Los valores de pH en la parte baja del valle, estaciones: TUM-3 (7.95), TUM-4 (8.19) estos valores son referenciales para futuros monitoreos, la estación 13172 RTum1 (8.31) cumple con el ECA Agua Cat 3 y presento valores dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (7.88 - 8.47); el pH en la estación 13172RMoque1 (8.37) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3 y presento valores dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (7.73 – 8.39). Las estaciones en el río Moquegua MQ-3 (8.61) menor a lo reportado en el MAP-6 (9.26); la estación 13172RMoqu2 (8.85) superior a lo reportado en MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (8.18 – 8.62); y la estación 13172Rosmo1 (8.54) dentro de lo esperado en la línea base (8.37 – 8.72), superan el ECA Agua Cat 3 probablemente debido a la actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle (remueve acidez), también la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico influyen sobre el valor del pH. La estación llo-1 presento un valor de pH de 8.15, este valor es referencial para futuros monitoreos.

Conductividad Eléctrica

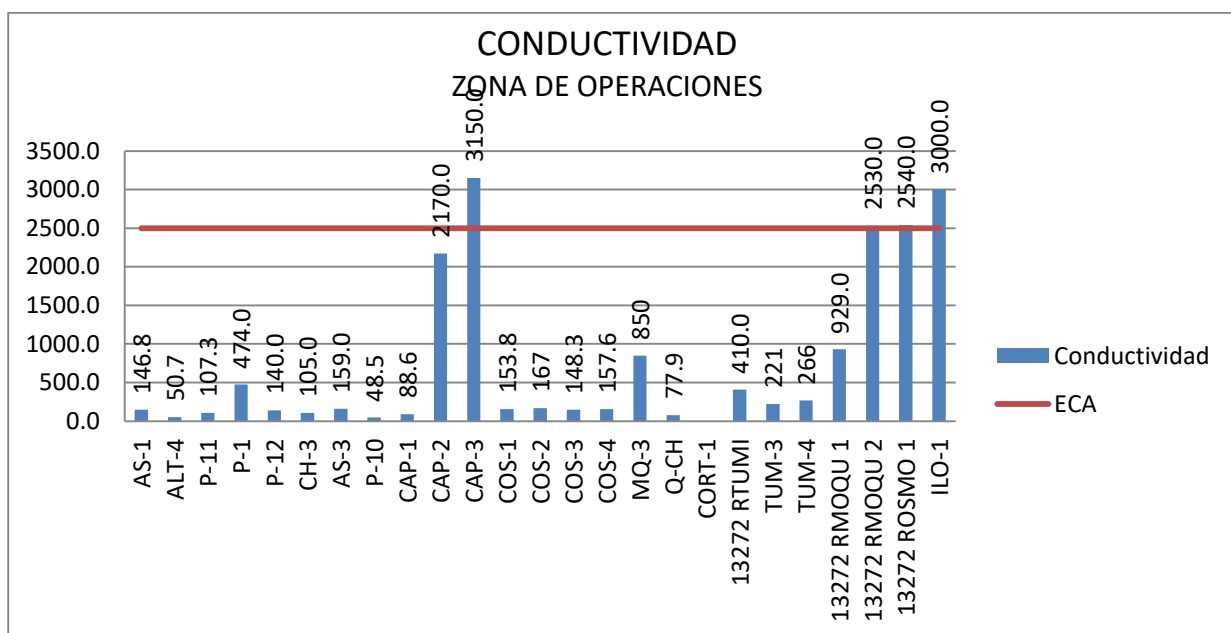
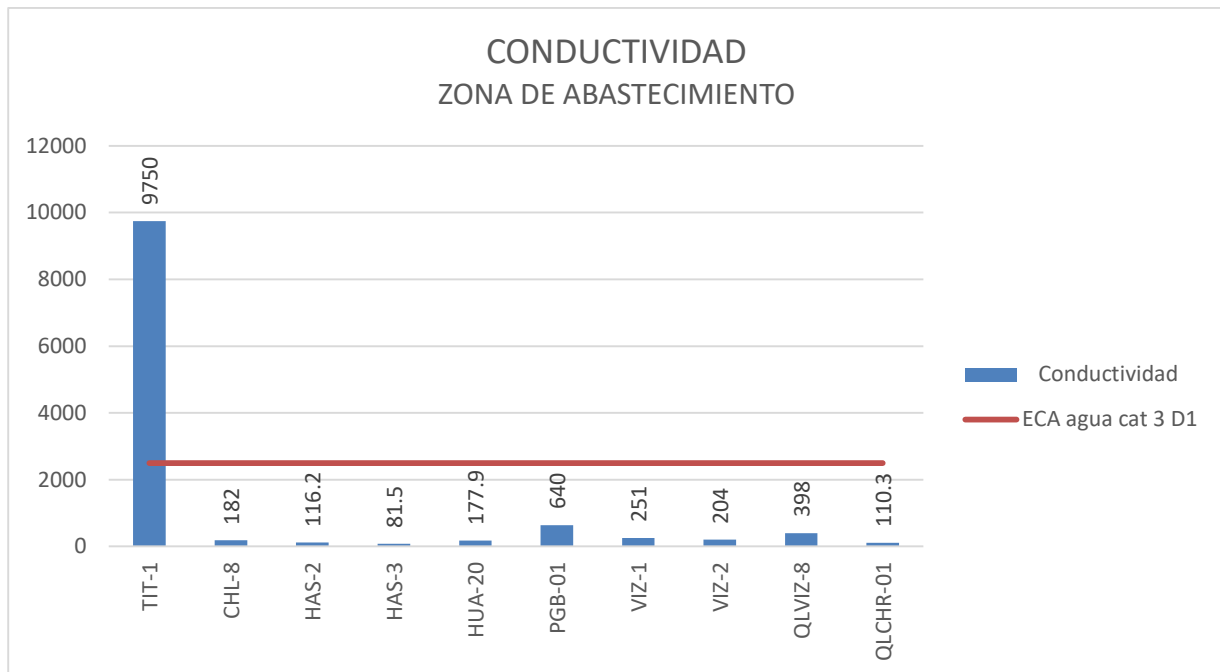


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad (uS/cm) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

La conductividad eléctrica, es la propiedad por la cual el agua natural que contiene sales disueltas puede conducir corriente eléctrica, representa la cantidad de sales o sólidos disueltos que están presentes en el agua, estas sales incluyen cationes como los metales disueltos, siendo los más relacionados con la conductividad los iones sodio, potasio, calcio y magnesio, los otros metales no tienen una buena correlación debido a su distribución entre disuelto y suspendido. Por otro lado, se tiene a los aniones siendo los principales los cloruros, bicarbonatos y sulfatos.

El riego con aguas que contiene elevados valores de conductividad puede degradar la calidad del suelo por salinización y el consumo como agua de bebida puede ocasionar problemas renales entre los consumidores. El ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales contempla un valor máximo de 2500 uS/cm y para el caso de bebida de animales se contempla un valor de 5000 uS/cm.

Como se observa en el gráfico 05 en la zona de alta montaña, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas PGB-1 (640 uS/cm), QLVIZ-8 (398 uS/cm), VIZ-1 (251 uS/cm) y VIZ-2 (204 uS/cm), se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para PGB-1 (13.46 – 866 uS/cm) y VIZ-2 (95 – 811 uS/cm), la estación VIZ-1 presenta un valor superior a lo encontrado para los MAPs 3, 4, 5 y 6 (138.4 – 620 uS/cm). La conductividad en la estación QLVIZ-8 es intermedia entre PGB-1 y VIZ-1.

En el río Chilota la estación CHL-8 presento una conductividad de 182 uS/cm, cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. Este valor se encuentra dentro de lo establecido en la línea base (94 – 1257 uS/cm).

En el río Calasaya estación HUA-20 (177.9 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales; el valor de la conductividad se encuentra dentro lo esperado en los MAPs 3, 4, 5 y 6 (151.7 – 797 uS/cm). Las quebradas HAS-02 (116.2 uS/cm) y HAS-03 (81.5 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales; la conductividad de las estaciones se encuentra dentro de lo encontrado en los MAPs 3, 4, 5 y 6 para HAS-02 (108 – 163 uS/cm) y HAS-03 (67.6 – 113.6 uS/cm).

El valor de conductividad en el río Chincune la estación QLCHR-01 110.3 uS/cm cumplen con el ECA Agua categoría 3 para riego, el valor es similar al reportado en el MAP-6 ES 202 uS/cm.

El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (9750 uS/cm), este valor es alto está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), el bajo caudal incrementa la conductividad, las probables fuentes son desde el suelo y aguas de origen geotermal.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani ALT-04 (50.7 uS/cm) y las estaciones del río Asana AS-01 (146.8 uS/cm), P-11 (107.3 uS/cm) y P-12 (140.0 uS/cm), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3 para riego. Se encuentran dentro de lo establecido en la línea base para ALT-04 (26 – 650 uS/cm), AS-01 (60.8 – 785 uS/cm), P-11 (62 – 512 uS/cm) y P-12 (73 – 709 uS/cm). En general son aguas con baja conductividad eléctrica.

La conductividad en la quebrada Millune P-01 (474 uS/cm), cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (177 – 747 uS/cm), estos valores son mayores a los del río Asana por la influencia de los iones aluminio y sulfatos.

La conductividad en la quebrada Sarayenque P-10 (48.5 uS/cm) cumple con el ECA Agua Categoría 3, este valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (31 – 690 uS/cm).

La conductividad en el río Charaque en las estaciones Q-CH (77.9 uS/cm) y en CH-3 (105 uS/cm) cumplen con el ECA Agua Categoría 3, para la estación CH-3 el valor se encuentra en el rango establecido en la línea base (28.3 – 686 uS/cm), el valor de la estación Q-CH fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (73.8 uS/cm).

La conductividad en el río Capillune en la estación de monitoreo CAP-1 (88.6 uS/cm) cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, se encuentra dentro de lo establecido por la línea base (55 – 631 uS/cm) es un valor bajo; en la estación CAP-2 (2170 uS/cm) cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, este valor se encuentra dentro de esperado por la línea de base ambiental (146 – 4150 uS/cm); en la estación CAP-3 (3150 uS/cm) no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, el valor fue mayor por procesos de evaporación en comparación con el CAP-2. Este río se encuentra fuertemente influenciado por el ingreso de aguas de origen termal en el sector de Calientes, así como la evaporación, filtración y captación del agua. Los valores altos de conductividad en el Capillune se relacionan con valores altos de otros parámetros como los sólidos disueltos totales, cationes sodio, calcio, magnesio entre otros y aniones como cloruros, fluoruros, sulfatos, entre otros, todos estos se concentran por disminución del caudal en la temporada seca.

La conductividad del agua en la quebrada Cortadera estación CORT-1 no fue determinado por no presentar agua en el MAP-6 el valor fue 1823 uS/cm presenta valor alto esto se puede deber al bajo caudal provocado por evaporación que concentra las sales en un bajo volumen.

En el río Coscore los valores de conductividad fueron COS-1 (153.8 uS/cm), COS-2 (167 uS/cm), COS-3 (148.3 uS/cm) y COS-4 (157.6 uS/cm), son aguas de baja conductividad similar a los valores del río Asana.

La conductividad en el agua de las estaciones del río Tumilaca TUM-3 (221 uS/cm), TUM-4 (266 uS/cm) y 13172RTumi (410 uS/cm) cumplen con el ECA agua Categoría 3 D-1, los valores de conductividad encontradas en estas estaciones en época seca son mayores a los encontrados en los anteriores MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para 13172RTumi (322 - 367 uS/cm).

En el río Moquegua la estación MQ-3 (850 uS/cm) y 13172RMoqu1 (929 uS/cm) cumplen con lo establecido en el ECA Agua Categoría 3 D-1, mientras que la estación 13172RMoqu2 (2530 uS/cm) no cumple. Los valores de conductividad encontradas en estas estaciones en época seca son similares a los encontrados en los anteriores MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para 13172RMoqu1(833 - 1408 uS/cm) y la estación 13172RMoqu2 (1770 - 2890 uS/cm), en la estación MQ-3 el valor fue similar al reportado en el MAP-6 ES (894 uS/cm).

En el río Osmore estación 13172ROsmo1 (2540 uS/cm) son altas y no cumplen con el ECA Agua Categoría 3 para riego, la disminución del caudal incrementa el contenido de sales por lo tanto el valor de la conductividad también la influencia de aguas subterráneas es mayor. Los valores de conductividad encontradas en estas estaciones en época seca son similares a los encontrados en los anteriores MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para 13172ROsmo1(1739 - 2680 uS/cm). La conductividad en la estación llo-1 fue muy alta 3000 uS/cm, probable influencia de agua de mar este valor es referencial para monitoreos posteriores.

FISICOQUIMICOS

5.1.4.4. Aceites y Grasas

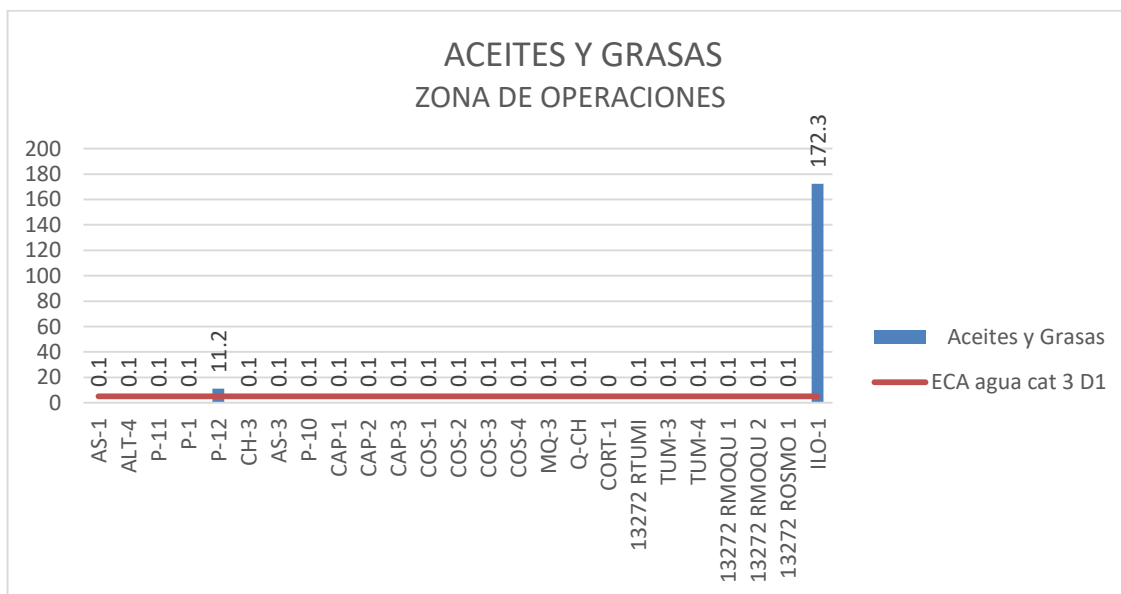
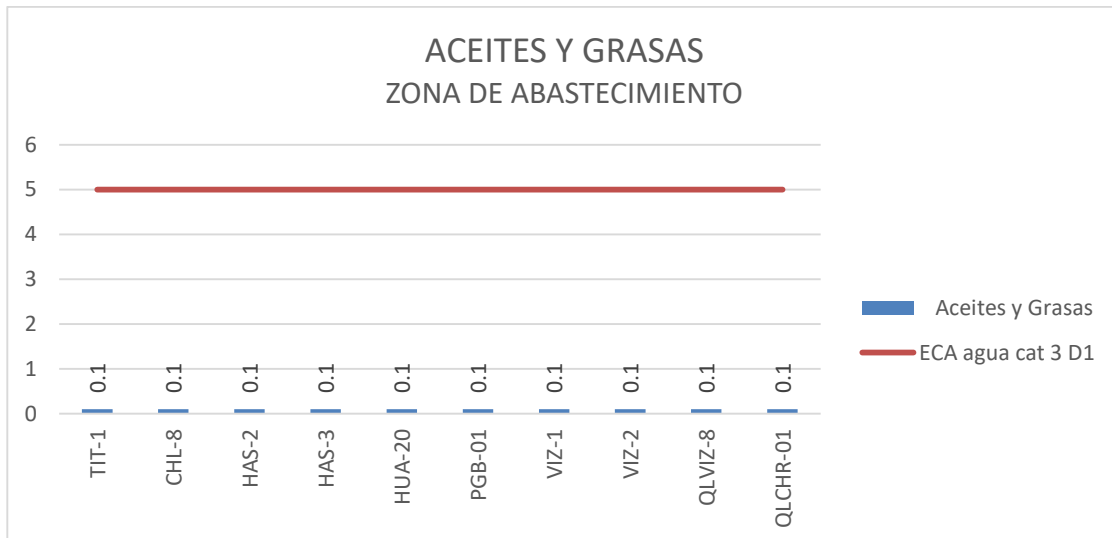


Gráfico 06. Variación espacial del valor de los aceites y grasas (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los aceites y grasas son un grupo de sustancias con una característica común son no solubles en agua, sustancias tales como aceites domésticos, hidrocarburos entre otros, pueden ser liberados en los cuerpos de agua natural por vertimientos domésticos o industriales, son un buen indicativo de actividad antropogénica.

Como se observa en la figura 06, no se ha determinado presencia de aceites y grasas en ninguna de las estaciones de monitoreo de alta montaña.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña coinciden con los resultados encontrados en los MAP 3, 4, 5 y 6, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda.

En la zona de operaciones se observa presencia de aceites y grasas en la estación P-12 que supera el ECA Agua Categoría 3 D-1, este es un indicativo de actividad antropogénica en la zona, esta situación difiere de la línea de base ambiental donde no se ha encontrado aceites y grasas en los MAPs 1, 2, 4, 5 y 6.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo coinciden con los resultados encontrados en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 donde las estaciones 13172Rtumi1, 13171RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1 casi no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda.

La estación de monitoreo Ilo-1 presenta un valor alto de aceites y grasas (172.3 mg/L) no cumple con los ECA Agua Categoría 3 D-1, presente una fuerte influencia de actividades antropogénicas.

5.1.4.5. Bicarbonatos

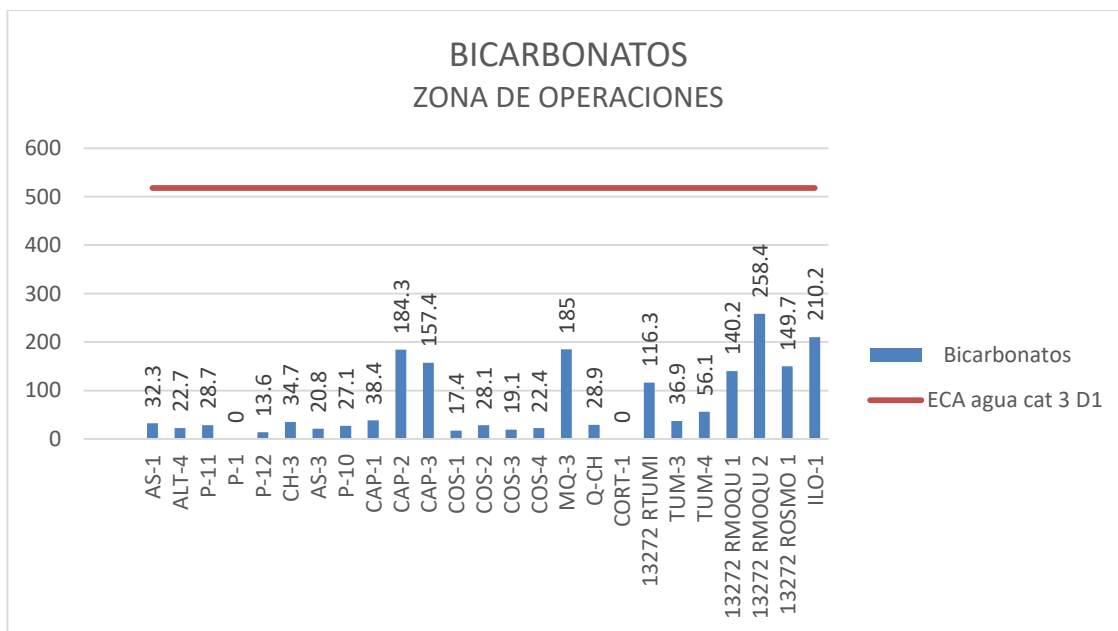
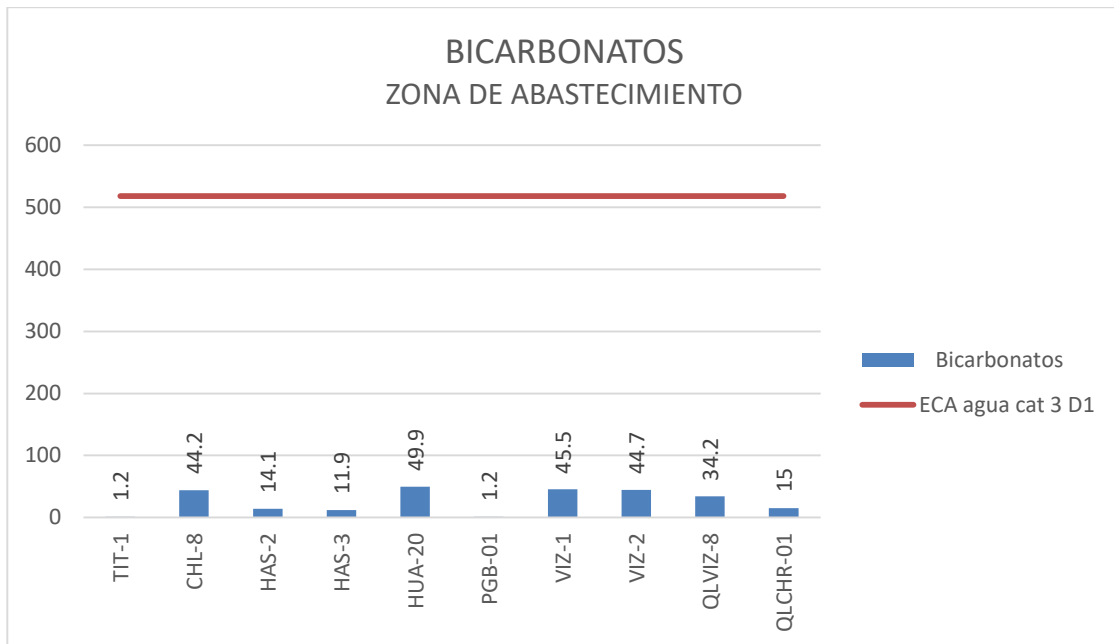


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato (mg HCO₃/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Las principales fuentes de bicarbonato en el agua son la disolución del dióxido de carbono del aire, posterior disociación del ácido carbónico formado y disolución de material de suelo carbonatado.

El bicarbonato es el principal responsable de la alcalinidad del agua, tiene la capacidad para neutralizar la acidez del agua provocada por ácidos inorgánicos, orgánicos, iones hidronio y metales disueltos generadores de acidez tales como Al^{3+} y Fe^{3+} . El ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 518 mg HCO_3/L .

Como se observa en el gráfico 07, el contenido de bicarbonatos en la zona de alta montaña, en la estación PGB-1 (1.2 mg HCO_3/L), es bajo debido a la influencia del agua del embalse que tiene presencia de iones ácidos como hierro, aluminio, manganeso y presencia de iones sulfatos probablemente provenientes de la disolución por oxidación de material aluminio sulfatado, adicionalmente esta se asocia a los valores moderados de pH. Las estaciones QLVIZ-8 (34.2 mg HCO_3/L), VIZ-1 (45.5 mg HCO_3/L) y VIZ-2 (44.7 mg HCO_3/L) presentan concentración moderada de bicarbonatos debido a la disolución desde el suelo.

La alcalinidad en los ríos Chilota estación CHL-08 (44.2 mg HCO_3/L) y río Chincune estación QLCHR-01 (15.0 mg HCO_3/L) así como en las quebradas HAS-02 (14.1 mg HCO_3/L) y HAS-03 (11.9 mg HCO_3/L), fue moderada asociado con valores altos de pH debido al paso por suelos carbonatados, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

La estación TIT-1 presenta un valor moderado de bicarbonatos (1.2 mg HCO_3/L) fue inferior al rango reportado por el MAP-3, 4, 5 y 6 (2.4 – 559.2 mg HCO_3/L), esto se asocia al valor bajo de pH. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de alta montaña presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones el contenido de bicarbonato en las aguas del río Altarani estación ALT-04 (22.7 mg HCO_3/L) y río Asana estaciones AS-01 (32.3 mg HCO_3/L), P-11 (28.7 mg HCO_3/L) y P-12 (13.6 mg HCO_3/L) se encuentran entre 13.6 y 32.3 mg HCO_3/L cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 D-1.

En la quebrada Millune P-01 el contenido de bicarbonato es bajo < 1.2 mg HCO_3/L asociado con valores bajos de pH, contenidos altos de sulfatos y aluminio que son neutralizados con el bicarbonato. El contenido de bicarbonatos cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

En el río Charaque el contenido de bicarbonatos en Q-CH 28.9 mg HCO_3/L fue similar al obtenido en el MAP-6 ES (27.6 mg HCO_3/L) y en la estación CH-3 fue 34.7 mg HCO_3/L similar al MAP-6 ES (34.9 mg HCO_3/L).

En el río Capillune CAP-1 (38.4 mg HCO_3/L), CAP-2 (184.3 mg HCO_3/L) y CAP-3 (157.4 mg HCO_3/L) cumplen con lo establecido en el ECA Agua Categoría 3 D-1 y presenta valores similares a lo obtenido en el MAP-6 ES CAP-1 38.4 (37.4 mg HCO_3/L) y CAP-2 (144.8 mg HCO_3/L).

En la Quebrada Cortadera CORT-1 no se determinó el contenido de bicarbonatos debido a la ausencia de agua en el MAP-6 se obtuvo 121 mg HCO_3/L .

El contenido de bicarbonato en el río Tumulaca estaciones TUM-3 (36.9 mg HCO₃/L), TUM-4 (56.1 mg HCO₃/L) y 13172RTum1 (116.3 mg HCO₃/L), cumplen lo establecido con el ECA Agua Categoría 3 D-1, los valores obtenidos para el TUM-3 y TUM-4 son referenciales para posteriores monitoreos, en el caso del 13172RTum1 el valor fue mayor a lo reportado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172RTum1 (74.0 – 94.7 mg HCO₃/L). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo, característico en época seca con bajo caudal.

En el río Moquegua la estación MQ-3 presento una concentración de 185 mg HCO₃/L, similar a lo reportado en el MAP-6 ES (142.2 mg HCO₃/L); la estación 13172RMoque1 (140.2 mg HCO₃/L), 13172RMoque2 (258.4 mg HCO₃/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 D-1 y se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, 13172RMoque1 (152.3 – 278.6 mg HCO₃/L) y 13172RMoque2 (183 – 321.7 mg HCO₃/L). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo, característico en época seca con bajo caudal.

En el río osmore 13172Rosmo1 (149.7 mg HCO₃/L), presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (53.4 – 179.2 mg HCO₃/L). Se observa una influencia de aguas subterráneas e ingreso desde el suelo, característico en época seca con bajo caudal. La estación llo-1 presenta una concentración de bicarbonatos de 210.2 mg HCO₃/L cumple con el ECA Agua Categoría 3 D-1, este valor será referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.6. Cianuro WAD

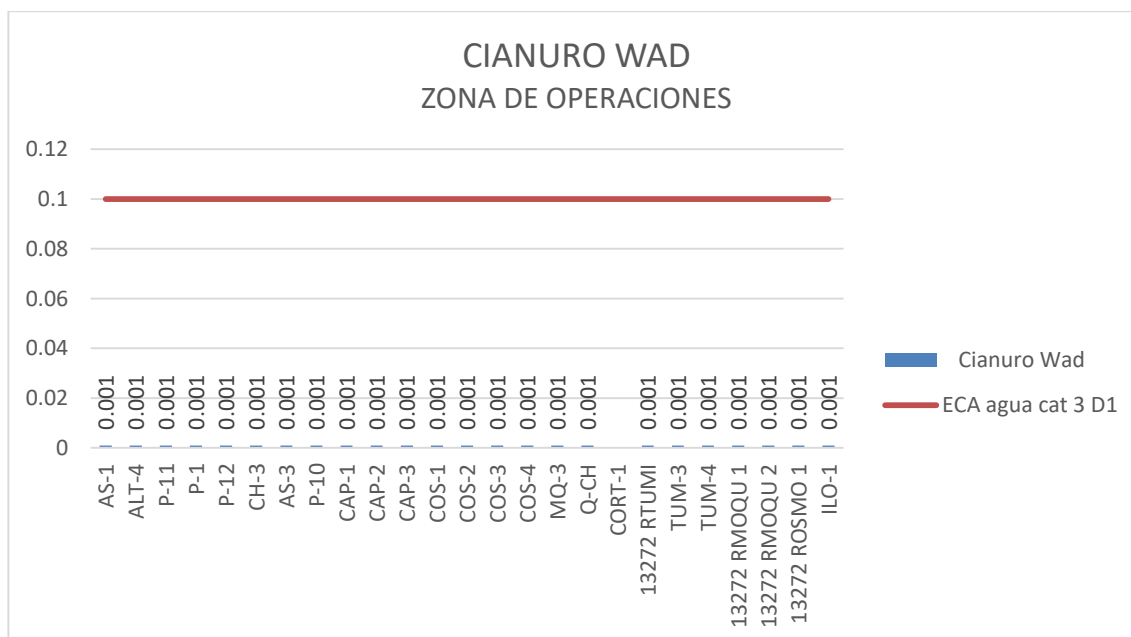
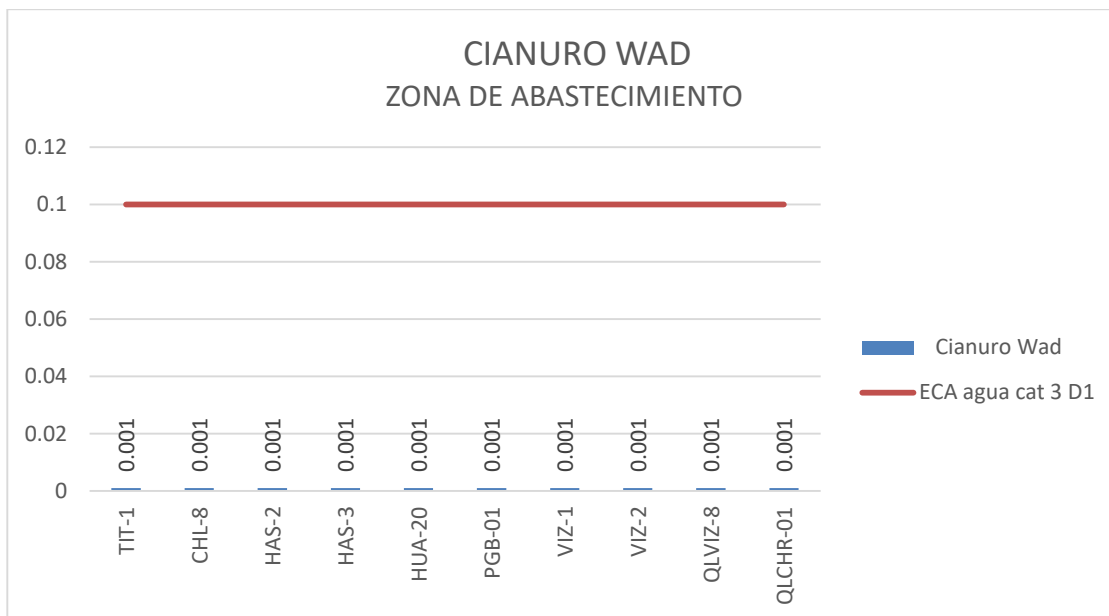


Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los cianuros disociables en agua (WAD) son sustancias muy tóxicas, está formado por especies de cianuro liberadas con un pH moderado (pH 4,5) como HCN y CN acuosos, la mayoría de los complejos de Cu, Cd, Ni, Zn, Ag y otros con constantes de disociación baja similares. Pueden encontrarse en el

agua por liberación de efluentes provenientes de actividades antropogénicas de extracción de oro y plata. El ECA Agua Categoría 3 establece como máximo un valor de 0.1 mg CN/L.

Como se puede observar en el gráfico 08, no se ha detectado presencia de cianuro WAD en ninguna de las estaciones de agua de la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo, esta situación es similar a los resultados obtenidos en el MAP 1, 2, 3, 4, 5 y 6 época seca y húmeda.

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento ha sido validado en el MAP 3, teniendo como referencia los valores encontrados para cianuro WAD en las estaciones de monitoreo TIT-01, VIZ-02, PGB-01 y CHL-08 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo ha sido validado en el MAP 1 y 2, teniendo como referencia los valores reportados para cianuro WAD en la estación de monitoreo CH-3 presentados en la 2da Modificatoria del EIA del Proyecto Quellaveco.

5.1.4.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

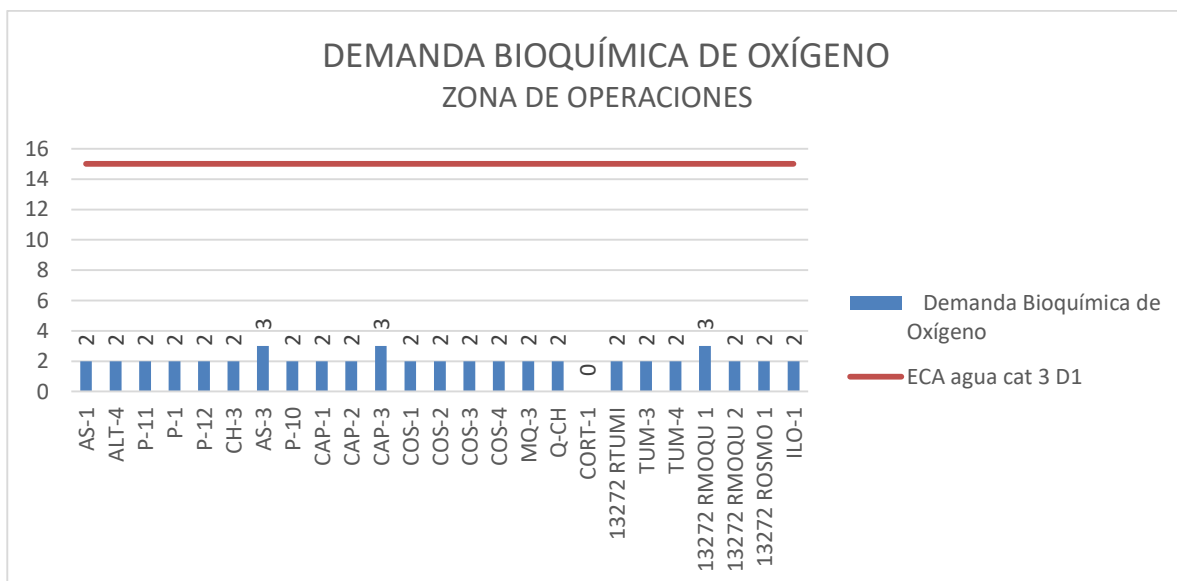
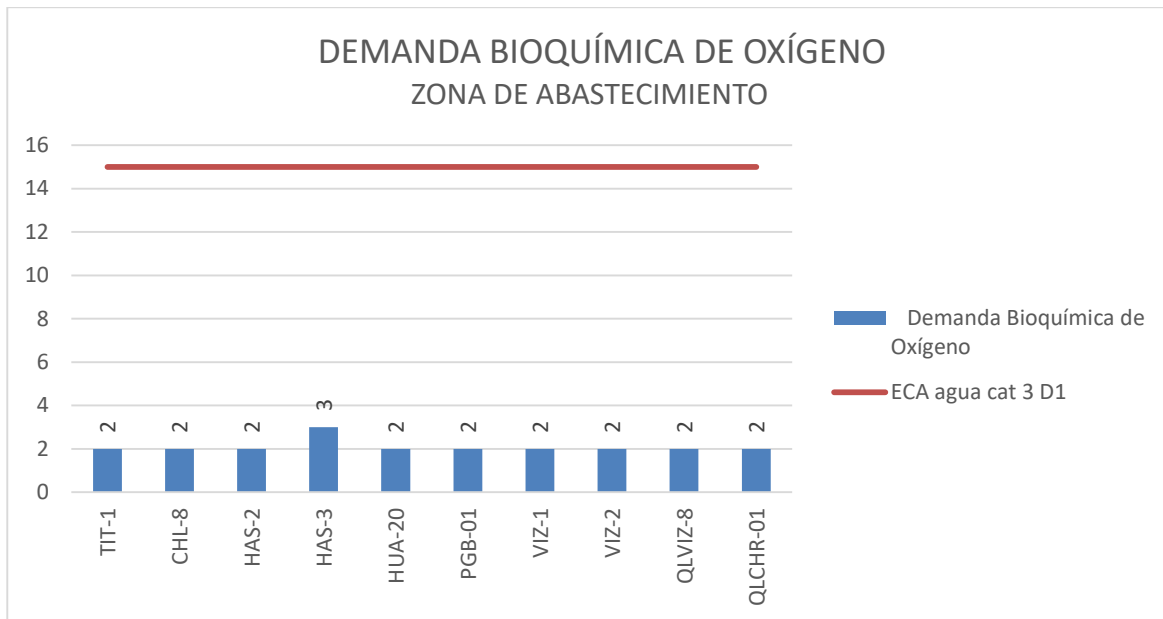


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno (mgO2/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable al agua, las principales fuentes de DBO en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, provenientes de inodoros, lavanderías o residuos de cocinas.

El incremento del DBO se relaciona negativamente con el contenido de oxígeno disuelto. La materia orgánica al biodegradarse en presencia de microorganismos consume oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto recuperarse luego de una descarga con alto DBO, esto es debido a que después de la degradación de la materia orgánica del vertimiento, por procesos de difusión del oxígeno desde el aire, el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de DBO₅ de 15 mg O₂/L.

Como se observa en el gráfico 09, no se ha detectado presencia de material orgánico como DBO en todas las estaciones de monitoreo en la zona de alta montaña, operaciones, Moquegua e Ilo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP 7 son similares a los resultados obtenidos en el MAP 3, 4, 5 y 6, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de alta montaña (ninguna estación presentó DBO que superen el ECA Agua Categoría 3 D-1), también son similares con los resultados del MAP 3 en época seca donde presentó valores entre <0.1 (N.D.) hasta 2.5 mg/L, valores pequeños que cumplen con el ECA categoría 3.

Al comparar los resultados con los valores encontrados para el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la zona de operaciones en época seca y húmeda se observó que los valores del MAP 7 fueron menores a los encontrados en el MAP 2 para las estaciones CAP-2 (13 mg/L), 13172RMoque1 (11 mg/L), 13172RMoque2 (8 mg/L) y 13172Rosmo1 (6 mg/L), estando todos estos valores por debajo de lo que establece el ECAs. Esta diferencia entre el MAP 7 época seca y MAP 2 para las estaciones CAP-2, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, puede deberse al ingreso de pequeños caudales de aguas residuales, escorrentías o infiltraciones en la zona de Calientes y Moquegua en marzo abril del 2014.

Por otro lado los resultados del MAP 7 época seca son similares a los resultados obtenidos en el MAP-1 en época seca, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de operaciones donde ninguna estación presentó DBO y cumplen con el ECA categoría 3.

5.1.4.8. Demanda Química de Oxígeno

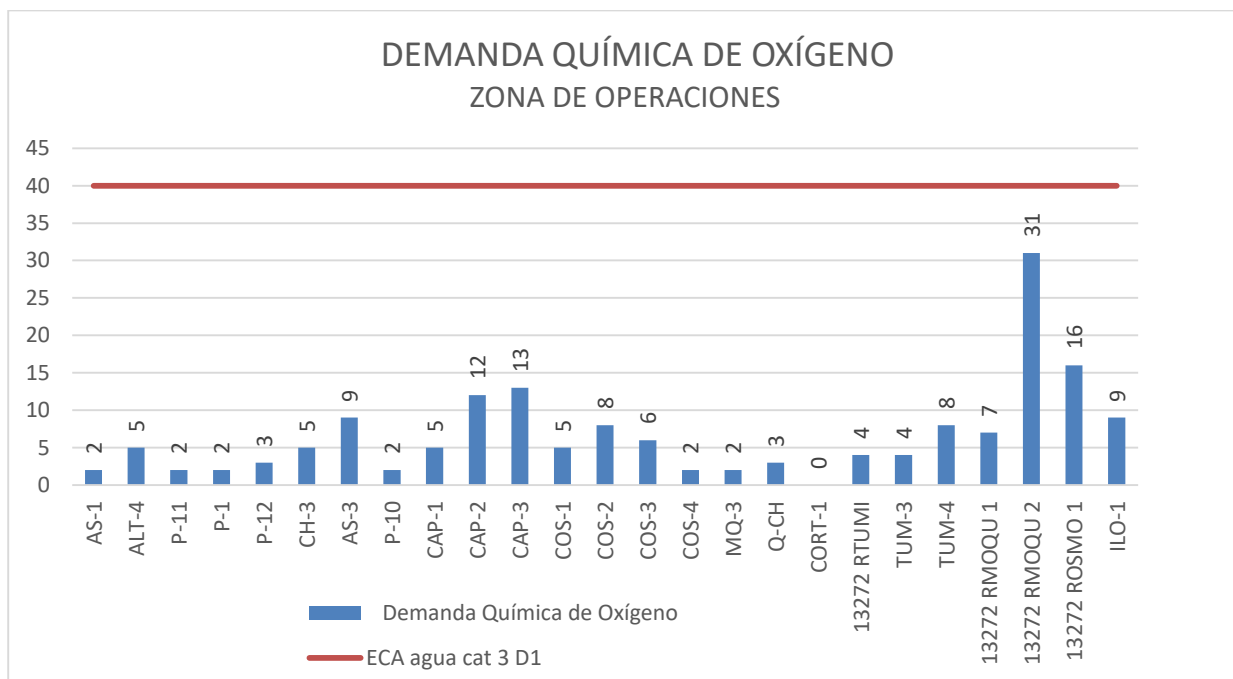
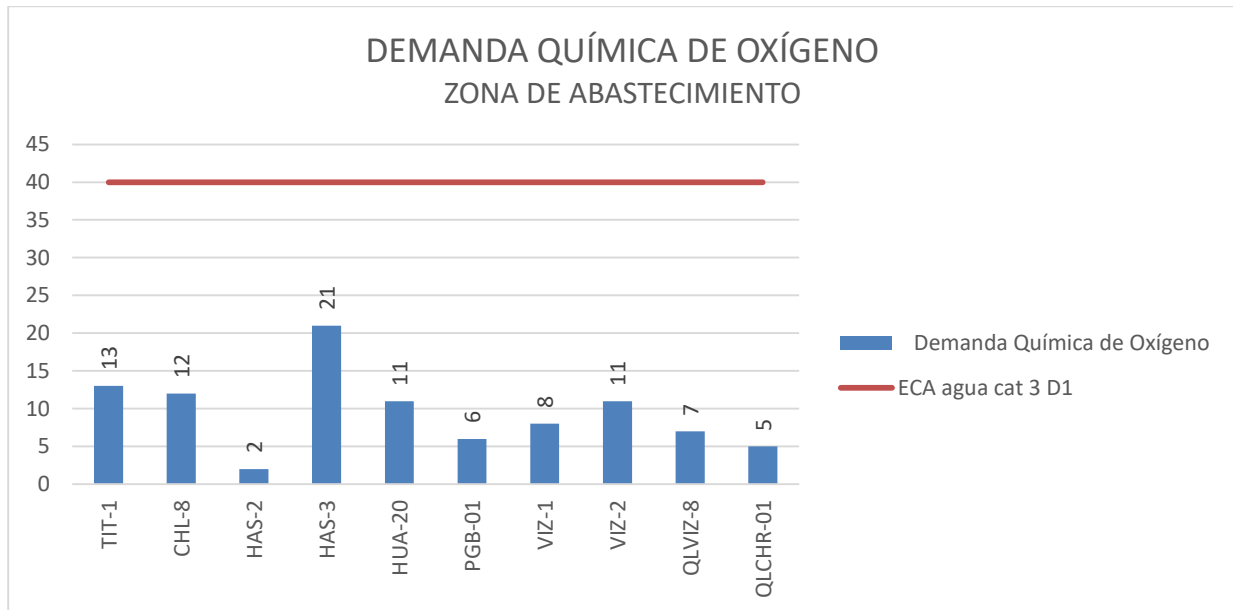


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno (mg O₂/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

La Demanda Química de Oxígeno representa a todo material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias químicas susceptibles de oxidación, que consumen oxígeno en el agua al oxidarse químicamente. Las principales fuentes de DQO en el agua son la materia orgánica de las aguas residuales domésticas (excretas de inodoros, restos de comida), también detergentes, aceites y grasas que no se degradan fácilmente, material orgánico nitrogenado entre otros. El ECA Agua categoría 3, contempla un valor máximo de DQO de 40 mg O₂/L.

Como se observa en el gráfico 10, en la zona de abastecimiento, operaciones, Moquegua e Ilo se ha detectado valores bajos de DQO entre 2 a 31 mg/L. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En el río Vizcachas estaciones PGB-1 (6 mg/L), QLVIZ-8 (7 mg/L), VIZ-1 (8 mg/L) y VIZ-2 (11 mg/L) los valores de DQO son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 PGB-1 (2 - 10 mg/L), VIZ-1 (2 - 17 mg/L) y VIZ-2 (2 - 26 mg/L), esto se puede deber a la presencia de sustancias oxidables como Fe entre otros, traídos por escorrentías desde el suelo, que incrementan el contenido del DQO. El DQO en la estación QLVIZ-8 el valor es similar a lo obtenido en el MAP-6 ES.

En el río Chilota la estación CHL-8 (12 mg/L) presenta valores de DQO similar a lo encontrado en los MAP 3, 4, 5 y 6 CHL-8 (2 - 11 mg/L) por la razón explicada anteriormente.

En el río Chincune estación QLCHR-01 (5 mg/L) presenta valores moderados de DQO menor a lo encontrado en el MAP-6 ES (17 mg/L). El río Calasaya HUA-20 (11 mg/L) y quebradas HAS-2 (2 mg/L) y HAS-3 (21 mg/L) presentan valores similares a lo encontrado en los MAP 3, 4, 5 y 6 HUA-20 (2 - 17 mg/L), HAS-2 (2 - 14 mg/L) y HAS-3 (2 - 18 mg/L), por la razón explicada.

El valor del DQO en el río Titire TIT-1 (13 mg/L) son similares a lo esperado por la línea de base ambiental (3 - 27 mg/L) el valor bajo de DQO puede deberse la presencia de materiales oxidables.

En la zona de operaciones en el río Altarani estación ALT-04 (5 mg/L) y el río Asana estaciones AS-01 (2 mg/L), P-11 (2 mg/L), P-12 (3 mg/L) y AS-3 (9 mg/L) los valores de DQO están por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables.

En la quebrada Millune estación P-1 (2 mg/L) y en la quebrada Sarayenque P-10 (2 mg/L), los valores de DQO son similares a los del río Asana, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables

En el río Charaque la estación Q-CH (3 mg/L) y CH-3 (5 mg/L) los valores de DQO están por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (5 mg/L), CAP-2 (12 mg/L) y CAP-3 (13 mg/L), los valores del DQO reportados se encuentra dentro de lo establecido por la línea de base ambiental desde ND hasta 13 para CAP-2, no se ha detectado presencia de sustancias oxidables.

En el río Coscore estaciones COS-1 (5 mg/L), COS-2 (8 mg/L), COS-3 (6 mg/L) y COS-4 (2 mg/L) los valores de DQO están por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, no se tiene presencia de sustancia oxidables.

En el río Tumilaca en la estación TUM-3 (4 mg/L), TUM-4 (4 mg/L) y 13172R Tumi (4 mg/L) los valores de DQO son bajos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 D-1. Estos valores son similares a los reportados en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172R Tumi (2 – 5 mg/L).

En el río Moquegua los valores de DQO son bajos MQ-3 (2 mg/L) similar a lo reportado en el MAP-6 ES, 13172R Moque1 (7 mg/L), 13172R Moque2 (31 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 D-1. Estos valores son similares a los reportados en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172R Moque1 (2 -10 mg/L) y superior para 13172R Moque2 (4 – 9 mg/L). Los valores de DQO en las estaciones de monitoreo pueden deberse a presencia de material susceptible de oxidación como iones sulfuros, fluoruros, hierro u otros.

En el río Osmore la DQO en la estación 13172Rosmo1 (10 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 D-1. Estos valores son similares a los reportados en el MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172ROsmo1 (2 -17 mg/L). La estación llo-1 (9 mg/L) cumple con el ECA Agua categoría 3 D-1, este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.9. Dureza Total

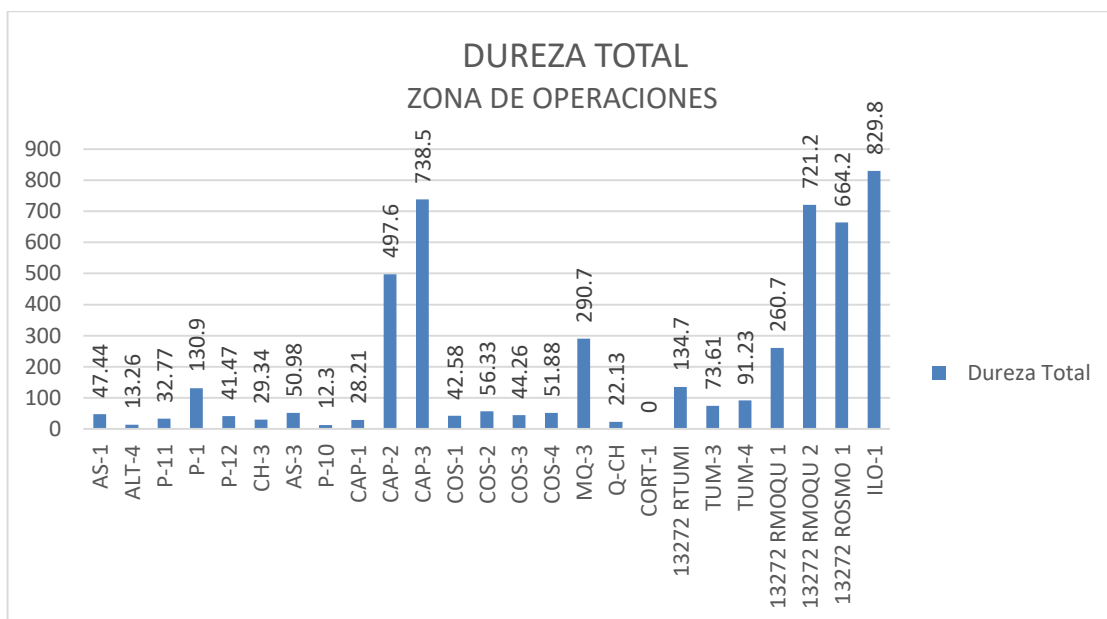
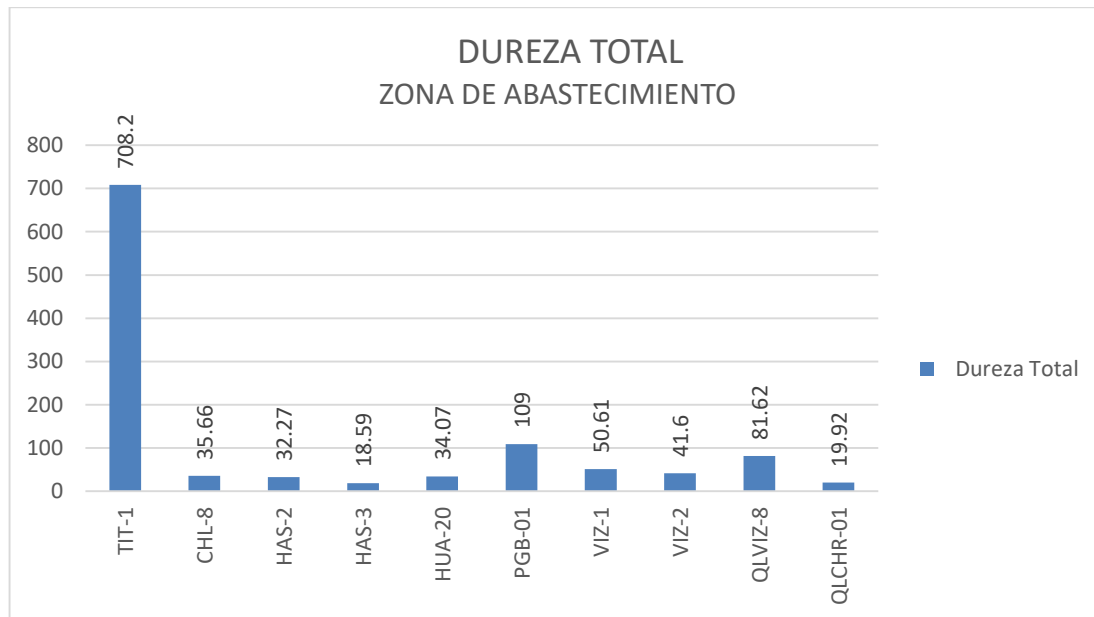


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza (mg CaCO₃/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

La dureza del agua se debe a la presencia de los cationes de calcio y de magnesio, así como sus aniones respectivos como los bicarbonatos, carbonatos y sulfatos.

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas de alto contenido de dureza y daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la dureza impide la formación de espuma causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado doméstico; por otra parte, está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad, y dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente. El ECA Agua categoría 3 no fija un límite para la dureza.

En términos generales, se puede considerar como blanda un agua con menos de 100 mg CaCO₃/L de dureza como CaCO₃, medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO₃/L, dura de 200 a 300 mg CaCO₃/L, sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO₃/L.

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento son blandas a medianamente duras. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (109 mg CaCO₃/L) es medianamente dura, el valor está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental (60.8 - 126.5 mg CaCO₃/L) en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua especialmente sulfatos. Las estaciones VIZ-1 (50.61 mgCaCO₃/L) y VIZ-2 (41.6 mg CaCO₃/L) presentan valores dureza clasificados como blando, esta situación se encuentra dentro de lo establecido por los MAP 3, 4, 5 y 6 para el VIZ-1 (35 – 110 mg CaCO₃/L) y la línea de base ambiental para el VIZ-2 (21.9 – 88.7 mg CaCO₃/L), en época de seca por procesos de concentración de sales en el agua. La dureza del agua en la estación QLVIZ-8 81.62 mg CaCO₃/L fue menor a lo reportado en el MAP-6 ES (116.5 mg CaCO₃/L) es blanda, el valor es referencial para futuros monitoreos.

La dureza del agua en el río Chilota CHL-8 (35.66 mg CaCO₃/L) se clasifica como blanda, similar a lo obtenido en la línea de base ambiental para el CHL-8 (21.5 – 223.6 mg CaCO₃/L). Esta agua blanda reduce la dureza del agua del río Vizcachas en la estación VIZ-2.

La dureza en el Chincune estación QLCHR-01 19.92 mgCaCO₃/L se clasifica como blanda fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES; en el río Calasaya estación HUA-20 (34.07 mg CaCO₃/L) se clasifica como blanda y las quebradas HAS-2 (32.27 mg CaCO₃/L) y HAS-3 (18.59 mg CaCO₃/L) se clasifican como blanda, similar a lo obtenido en los MAP 3, 4, 5 y 6 HAS-2 (28.4 – 33.5 mg CaCO₃/L) y HAS-3 (17.1 – 23 mg CaCO₃/L) y HUA-20 (25.4 – 108.5 mg CaCO₃/L).

La dureza en la estación TIT-1 (708.2 mg CaCO₃/L) es muy dura, la concentración de sales incrementa el valor de dureza en época de seca, este valor es esperado en la línea de base ambiental (69.1 – 1051 mg CaCO₃/L). En esta estación la dureza está asociada con contenidos altos de sulfatos, calcio y magnesio provenientes del suelo.

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani estación ALT-04 (13.26 mgCaCO₃/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental para ALT-04 (4.4 - 62.8 mgCaCO₃/L).

En el río Asana las estaciones AS-01 (47.44 mgCaCO₃/L), P-11 (32.77 mg CaCO₃/L), AS-3 (29.34 mg CaCO₃/L), P-12 (41.47 mg/L), similar a los valores de línea base para las estaciones AS-01 (14 - 77.3 mgCaCO₃/L), P-11 (25.3 – 53.5 mg CaCO₃/L), P-12 (34.6 – 70.7 mg/L), son aguas blandas.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (130.9 mg CaCO₃/L) la dureza es media; mayor a los valores de línea base P-01 (62.5 – 126.5 mg CaCO₃/L), debido principalmente a la presencia de iones sulfatos, calcio y magnesio.

En la estación de la quebrada Sarayenque estación P-10 (12.3 mgCaCO₃/L) similar a los valores de línea base para las estaciones P-10 (7 – 21.7 mg CaCO₃/L), son aguas blandas.

En el río Charaque Q-CH (22.13 mgCaCO₃/L) similar a lo reportado en el MAP-6 ES (23 mgCaCO₃/L) y CH-3 (21.9 mg CaCO₃/L) similar a lo reportado en la línea base (12.1 – 37.5 mg CaCO₃/L), son aguas blandas.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (28.21 mgCaCO₃/L) es blanda y similar a lo encontrado en el MAP-6 ES (23.9 mgCaCO₃/L); la estación CAP-2 (497.6 mg CaCO₃/L) es muy dura por el ingreso de aguas duras de naturaleza geotermal y por el reducido caudal, se encuentra dentro de lo observado en la línea base CAP-2 (52.2 - 1141 mg CaCO₃/L) la dureza se debe a la presencia de iones sulfatos, calcio y magnesio. La estación CAP-3 (738.5 mg/L) tiene aguas muy duras debido a que por procesos de evaporación se concentran los iones calcio, magnesio y sulfatos.

En el río Coscore la calidad del agua es blanda en las estaciones COS-1 (42.58 mg CaCO₃/L), COS-2 (56.33 mg CaCO₃/L), COS-3 (44.26 mg CaCO₃/L) y COS-4 (51.88 mg CaCO₃/L), debido a la presencia de iones calcio, magnesio y iones bicarbonato.

En el río Tumilaca estaciones TUM-3 (73.61 mg CaCO₃/L), TUM-4 (91.23 mg CaCO₃/L) la calidad el agua es blanda y en la estación 13172Rtumi1 (134.7 mg CaCO₃/L) es de dureza media y es similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (108.3 – 128.3 mg CaCO₃/L).

En el río Moquegua la dureza en la estación 13172RMoqu1 (260 mg CaCO₃/L) y 13172RMoqu2 (721.2 mg CaCO₃/L) son muy duras y se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172RMoqu1 (262.6 – 435.2 mg CaCO₃/L), 13172RMoqu2 (555.6 – 996.5 mg CaCO₃/L). La calidad es muy dura esto relacionado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio, probablemente por el suelo en el valle que es de naturaleza bicarbonatada, carbonatada cálcica y magnésica según el estudio realizado por INRENA en el 2004, también debido al ingreso de aguas de origen subterráneo.

En el río Osmore el agua en la estación 13172Rosmo1 (664.2 mg CaCO₃/L) es muy dura y los resultados son similares a los encontrados en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (488.7 – 789.2 mg CaCO₃/L), por las razones antes explicadas. La calidad del agua en el río Ilo-1 es muy dura (829.8 mg CaCO₃/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.10. Fósforo Reactivo Disuelto

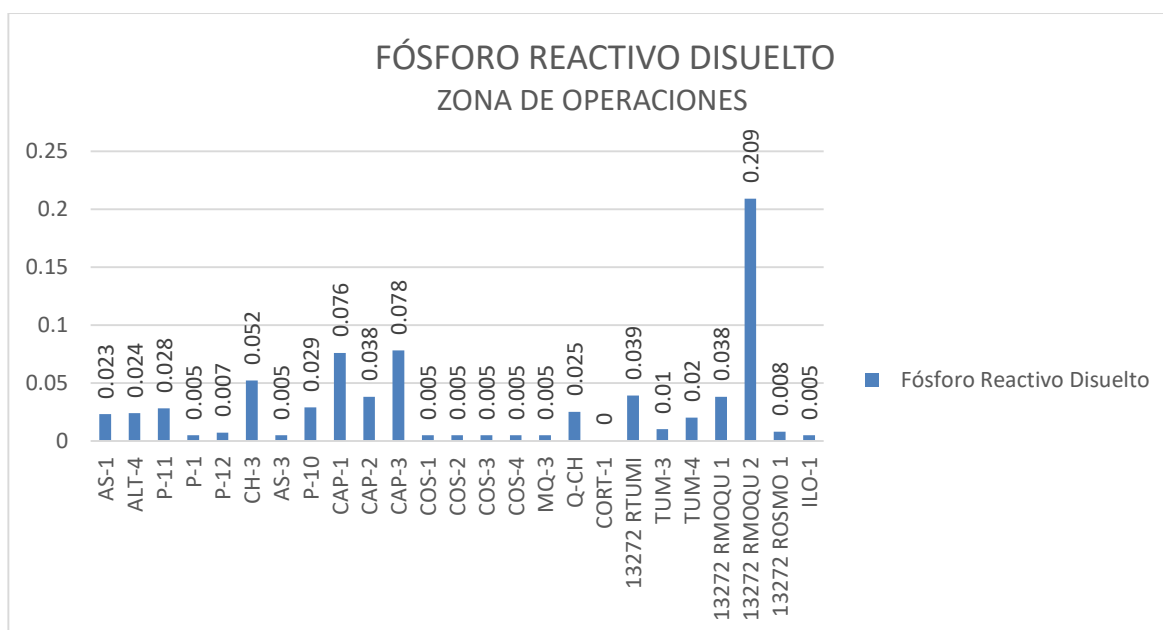
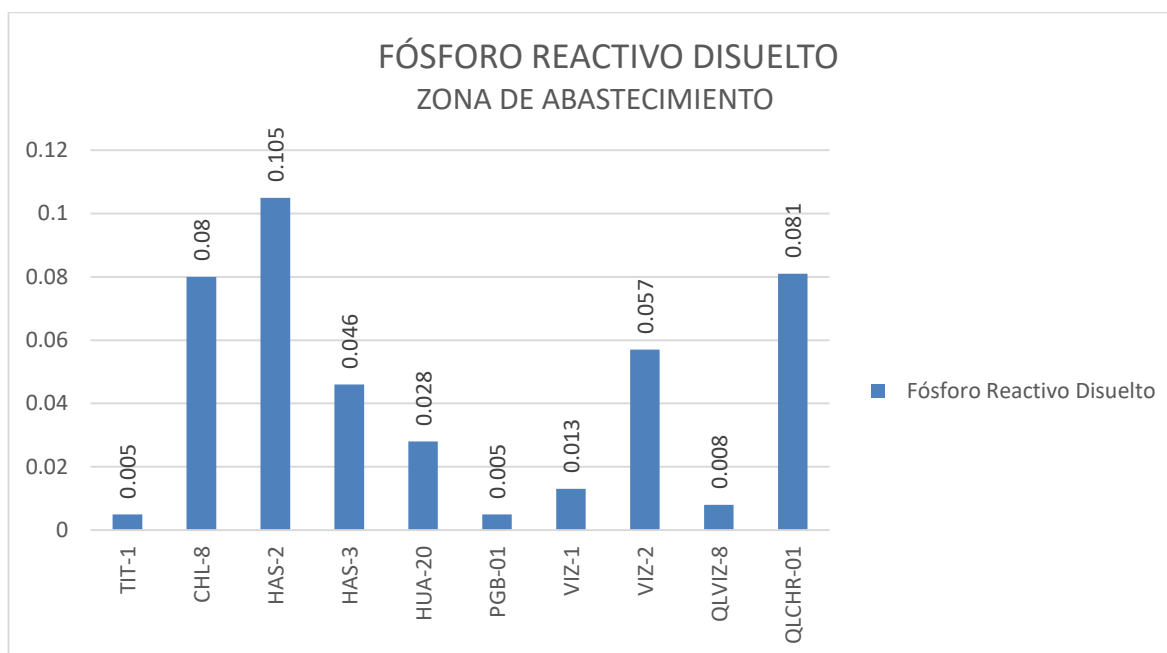


Gráfico 12. Variación espacial de la concentración de fósforo reactivo total (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Las principales fuentes de fósforo en el agua son material parental roca fosfórica, vertimiento de aguas residuales que contienen excretas y residuos de detergentes.

El fósforo, es nutriente esencial para la vida; sin embargo, su exceso en el agua provoca el proceso de eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico.

La presencia de algas y vegetación en las estaciones se relaciona con la presencia de bajas cantidades de fósforo.

Como se observa en gráfico 12, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de fósforo reactivo disuelto (PO_4^{3-}) entre <0.005 a 0.105 mg de P- PO_4/L . La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (<0.005 mg/L), QLVIZ-8 (0.008), VIZ-1 (0.013 mg/L) y VIZ-2 (0.057 mg/L) presentan bajos valores de fósforo, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 PGB-1 ($0.018 - 0.138$ mg/L), VIZ-1 ($0.014 - 0.08$ mg/L) y VIZ-2 ($0.014 - 0.16$ mg/L), en época de seca la concentración de fósforo es baja esto sugiere ausencia de fuentes de fósforo en el agua.

El contenido de fósforo reactivo del agua en el río Chilota CHL-8 (0.08 mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 ($0.02 - 0.54$ mg /L).

El contenido de fósforo reactivo en el río Chincune QLCHR-01 (0.081 mg/L) similar al MAP-6 ES (0.063 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.028 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.105 mg/L) y HAS-3 (0.046 mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6 HUA-20 ($0.03 - 0.102$ mg /L), HAS-2 ($0.089 - 0.28$ mg/L) y HAS-3 ($0.037 - 0.123$ mg /L).

El contenido de fósforo en el río Titire en la estación TIT-1 (<0.005 mg/L) no ha sido detectado en época de seca, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($0.02 - 0.35$ mg/L).

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani estación ALT-04 (0.024 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental para ($0.014 - 0.138$ mg/L).

En el río Asana las estaciones AS-01 (0.023 mg/L), P-11 (0.028 mg/L), AS-3 (0.052 mg /L), P-12 (0.007 mg/L), similar a los valores de línea base para las estaciones AS-01 ($<0.02 - 0.03$ mg/L), P-11 ($0.007 - 0.025$ mg/L), P-12 ($0.005 - 0.05$ mg/L), no se tiene fuentes de fósforo en el río Asana.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (0.005 mg /L) es similar a los valores de línea base P-01 ($0.007 - 0.02$ mg/L), no se tiene fuentes de fósforo en la quebrada Millune.

En la estación de la quebrada Sarayenque estación P-10 (0.029 mg/L) similar a los valores obtenidos en el MAP-6 ES P-10 (0.013 mg/L), no se tiene fuentes de fósforo en la quebrada Sarayenque.

En el río Charaque Q-CH (0.025 mg/L) similar a lo reportado en el MAP-6 ES (0.016 mg/L) y CH-3 (0.052 mg /L) similar a lo reportado en la línea base CH-3 (0.02 – 0.12 mg/L), no se tiene fuentes de fósforo en el río Charaque.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (0.076 mg/L), la estación CAP-2 (0.038 mg /L), se encuentra dentro de lo observado en la línea base CAP-1 (<0.02 – 0.057 mg/L) CAP-2 CAP-02 (0.02 – 0.123 mg/L). La estación CAP-3 (0.078 mg/L) tiene aguas con bajas concentraciones de fósforo.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (0.005 mg /L), COS-2 (0.005 mg/L), COS-3 (0.005 mg /L) y COS-4 (0.005 mg /L), no se tiene fuentes de fósforo en el río Coscore.

En el río Tumilaca estaciones TUM-3 (0.01 mg /L), TUM-4 (0.02 mg /L), no se tiene fuentes de fósforo en el río, en la estación 13172Rtumi1 (0.039 mg /L) es similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (0.009 – 0.15 mg/L), se tiene aporte de fósforo en la estación 13172Rtumi1, por el ingreso de aguas residuales.

En el río Moquegua la estación MQ-3 (0.05 mg/L) no tiene ingreso de fósforo, la estación 13172RMoqu1 (0.038 mg/L) no presenta mayor influencia de fósforo y 13172RMoqu2 (0.209 mg/L) presenta ingreso de fósforo de origen antropogénico, se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172RMoqu1 (0.045 – 0.33 mg/L), 13172RMoqu2 (0.005 – 0.2 mg/L). En el caso de la estación 13172RMoqu2 se tiene influencia del vertimiento de aguas residuales que aportan fósforo al cuerpo de agua.

En el río Osmore el agua en la estación 13172Rosmo1 (0.008 mg /L) no tiene influencia de ingreso de fósforo, los resultados son similares a los encontrados en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (0.005 – 0.042 mg/L). La calidad del agua en el río Ilo-1 (0.005 mg/L), este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.11. Sólidos Totales Disueltos

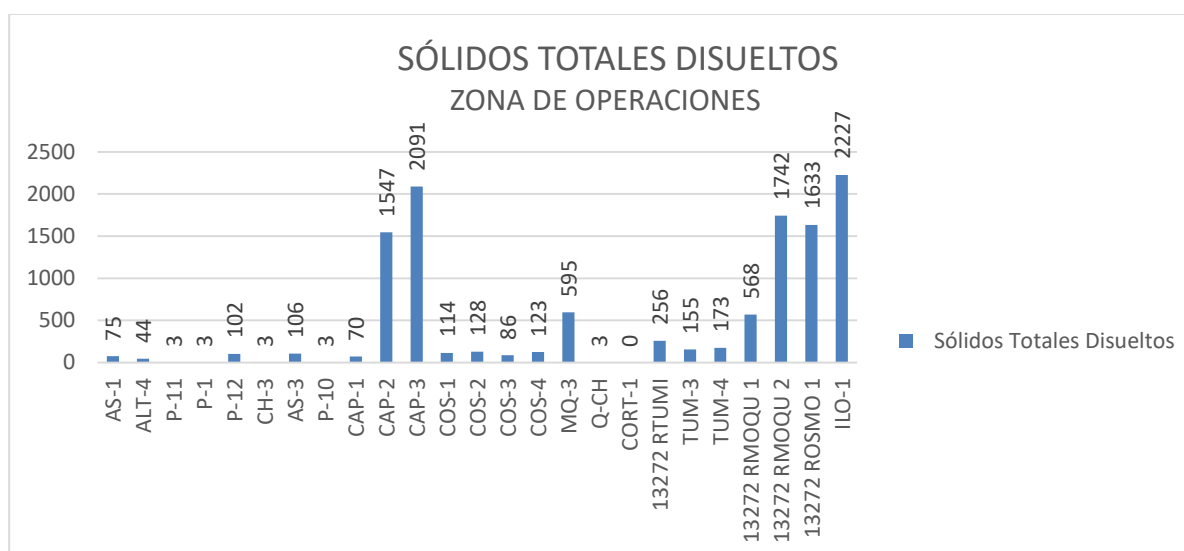
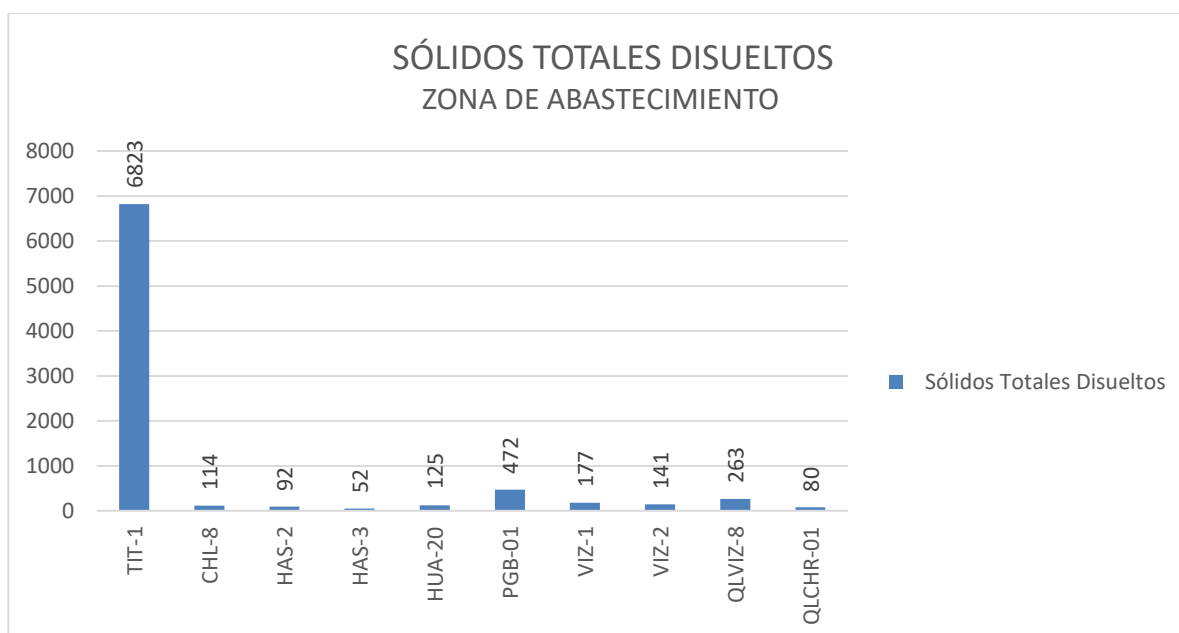


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los sólidos totales disueltos, representan a todas las sales disueltas, formadas por cationes metálicos disueltos como los de Na, K, Ca, Mg y otros metales disueltos, no tiene buena relación con los metales totales debido a que estos por lo general se encuentran adsorbidos.

También está formado por aniones disueltos como los cloruros, fluoruros, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos entre otros. La principal fuente son las sales que se encuentran en el lecho del río y que se disuelven en el agua. En época seca, solo la disolución de los iones del lecho es importante, pero en época de lluvia los iones disueltos pueden provenir del suelo y llegar disueltos en las escorrentías

juntamente con los sólidos suspendidos. El ECA Agua Categoría 3 no contempla valores límites para este parámetro.

El contenido de sólidos totales disueltos se relaciona muy bien con el valor de la conductividad eléctrica.

Como se observa en gráfico 13, las calidades del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de sólidos totales disueltos entre 52 a 6823 mg/L, estos característicos de la época seca donde por lo general se presenta alta concentración de los STD. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (472 mg/L), QLVIZ-8 (263 mg/L), VIZ-1 (177 mg/L) y VIZ-2 (141 mg/L) presentan altos valores de STD, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, VIZ-1 (103 – 395 mg/L), VIZ-2 (84 – 335 mg/L) y PGB-1 (235 - 515 mg/L), en época de seca por concentración aumenta la concentración de STD. Los valores altos en PGB-1 se asocian con valores moderados de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeseo (alto), plomo, potasio y sodio. La estación QLVIZ-8 presenta un contenido de STD menor al obtenido en el MAP-6 ES (410 mg/L).

El contenido de STD del agua en el río Chilota CHL-8 (114 mg/L), son los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (87 – 859 mg /L), en este caso los valores son característicos de época seca, el bajo caudal concentra el contenido de STD.

El contenido de STD en el río Chincune QLCHR-01 (80 mg/L) menor a lo reportado en el MAP-6 ES (131 mg/L), en el río Calasaya HUA-20 (125 mg/L) y las quebradas HAS-2 (92 mg/L) y HAS-3 (52 mg /L) se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 3, 4, 5 y 6 HUA-20 (111 – 517 mg /L), HAS-2 (81 – 94 mg/L) y HAS-3 (51 – 60 mg /L), los sólidos se concentran con bajos caudales.

El contenido de STD en el río Titire en la estación TIT-1 (6823 mg/L) es alto, la disminución del caudal incrementa el valor de STD en época de seca por concentración de las sales también se tiene el ingreso de aguas de naturaleza geotermal, este valor es esperado en la línea de base ambiental (255 – 9362 mg/L).

En la zona de operaciones, la calidad del agua en el río Altarani estación ALT-04 (44 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (25 – 116 mg/L).

En el río Asana las estaciones AS-01 (75 mg/L), P-11 (76 mg/L), AS-3 (106 mg /L), P-12 (102 mg/L), similar a los valores de línea base para las estaciones AS-01 (49 – 174 mg/L), P-11 (53 – 164 mg/L), P-12 (72 – 153 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 (95 – 107 mg/L) agua abajo en el río Asana se tiene ingreso de material de suelo disuelto.

En la estación de la quebrada Millune P-01 (582 mg /L) es mayor a los valores de línea base P-01 (160 – 425 mg/L), se tiene ingreso de material disuelto desde el suelo, incrementando el contenido de sólidos disueltos totales.

En la estación de la quebrada Sarayenque estación P-10 (40 mg/L) similar a los valores obtenidos lo esperado para la línea base P-10 (27 – 71 mg/L).

En el río Charaque el contenido de STD en la estación Q-CH (68 mg/L) similar a lo reportado en el MAP-6 ES (76 mg/L) y en la estación CH-3 (63 mg /L) similar a lo reportado en la línea base CH-3 (43 – 87 mg/L), el contenido de SDT se mantiene en el río aguas abajo.

En el río Capillune en la estación CAP-1 (70 mg/L), la estación CAP-2 (1547 mg /L), es similar a lo reportado para CAP-01 en el MAP-6 ES (63 mg/L), el CAP-2 se encuentra dentro de lo observado en la línea base CAP-2 (175 – 3262 mg/L). La estación CAP-3 (2091 mg/L) tiene aguas con mayor concentración de STD por procesos de evaporación del cuerpo de agua.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (114 mg /L), COS-2 (128 mg/L), COS-3 (86 mg /L) y COS-4 (123 mg /L), se tiene contenido moderado de STD en las estaciones monitoreadas.

En el río Tumilaca estaciones TUM-3 (155 mg /L), TUM-4 (173 mg /L), presenta contenidos medios de STD en el río, en la estación 13172Rtumi1 (256 mg /L) es similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (208 – 811 mg/L), se tiene contenidos medios de STD.

En el río Moquegua la estación MQ-3 (595 mg/L) similar a lo obtenido en el MAP-6 ES (584 mg/L) y la estación 13172RMoqu1 (568 mg/L) presenta ingreso de SDT, la estación 13172RMoqu2 (1742 mg/L) presenta mayor ingreso de SDT por disolución desde el suelo e ingreso de agua subterránea, se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172RMoqu1 (553 – 875 mg/L), 13172RMoqu2 (1154 – 2129 mg/L).

En el río Osmore el agua en la estación 13172Rosmo1 (1633 mg /L) no tiene influencia de ingreso de fósforo, los resultados son similares a los encontrados en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (1200 – 2049 mg/L). La calidad del agua en el río Ilo-1 (2227 mg/L) el ingreso de agua de mar puede estar influyendo en el contenido de SDT, este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.12. Sólidos Totales Suspendidos

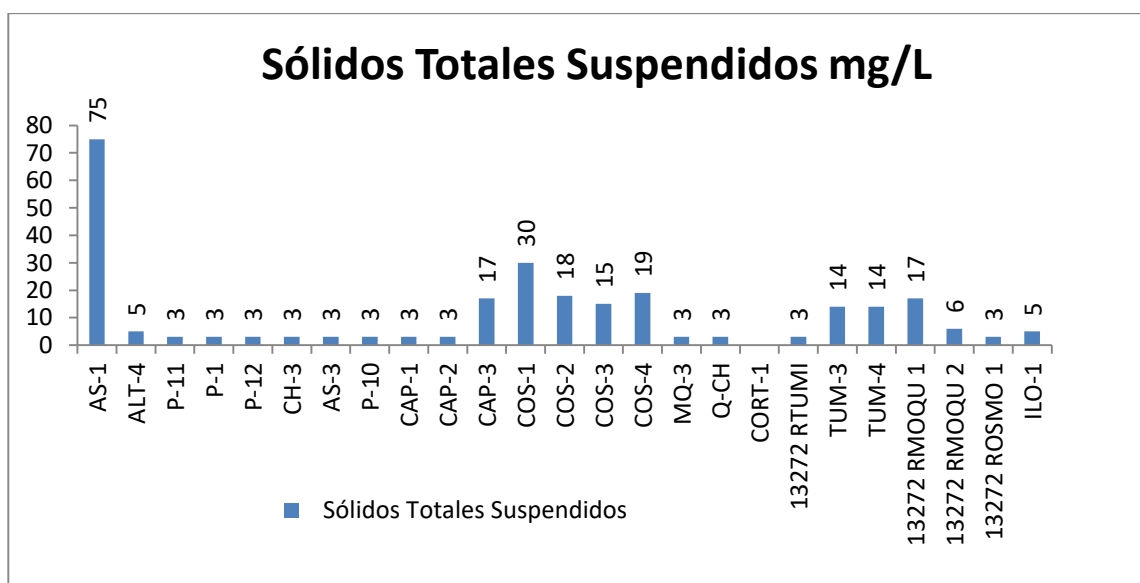
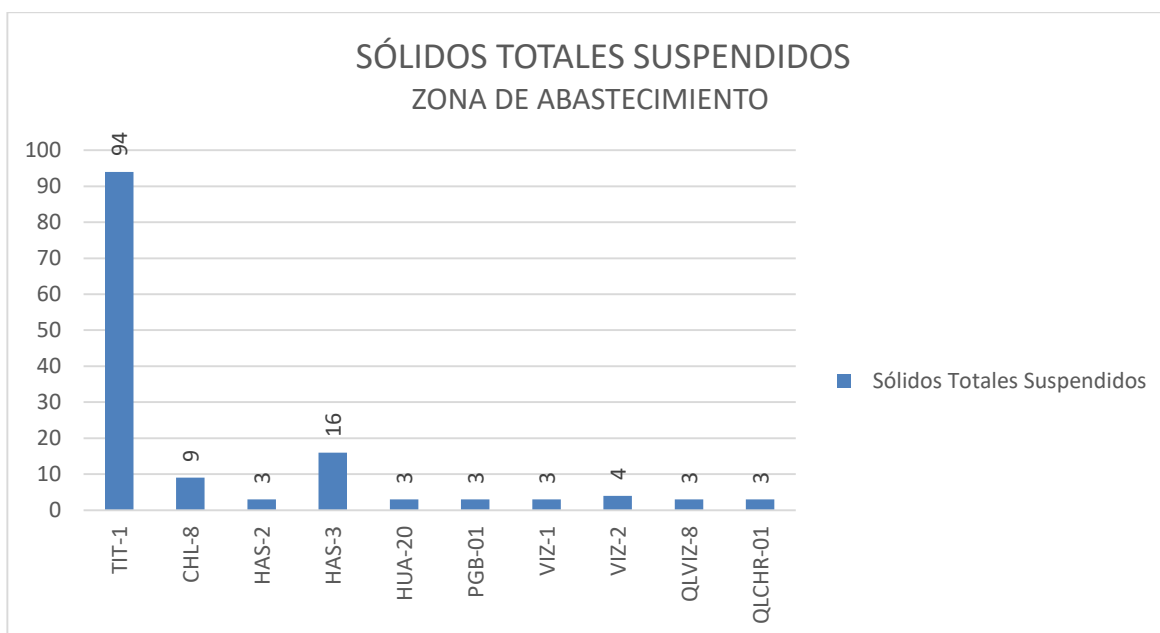


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los sólidos totales en suspensión son sólidos que permanecen en la columna del cuerpo de agua en el tiempo, son responsables del color y de la turbiedad, los microorganismos patógenos en más del 90 % se encuentran adheridos a este tipo de sólidos, por esta razón es importante su remoción antes de su uso. En época seca la cantidad de sólidos totales en suspensión es baja, pero en épocas de lluvia la acción de las lluvias genera escorrentías que arrastran material del suelo y todo lo que se encuentre sobre este al agua, generando valores significativamente mayores de sólidos totales en suspensión que en la época seca. El ECA Agua Categoría 3 no contempla un valor límite para este parámetro.

Como se observa en gráfico 14, las calidades del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de sólidos totales suspendidos entre 3 a 94 mg/L, estos característicos de la época seca donde se tienen aguas transparentes. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (<3 mg/L), QLVIZ-8 (<3 mg/L), VIZ-1 (<3 mg/L) y VIZ-2 (4 mg/L) presentan valores bajos de STS, los valores son los esperados en la línea de base ambiental y MAP 3, 4, 5 y 6 PGB-1 (2 - 15 mg/L), VIZ-1 (1 - 5 mg/L), VIZ-2 (2 - 180 mg/L).

El contenido de STS del agua en el río Chilota CHL-8 (9 mg/L), son bajos y los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (2 - 269 mg /L), en este caso los valores son característicos de época seca, no existe mayores desprendimientos de material de suelo.

El contenido de STS en el río Chincune estación QLCHR-01 (<3 mg/L), río Calasaya HUA-20 (<3 mg/L) y las quebradas HAS-2 (<3 mg/L) son los esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (1 - 2 mg /L), HAS-2 (1 - 3 mg/L), en el caso de HAS-3 (16 mg /L) los valores son mayores a lo sreportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 HAS-3 (2 - 3 mg /L), se tiene un pequeño ingreso de material de suelo al agua.

El contenido de STS en el río Titire en la estación TIT-1 (94 mg/L) es alto debido al efecto de ingreso de material de suelo o desprendimientos de suelo, este valor es esperado en la línea de base ambiental (2 - 283 mg/L). Estos valores se asocian a valores altos de hierro y aluminio componentes importantes del material de suelo.

El contenido de STS en la zona de operaciones, en el río Altarani estación ALT-04 (5 mg/L) es bajo son aguas cristalinas, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (2 - 176 mg/L).

En el río Asana las aguas son cristalinas con bajo contenido de STD, en las estaciones AS-01 (75 mg/L), P-11 (<3 mg/L), AS-3 (<3 mg /L), P-12 (<3 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (2 - 159 mg/L), P-11 (2 - 78 mg/L), P-12 (2 - 113 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (2 - 12 mg/L).

Los STS en las aguas de la quebrada Millune P-01 (<3 mg/L), son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-01 (2 - 350 mg/L) característico de la época seca. En la quebrada Sarayenque P-10 (<3 mg/L) son transparentes, este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental P-10 (2 - 404 mg/L) característico de la época seca.

En el río Charaque CH-3 (<3 mg/L) son aguas transparentes. Este valor se encuentra dentro de lo esperado en la línea base ambiental CH-3 (2 - 639 mg/L), característico de la época seca. La estación Q-CH (<3 mg/L) son transparentes, el contenido de SDT se mantiene en el río aguas abajo.

El contenido de STS en el río Capillune CAP-1 (<3 mg/L) y CAP-2 (<3 mg /L) son transparentes se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (2 - 4600 mg/L) y CAP-2 (2 - 1064 mg/L). La estación CAP-3 (17 mg/L) son aguas poco turbias debido al proceso de evaporación y formación de carbonatos.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (30 mg /L), COS-2 (18 mg/L), COS-3 (15 mg /L) y COS-4 (19 mg /L), se tiene contenido moderado concentración de STS son ligeramente turbias.

En el río Tumilaca estaciones TUM-3 (14 mg /L), TUM-4 (14 mg /L), presenta contenidos medios de STS en el río, en la estación 13172Rtumi1 (17 mg /L) es similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (3 – 107 mg/L), son aguas ligeramente turbias.

En el río Moquegua la estación MQ-3 (<3 mg/L) similar a lo obtenido en el MAP-6 ES (2 mg/L) y la estación 13172RMoqu1 (17 mg/L) presenta ingreso de STS, la estación 13172RMoqu2 (6 mg/L) son poco turbias, se encuentran dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172RMoqu1 (7 – 1445 mg/L), 13172RMoqu2 (<2 – 207 mg/L).

En el río Osmore el agua en la estación 13172Rosmo1 (<3 mg /L) son transparentes, los resultados son similares a los encontrados en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (<2 – 1190 mg/L). La calidad del agua en el río llo-1 (5 mg/L) poco turbia, este valor es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.13. Sulfuros

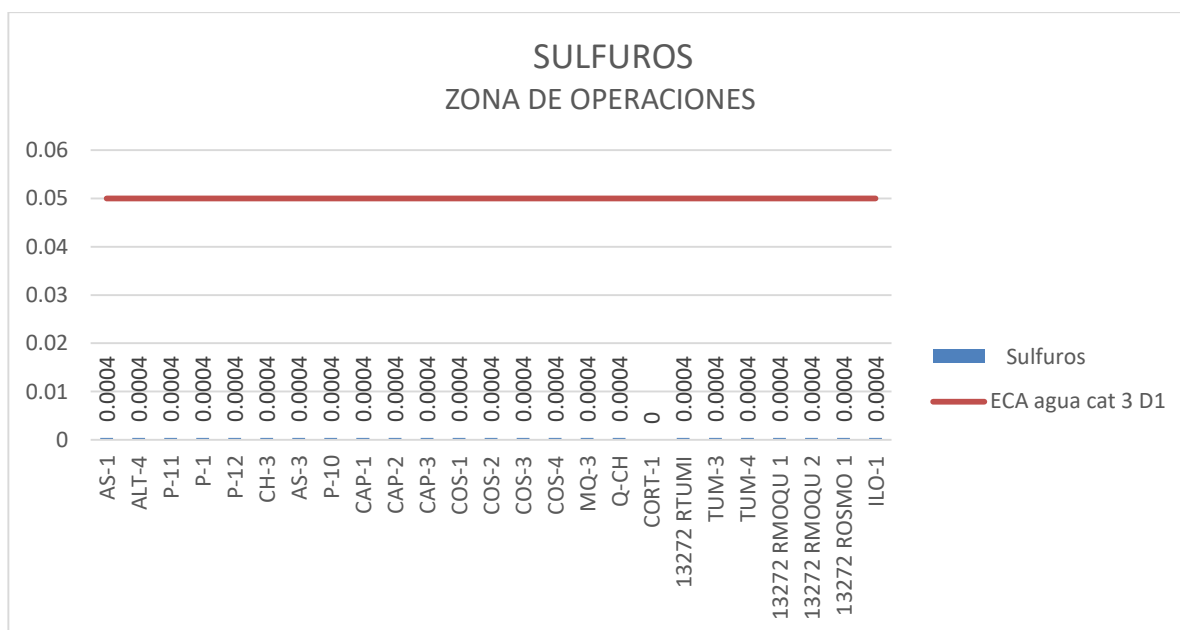
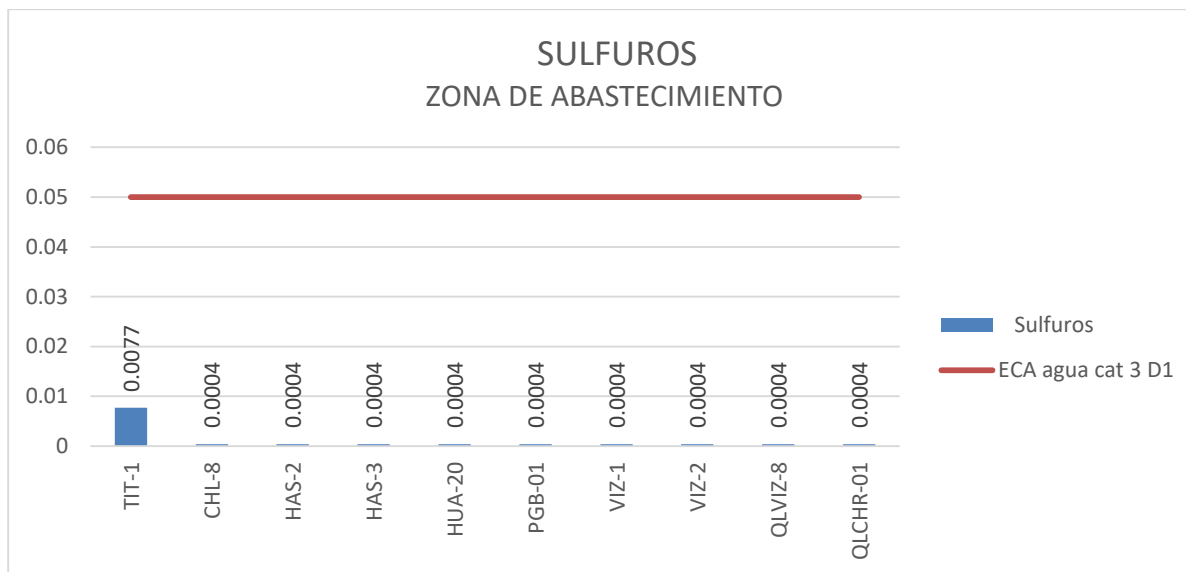


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los sulfuros en la corteza terrestre están asociados con los metales, se encuentran a menudo en el agua subterránea, especialmente en manantiales calientes. Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos.

La concentración umbral para H₂S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H₂S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H₂SO₄ en las paredes de las tuberías.

Como se observa en gráfico 15, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de sulfuros no han sido detectadas, estos valores son similares a los esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6, para PGB-1 (<0.0004 mg/L), VIZ-1 (<0.0004 mg/L) y VIZ-2 (<0.0004 – 0.004 mg/L), CHL-8 (<0.0004 mg /L), HUA-20 (<0.0004 mg /L), HAS-2 (<0.0004 mg/L) y HAS-3 (<0.0004 – 0.002 mg /L) y la línea de base ambiental del TIT-1 (<0.0004 – 0.025 mg/L) en época seca se tiene aguas claras no se tiene mayor ingreso de sulfuros.

Los sulfuros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (<0.0004 mg/L), río Asana AS-01 (<0.0004 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), AS-4 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 mg/L), quebrada Millune P-01 (<0.0004 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (<0.0004 mg/L), río Charaque Q-CH (<0.0004 mg/L), CH-3 (<0.0004 mg/L) no han sido detectados, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5 para la estación ALT-04 (ND), AS-01 (ND – 0.005 mg/L), (AS-4 (<0.0004 – 0.006 mg/L), P-11 (<0.0004 mg/L), P-12 (<0.0004 – 0.012 mg/L), P-01 (<0.0004 – 0.004 mg/L), P-10 (ND), CH-3 (<0.0004 – 0.01 mg/L).

El contenido de sulfuro en el río Capillune CAP-2 (<0.0004 mg /L) se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base (<0.0004 – 0.013 mg/L). Los ríos Asana P-11, AS-4, P-12, quebrada Millune P-01, río Charaque CH-3 y río Capillune CAP-02 la concentración de sulfuros no está influenciada por desprendimientos de material de suelo o escorrentías.

En el río Coscore COS-1 (<0.0004 mg /L), COS-2 (<0.0004 mg /L), COS-3 (<0.0004 mg /L) y COS-4 (<0.0004 mg /L) no se ha detectado sulfuros.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de sulfuros en el río Tumilaca estación TUM-3 (<0.0004 mg /L), TUM-4 (<0.0004 mg /L), 13172Rtumi1 (<0.0004 mg/L) en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu1 (<0.0004 mg /L), 13172RMoqu2 (<0.0004 mg/L) en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0,0004 mg/L) no ha sido detectada. Los resultados del MAP 6 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 5, para la estación 13172Rtumi1 (<0.0004 – 0.011 mg/L), 13172RMoqu1 (<0.0004 – 0.014 mg/L), 13172RMoqu2 (<0.0004 – 0.005 mg/L) y 13172Rosmo1 (<0.0004 – 0.006 mg/L) no se tiene mayor ingreso de sulfuro en época seca.

ANIONES

5.1.4.14. Cloruros

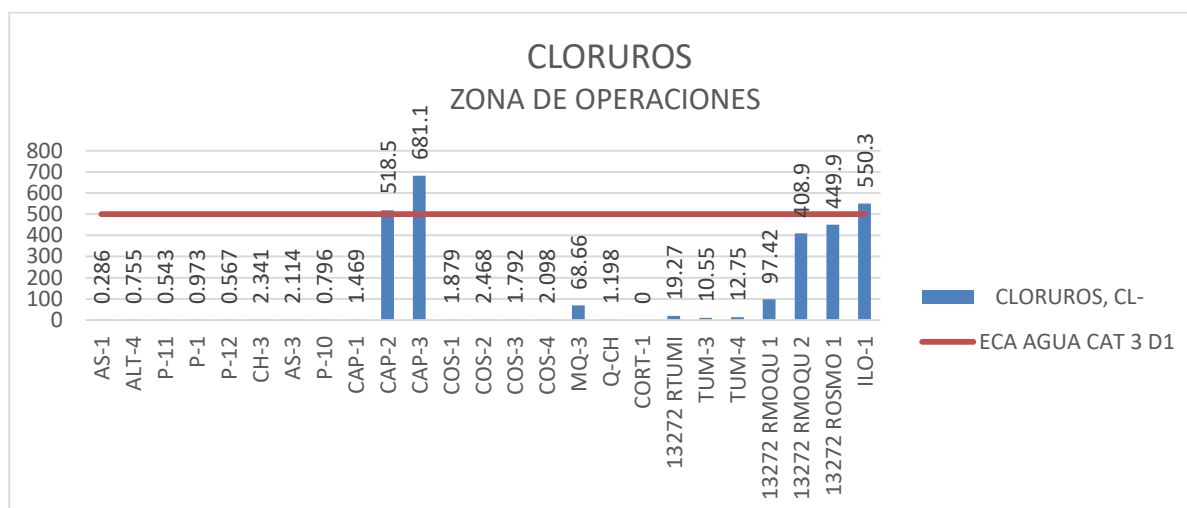
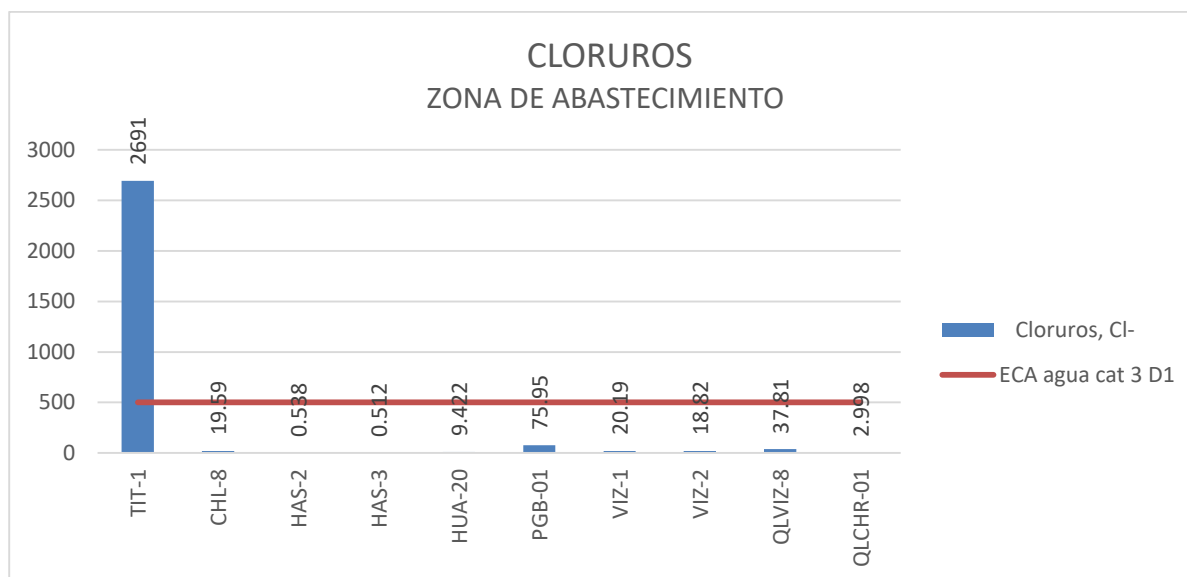


Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros (mg/L) de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los cloruros se encuentran en los suelos de Moquegua juntamente con los aluminosilicatos y sulfatos, se encuentra asociados al ion sodio, sólidos disueltos totales y la conductividad, estas sales de cloruro de sodio tienen origen marino o geológico. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 500 mg/L.

Como se observa en gráfico 16, las calidades del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de cloruros entre 0.4 a 2691 mg/L, estos característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración por disminución del caudal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (75.95 mg/L), QLVIZ-8 (37.81 mg/L), VIZ-1 (20.19 mg/L) y VIZ-2 (18.82

mg/L) presentan valores altos de cloruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, PGB-1 (31.9 – 96.6 mg/L), superiores a VIZ-1 (4.028 – 59.37 mg/L) y similares a VIZ-2 (8.862 – 61.91 mg/L), en época de seca la concentración aumenta por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas en PGB-1.

El contenido de cloruros del agua en el río Chilota CHL-8 (19.59 mg/L), son bajos y similares a los esperados en la línea de base ambiental para el CHL-8 (8.705 – 312.2 mg /L), no se tiene mayor ingreso de cloruros en el río chilota en época seca.

El contenido de cloruros en el río Chincune QLCRH-01 (2.998 mg/L), río Calasaya HUA-20 (9.422 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.538 mg/L) y HAS-3 (0.512 mg /L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6 HAS-2 (0.484 – 0.846 mg/L), HAS-3 (0.399 – 0.765 mg /L) y HUA-20 (4.229 – 10.925 mg /L), el valor de cloruros aumenta en comparación con la época seca.

El contenido de cloruros en el río Titire en la estación TIT-1 (2691 mg/L) es alto debido a la concentración de sales con el bajo caudal e ingreso de aguas de origen geotermal, este valor es esperado en la línea de base ambiental (48.03 – 4695 mg/L). El contenido de cloruros está directa relacionado con el valor de la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos en esta estación.

El contenido de cloruros en la zona de operaciones, en el río Altarani estación ALT-04 (0.286 mg/L) es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (0.432 – 1.522 mg/L).

En el río Asana las aguas tienen bajo contenido de cloruros, en las estaciones AS-01 (0.286 mg/L), P-11 (<3 mg/L), AS-3 (<3 mg /L), P-12 (<3 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (0.672 – 6.654 mg/L), P-11 (0.596 – 1.494 mg/L), P-12 (0.72 – 2.916 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.652 – 0.807 mg/L).

La concentración de cloruros en la quebrada Millune P-01 (0.973 mg/L), es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-01 (0.729 – 2.699 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.796 mg/L) es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base P-10 (0.607 – 2.366 mg/L).

En el río Charaque estaciones Q-CH (1.198 mg/L) fue mayor a lo encontrado en el MAP-6 ES (0.71 mg/L) y CH-3 (2.341 mg/L) la concentración de cloruros es baja y se encuentra dentro de los esperado en la línea base para CH-3 (0.991 – 3.07 mg/L).

El contenido de cloruros en el río Capillune estaciones CAP-1 (1.469 mg/L) es baja mientras que en CAP-2 (518.5 mg /L) es alto, se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.843 – 18.55 mg/L) y CAP-2 (24.63 – 833.3 mg/L), se observa una mayor concentración de cloruros por efecto del ingreso de aguas subterráneas o por riego con aguas subterráneas y disminución del caudal. La estación CAP-3 (681.1 mg/L) son aguas mayor concentración de cloruros por el ingreso de aguas subterráneas y debido al proceso de evaporación.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (1.879 mg /L), COS-2 (2.468 mg/L), COS-3 (1.792 mg /L) y COS-4 (2.098 mg /L), se tiene contenido bajo de cloruros.

El contenido de cloruros en el río Tumulaca estaciones TUM-3 (10.55 mg/L), TUM-4 (12.75 mg/L) y 13172Rtumi1 (19.27 mg/L) es baja, similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (12.08 – 15.67 mg/L), son aguas con bajo contenido de cloruros.

En el río Moquegua el contenido de cloruros en las estaciones MQ-3 (68.66 mg/L) fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (74.83 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (97.42 mg /L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de cloruros, la estación 13172RMoqu2 (408.9 mg/L), los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (72.32 – 150 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (250.8 – 470.4 mg/L).

En el río Osmore la concentración de cloruros en la estación 13172Rosmo1 (449.9 mg/L) es alta probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de cloruros. Los resultados se encuentran dentro de los esperado para los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (263.2 – 481.3 mg/L), la concentración de cloruros cuando disminuye el caudal es mayor en época seca en comparación con la época húmeda. La calidad del agua en el río Ilo-1 (550.3 mg/L) evidencia ingreso de agua de mar en el agua, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.15. Fluoruro

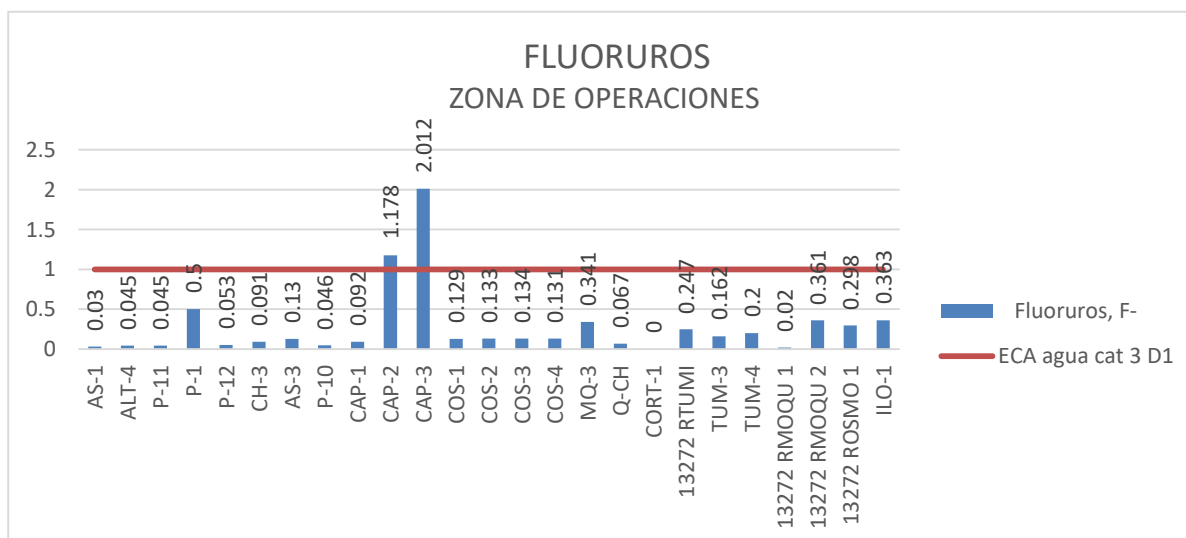
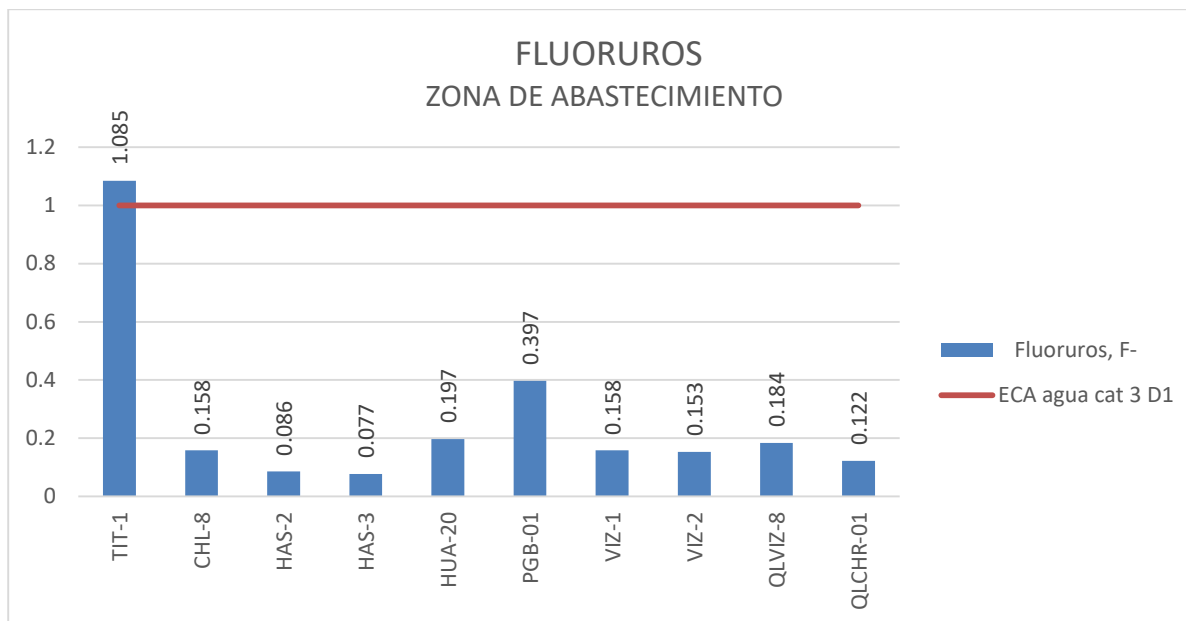


Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros (mg/L) de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Las fuentes naturales de fluoruro en el agua son las escorrentías de rocas erosionadas que contienen fluor o lixiviación del suelo a través del ingreso de aguas subterráneas. La lixiviación de rocas ígneas alcalinas, dolomita, fosforita y vidrios volcánicos resultan en grandes concentraciones en el agua. En el agua los fluoruros están fuertemente ligados con el aluminio principalmente a valores bajos de pH < 5.

Los fluoruros también pueden formar complejos con el Calcio y Magnesio pudiendo ser removidos por precipitación con los carbonatos. El exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar fluorosis oseo o dental, también puede ocasionar daño a nivel del tejido hepático. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L.

Como se observa en gráfico 17, las calidades del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de fluoruros entre 0.077 a 1.085 mg/L, estos característicos de la época seca, se tiene una fuente importante de fluor en el río Titire, debido al aporte de aguas de naturaleza geotermal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.397 mg/L), QLVIZ-8 (0.184 mg/L), VIZ-1 (0.158 mg/L) y VIZ-2 (0.153 mg/L) presentan valores bajos de fluoruros, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 PGB-1 (0.002 – 0.481 mg/L), VIZ-1 (0.083 – 0.175 mg/L) y VIZ-2 (0.038 – 2.136 mg/L), en época seca las concentraciones de fluoruros son mayores con respecto a la época de lluvia.

El contenido de fluoruros del agua en el río Chilota CHL-8 (0.158 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.04 – 0.184 mg /L), en época seca las concentraciones de fluoruros se mantienen con respecto a la época de lluvia.

El contenido de fluoruros en el río Chincune QLVIZ-8 (0.184 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.197 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.086 mg/L) y HAS-3 (0.077 mg /L) son los esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (0.099 – 0.348 mg /L), mayor para HAS-2 (0.037 – 0.079 mg/L) y similares a los reportados para HAS-3 (0.097 – 0.053 mg /L), en época seca las concentraciones de fluoruros son mayores con respecto a la época de lluvia.

El contenido de fluoruros en el río Titire en la estación TIT-1 (1.085 mg/L) es alto debido a la concentración de sales con el bajo caudal e ingreso de aguas de origen geotermal, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.002 – 1.956 mg/L), en época seca las concentraciones de fluoruros es mayor con respecto a la época de lluvia.

La concentración de fluoruros en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.045 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (0.022 – 0.072 mg/L).

En el río Asana las aguas tienen bajo contenido de fluoruros, en las estaciones AS-01 (0.03 mg/L), P-11 (0.045 mg/L), AS-3 (0.13 mg /L), P-12 (0.053 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (0.029 – 0.12 mg/L), P-11 (0.022 – 0.106 mg/L), P-12 (0.036 – 0.138 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.073 – 0.126 mg/L).

La concentración de fluoruros en la estación de la quebrada Millune P-01 (0.5 mg/L) valor moderado, este valor es esperado en la línea base P-01 (0.111 – 0.503 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.046 mg/L) la concentración de fluoruros es bajo este valor es esperado en la línea base P-10 (0.011 – 0.059 mg/L).

La concentración de fluoruros en el río Charaque Q-CH (0.067 mg/L) fue similar a lo encontrado en el MAP-6 ES (0.07 mg/L) y en la estación CH-3 (0.091 mg/L) la concentración es baja, este valor es superior a lo reportado en la línea base para CH-3 (0.027 – 0.084 mg/L).

El contenido de fluoruros en el río Capillune CAP-1 (0.092 mg/L) es bajo y en CAP-2 (1.178 mg /L) es alto, se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP 1 (0.002 – 0.104) y para CAP-2 (0.111 – 2.691 mg/L), en CAP-2 se observa una concentración alta del fluor en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con aguas subterráneas y disminución del caudal. La estación CAP-3 (2.012 mg/L) son aguas con mayor concentración de fluoruros por el ingreso de aguas subterráneas y debido al proceso de evaporación.

En la quebrada Cortadera CORT-1 no se tuvo caudal por lo que no se midió fluoruros, en el MAP 6 ES se tuvo (1.778 mg/L), este valor es referencial y será utilizado en futuros monitoreos.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (0.129 mg /L), COS-2 (0.133 mg/L), COS-3 (0.134 mg /L) y COS-4 (0.131 mg /L), se tiene contenido bajo de fluoruros.

El contenido de fluoruros en el río Tumilaca estaciones TUM-3 (0.162 mg/L), TUM-4 (0.2 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.247 mg/L) es baja, similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (0.123 – 0.211 mg/L), son aguas con bajo contenido de cloruros.

En el río Moquegua el contenido de fluoruros en las estaciones MQ-3 (0.341 mg/L) fue mayor a lo reportado en el MAP-6 ES (0.29 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (0.02 mg /L) es baja, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de fluoruros, la estación 13172RMoqu2 (0.361 mg/L), los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (0.204 – 0.352 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (0.186 – 0.364 mg/L).

En el río Osmore la concentración de fluoruros en la estación 13172Rosmo1 (0.298 mg/L) es moderada probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de fluoruros. Los resultados es similar a lo esperado para los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (ND – 0.295 mg/L), la concentración de fluoruros se da por el ingreso de aguas subterránea o riego con aguas subterránea. La calidad del agua en el río Ilo-1 (0.363 mg/L), este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.16. Nitratos

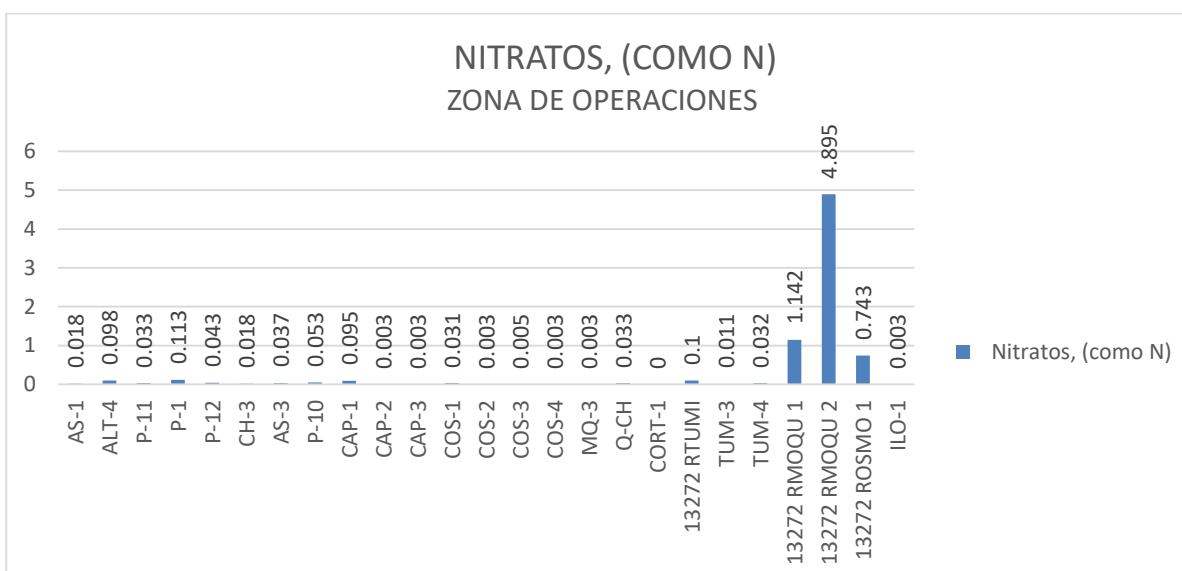
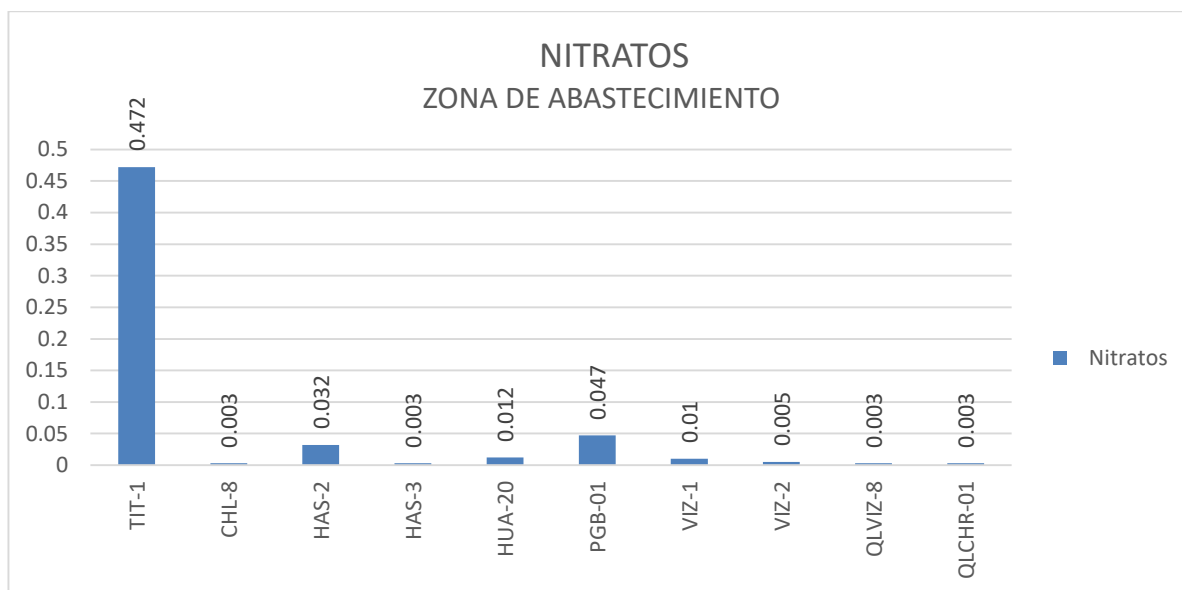


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los nitratos se forman a partir de la descomposición de materia orgánica nitrogenada como aminoácidos y proteínas que son liberados en las aguas residuales domésticas, que se degradan por acción de los microorganismos formando en primer lugar nitrógeno amoniacal, nitritos y como producto final de la oxidación los nitratos. Otra fuente adicional de nitratos es el ingreso desde el suelo en forma de fertilizantes nitrogenados. El exceso de nitratos en el agua de consumo puede provocar la metahemoglobinemia. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 100 mg/L para la suma de nitratos y

nitritos, para nitritos fija un valor de 10 mg/L. En el presente informe solo se interpreta el contenido de nitratos debido a que los nitritos no han sido detectados

Como se observa en gráfico 18, las calidades del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan concentraciones de nitratos entre <math><0.003</math> a 0.472 mg/L, estos característicos de la época seca por concentración de sales. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.047 mg/L), QLVIZ-8 (<math><0.003</math> mg/L), VIZ-1 (0.01 mg/L) y VIZ-2 (0.005 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 PGB-1 (<math><0.003 - 0.375</math> mg/L), VIZ-1 (<math><0.003 - 0.129</math> mg/L) y VIZ-2 (<math><0.003 - 0.185</math> mg/L), en época de seca las concentraciones de nitratos en PGB-01 se incrementan.

El contenido de nitratos del agua en el río Chilota CHL-8 (<math><0.003</math> mg/L), son bajos y con respecto a la línea de base ambiental para el CHL-8 (<math><0.003 - 0.156</math> mg/L) están dentro de lo esperado.

El contenido de nitratos en el río Chincune QLCHR-01 (<math><0.003</math>), río Calasaya HUA-20 (0.012 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.032 mg/L) y HAS-3 (<math><0.003</math> mg/L) se encuentran en los rangos esperados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (<math><0.003 - 0.104</math> mg/L), HAS-2 (0.008 – 0.137 mg/L) y HAS-3 (<math><0.003</math> mg/L), no se tiene mayores fuentes de nitratos en época seca.

El contenido de nitratos en el río Titire en la estación TIT-1 (0.472 mg/L) es moderado, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.068 – 0.972 mg/L), se observa concentración de nitratos por disminución del caudal e ingreso de aguas geotermiales.

La concentración de nitratos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.098 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (0.003 – 0.274 mg/L).

En el río Asana las aguas tienen bajo contenido de nitratos, en las estaciones AS-01 (0.018 mg/L), P-11 (0.033 mg/L), AS-3 (0.037 mg/L), P-12 (0.043 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (<math><0.003 - 0.127</math> mg/L), P-11 (0.003 – 0.169 mg/L), P-12 (0.003 – 0.131 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.014 – 0.046 mg/L).

El contenido de nitratos en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.113 mg/L) es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base P-01 (0.007 – 0.269 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.053 mg/L) la concentración de nitratos es bajo, estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea base, P-10 (0.003 – 0.25 mg/L).

La concentración de nitratos en el río Charaque Q-CH (0.033 mg/L) fue menor a lo encontrado en el MAP-6 ES (0.067 mg/L) y en la estación CH-3 (0.018 mg/L) la concentración es baja, este valor es menor a lo reportado en la línea base para CH-3 (0.027 – 0.084 mg/L).

El contenido de nitratos en el río Capillune CAP-1 (0.095 mg/L) y CAP-2 (<0.003 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.003 – 0.293 mg/L) y CAP-2 (0.003 – 1.417 mg/L), no se tiene fuente de nitratos en época seca. La estación CAP-3 (< 0,003 mg/L) no presenta fuente de nitratos es un valor referencial para futuros monitoreos.

En la quebrada Cortadera CORT-1 no se tuvo caudal por lo que no se midió nitratos, en el MAP 6 ES se tuvo (0.016 mg/L), este valor es referencial y será utilizado en futuros monitoreos.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (0.031 mg /L), COS-2 (<0.003 mg/L), COS-3 (0.005 mg /L) y COS-4 (<0.003 mg /L), se tiene contenido bajo de nitratos.

El contenido de nitratos en el río Tumilaca estaciones TUM-3 (0.011 mg/L), TUM-4 (0.032 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.1 mg/L) es baja, similar a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (0.045 – 0.183 mg/L), son aguas con bajo contenido de nitratos.

En el río Moquegua el contenido de nitratos en las estaciones MQ-3 (<0.003 mg/L) fue menor a lo reportado en el MAP-6 ES (0.209 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (1.142 mg /L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de nitratos, la estación 13172RMoqu2 (4.895 mg/L), los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (2.120 – 4.954 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (1.461 – 5.526 mg/L). La estación 13172RMoqu2 presenta un incremento de nitratos con respecto a otras estaciones debido al ingreso de aguas residuales tratadas.

En el río Osmore la concentración de nitratos en la estación 13172Rosmo1 (0.743 mg/L) es moderada probablemente el ingreso de agua subterránea para riego puede influir en el contenido de nitratos. Los resultados es similar a lo esperado para los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (ND – 1.842 mg/L), la concentración de nitratos se da por el ingreso de aguas subterránea, riego con aguas subterránea, aguas residuales tratadas. La calidad del agua en el río Ilo-1 (<0.003 mg/L), este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.17. Sulfatos

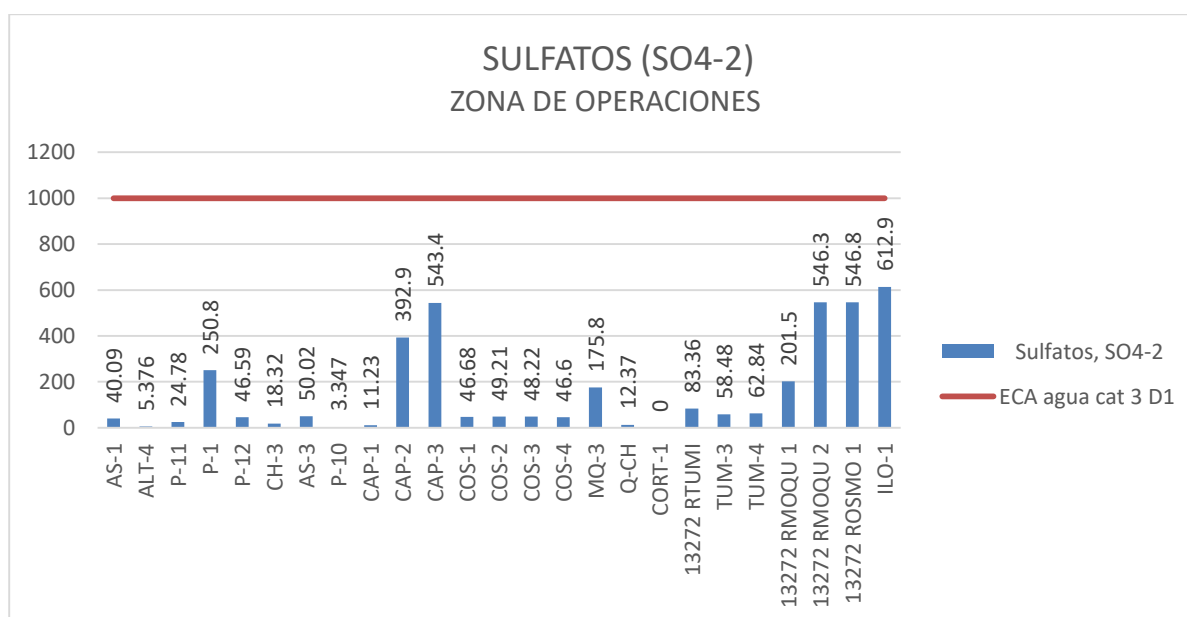
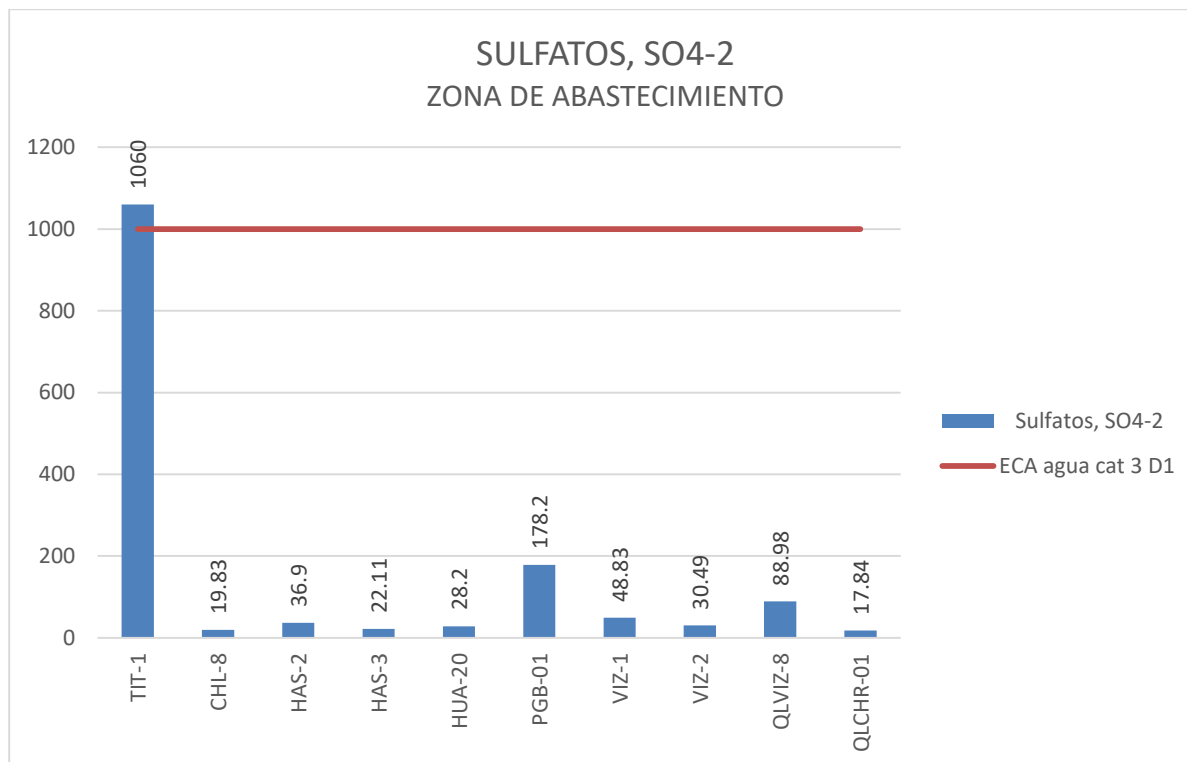


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los sulfatos en el agua pueden provenir de la oxidación de minerales sulfurados, que por la acción del oxígeno del aire liberan el aluminio y hierro generando sulfatos en forma de ácido sulfúrico que baja drásticamente el valor del pH, también por la disolución de minerales como o sulfatados como la Alunita ((K,Na)Al₃(SO₄)₂(OH)₆) y la Jarosita KFe₃(SO₄)₂(OH)₆. De otro lado los sulfatos pueden provenir de la

disolución de sulfatos de sodio, calcio, magnesio entre otras sales solubles. Los sulfatos en las zonas de estudio son de origen geológico, según el estudio hidrológico del valle de Moquegua e Ilo realizado por el INRENA Jun-2004 se encontró que las aguas son de naturaleza sulfatada o bicarbonatada cálcica, siendo la presencia de los sulfatos significativa. El ECA Agua Categoría 3 para riego de vegetales es 1000 mg/L.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presenta concentraciones de sulfatos entre 17.84 a 1060 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto el río Titire, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración de sales por disminución del caudal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (178.2 mg/L), QLVIZ-8 (88.98 mg/L), VIZ-1 (48.83 mg/L) y VIZ-2 (30.49 mg/L) presentan valores medios de sulfatos debido a la influencia del agua del embalse, estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 para PGB-1 (38.41 – 192.1 mg/L), VIZ-1 (24.79 – 136.42 mg/L) y similar para VIZ-2 (7.542 – 133.6 mg/L), en época seca la concentración aumenta en PGB-01.

El contenido de sulfatos del agua en el río Chilota CHL-8 (19.83 mg/L), es bajo y está dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.79 – 51.26 mg /L).

El contenido de sulfatos en el río Chincune QLCHR-01 (17.84 mg/L) es bajo, en el río Calasaya HUA-20 (28.2 mg/L) es moderado y en las quebradas HAS-2 (36.9 mg/L) y HAS-3 (22.11 mg /L) es bajo. Estos valores son similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (19.66 – 177.9 mg /L), HAS-2 (31.26 – 40.06 mg/L) y HAS-3 (12.77 – 25.7mg /L), no se tiene una mayor fuente de sulfatos en época seca en estas estaciones de monitoreo.

El contenido de sulfatos en el río Titire en la estación TIT-1 (1060 mg/L), este valor es mayor al esperado en la línea de base ambiental (63.93 – 1006 mg/L), se observa incremento del contenido de sulfatos en época seca por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sulfatos entre 5.376 a 612.9 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde la concentración de las sales por disminución de caudal.

La concentración de sulfatos en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (5.376 mg/L), estos valores son similares a los resultados obtenidos en la línea de base ambiental (4.487 – 58.18 mg/L).

En el río Asana las aguas tienen bajo contenido de sulfatos, en las estaciones AS-01 (40.09), P-11 (24.78 mg/L), AS-3 (50.02 mg /L), P-12 (46.59 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (5.394 – 73.56 mg/L), P-11 (21.23 – 49.1 mg/L), P-12 (30.33 – 68.05 mg/L), en el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 AS-4 (39.43 – 59.36 mg/L).

En la estación de la quebrada Millune P-01 (250.8 mg/L) es alta en comparación con la época húmeda la mayor oxidación de material sulfuroso o disolución de minerales sulfatados pueden estar incrementando el contenido de sulfatos y aluminio en esta quebrada, los resultados son mayores a los esperados en la línea de base P-01 (98.21 – 238.9 mg/L). En la estación de la quebrada Sarayenque P-10 (3.347 mg/L) la concentración de sulfatos es baja, estos resultados son los esperados en la línea de base P-10 (2.851 – 13.36 mg/L).

La concentración de sulfatos en el río Charaque estaciones Q-CH (12.37 mg/L) fue similar a lo encontrado en el MAP-6 ES (10.77 mg/L) y en la estación CH-3 (18.32 mg/L), la concentración de sulfatos es baja, este resultado es esperado en la línea de base para CH-3 (11.51 – 19.43 mg/L).

El contenido de sulfatos en el río Capillune CAP-1 (11.23 mg/L) es baja, en la estación CAP-2 (392.9 mg/L) es moderado esto se debe al ingreso de suelo disuelto en agua e ingreso de agua subterránea se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (8.836 – 20.18 mg/L), para CAP-2 (36.39 – 978.3 mg/L). La estación CAP-3 (543.4 mg/L) presenta una concentración de sulfatos moderada, se observa concentración de sales por disminución del caudal, es un valor referencial para futuros monitoreos.

En la quebrada Cortadera CORT-1 no se tuvo caudal por lo que no se midió sulfatos.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (46.68 mg/L), COS-2 (49.21 mg/L), COS-3 (48.22 mg/L) y COS-4 (46.6 mg/L), se tiene contenido bajo de sulfatos.

El contenido de sulfatos en el río Tumilaca estaciones TUM-3 (58.48 mg/L), TUM-4 (62.84 mg/L) y 13172Rtumi1 (83.36 mg/L) es baja, superior a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (72.35 – 78.94 mg/L), son aguas con bajo contenido de sulfatos.

En el río Moquegua el contenido de sulfatos en las estaciones MQ-3 (175.8 mg/L) fue menor a lo reportado en el MAP-6 ES (195.3 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (201.5 mg/L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de sulfatos, la estación 13172RMoqu2 (546.3 mg/L), los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (160.1 – 280.9 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (358.7 – 680.9 mg/L).

En el río Osmore la concentración de nitratos en la estación 13172Rosmo1 (546.8 mg/L) es moderada por la disminución del caudal e ingreso de aguas de origen subterráneo. Los resultados son similares a lo esperado para los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (370.6 – 603.4 mg/L), la concentración de sulfatos se da por el ingreso de aguas subterránea, riego con aguas subterránea, disolución de material de suelo. La calidad del agua en el río Ilo-1 (612.9 mg/L), este resultado es referencial para futuros monitoreos.

METALES

5.1.4.18. Aluminio

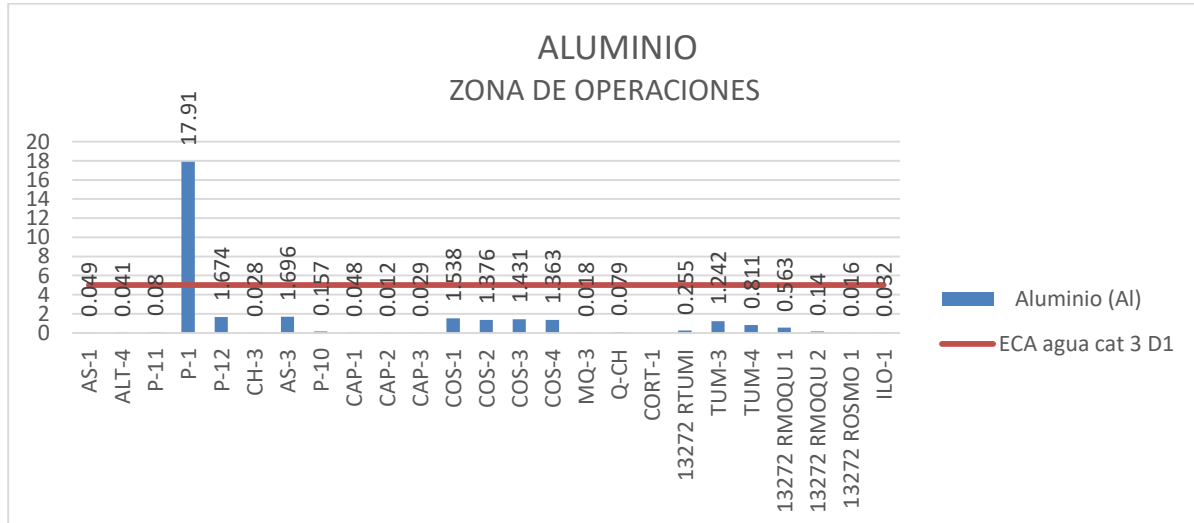
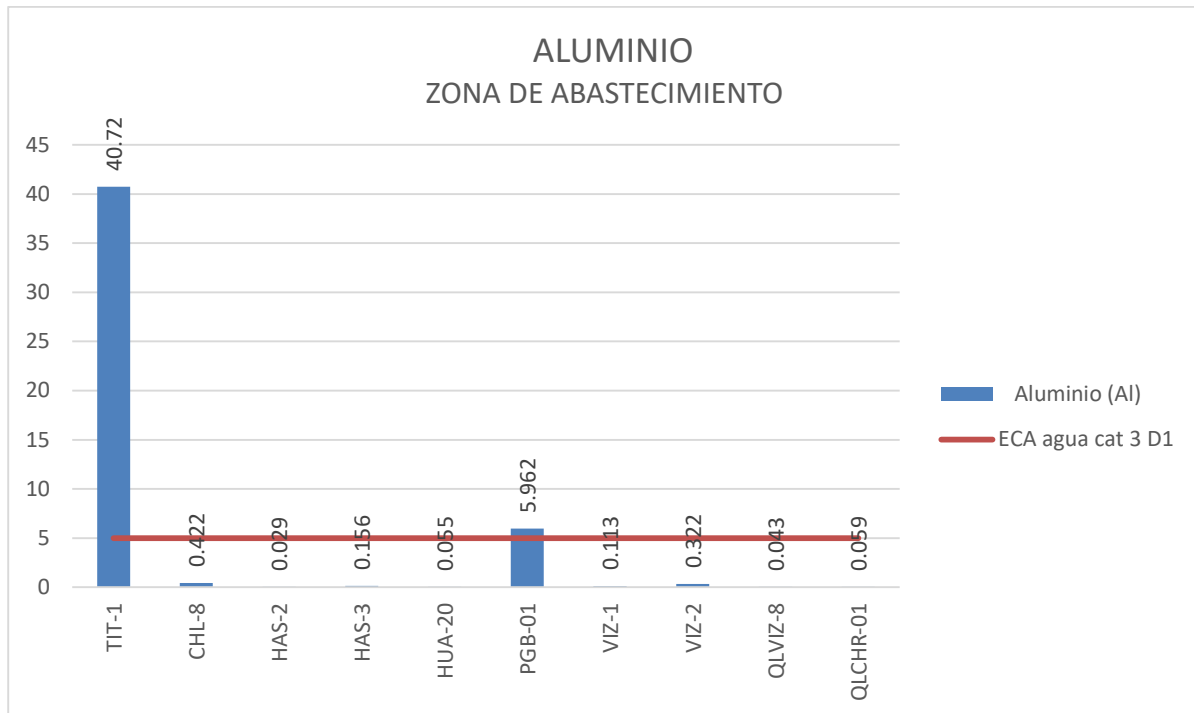


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El aluminio se presenta en agua natural como resultado de la meteorización de rocas que contienen aluminio como la gibbsita $\text{Al}(\text{OH})_3$, Alunita $((\text{K},\text{Na})\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6)$. La presencia de acidificación del agua es una respuesta geoquímica de la movilización del aluminio de la superficie terrestre a los ambientes acuáticos. Esta movilización esta frecuentemente asociado con eventos de fundición de hielo de los nevados o procesos de erosión de suelos. El Aluminio disuelto tiene estado de oxidación 3+ que forma un acuo complejo capaz de liberar iones hidronio que reducen el valor del pH. La presencia de iones sulfatos y fluoruros permite la formación de complejos de aluminio que regulan su solubilidad. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 5 mg/L.

Como se observa en gráfico 20, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presenta concentraciones de aluminio entre 0.029 a 40.72 mg/L, la estación en el río Titire TIT-1 y en el río Vizcachas PGB-01 no cumplen con el ECA agua Categoría 3, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración de sales por disminución del caudal. La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (5.962 mg/L) presenta valores altos de aluminio debido a la influencia del agua del embalse, por otro lado las estaciones VIZ-1 (0.113 mg/L), VIZ-2 (0.322 mg/L) QLVIZ (0.043 mg/L) estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 para PGB-1 (0.001 – 7.016 mg/L), VIZ-1 (0.0523 – 4.83 mg/L) y similar para VIZ-2 (0.001 – 6.444 mg/L), en época seca la estación PGB-01 tiene una mayor concentración de aluminio debido a mayor oxidación y disolución del material de suelo junto con la disminución del caudal..

El contenido de aluminio del agua en el río Chilota CHL-8 (0.422 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 6.858 mg /L), los resultados no difieren entre la época seca y húmeda.

El contenido de aluminio en el río Chincune QLCHR-01 (0.059 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.055 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.029 mg/L) y HAS-3 (0.166 mg /L), se encuentran dentro de los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (0.039 – 3.597 mg /L), HAS-2 (<0.02 – 0.05 mg/L) y HAS-3 (<0.02 – 0.0513 mg /L), los resultados de época seca y húmeda son similares.

El contenido de aluminio en el río Titire en la estación TIT-1 (40.72 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es superior a lo determinado en la línea de base ambiental (0.343– 26.89 mg/L), se observa ingreso de aluminio en época seca y húmeda por razones diferentes, en época seca el ingreso de aluminio puede ser por aguas subterráneas o disolución desde el suelo.

Como se observa en gráfico 19, la calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de aluminio entre 0.012 a 17.91 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto en el río Millune estación P-11 (17.91 mg/L), estos resultados son característicos de la época seca donde la concentración de las sales aumenta por disminución de caudal.

El contenido de aluminio en las estaciones de la zona de operaciones excepto el Millune P-01, presentan concentraciones de aluminio entre 0.012 a 1.674 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

La concentración de aluminio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.041 mg/L), son similares a los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.001 – 1.054 mg/L)

En el río Asana las aguas tienen baja concentración de aluminio, en las estaciones AS-01 (0.049 mg/L), P-11 (0.08 mg/L), AS-3 (1.696 mg/L), P-12 (1.674 mg/L), presentaron concentraciones similares a los de línea base para las estaciones AS-01 (<0.001 – 2.671 mg/L), P-11 (0.001 – 2.102 mg/L), P-12 (0.001 – 5.636 mg/L). En el caso de AS-03 es similar a lo obtenido para AS-04 en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 (0.966 – 2.415 mg/L).

En la estación de la quebrada Millune P-01 (17.91 mg/L) la concentración de aluminio es muy alta, probablemente el ingreso de aguas subterráneas, oxidación o disolución del material de suelo y concentración por disminución del caudal sean las fuentes de aluminio en esta estación, esta concentración de aluminio es la esperada en línea base para las estaciones P-01 (5.384 – 22.97 mg/L). En la quebrada Sarallenque P-10 (0.157 mg/L), no se tiene una fuente de aluminio, estos resultados se encuentran dentro lo establecido por la línea base P-10 (<0.001 – 6.249 mg/L).

La concentración de aluminio en el río Charaque estaciones Q-CH (0.079 mg/L) fue menor a lo encontrado en el MAP-6 ES (0.136 mg/L) y en la estación CH-3 (0.028 mg/L), la concentración de aluminio es baja, este resultado es esperado en la línea de base para CH-3 (0.001 – 12.49 mg/L).

El contenido de aluminio en el río Capillune CAP-1 (0.048 mg/L) y CAP-2 (0.012 mg/L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.001 – 42.61 mg/L) y CAP-2 (0.001 – 13.84 mg/L), no se observa fuente de ingreso de aluminio en época seca. La estación CAP-3 (0.029 mg/L) presenta una concentración de aluminio baja, se observa concentración de sales por disminución del caudal, es un valor referencial para futuros monitoreos. En la quebrada Cortadera no presento caudal.

En el río Coscore la calidad del agua en las estaciones COS-1 (1.538 mg/L), COS-2 (1.376 mg/L), COS-3 (1.431 mg/L) y COS-4 (1.363 mg/L), se tiene contenido bajo de aluminio.

El contenido de aluminio en el río Tumulaca estaciones TUM-3 (1.242 mg/L), TUM-4 (0.811 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.255 mg/L) es baja, se encuentra dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (0.23 – 0.419 mg/L), son aguas con bajo contenido de aluminio.

En el río Moquegua el contenido de aluminio en las estaciones MQ-3 (0.018 mg/L) fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (0.022 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (0.563 mg/L) es moderada, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de aluminio, la estación 13172RMoqu2 (0.14 mg/L), los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (0.023 – 1.153 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (ND – 0.194 mg/L).

En el río Osmore la concentración de aluminio en la estación 13172Rosmo1 (0.016 mg/L) es moderada, los resultados son similares a lo esperado para los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (ND – 0.0385 mg/L), la concentración de aluminio se da por la disolución de material de suelo. La calidad del agua en el río Ilo-1 (0.032 mg/L) es baja, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.19. Arsénico

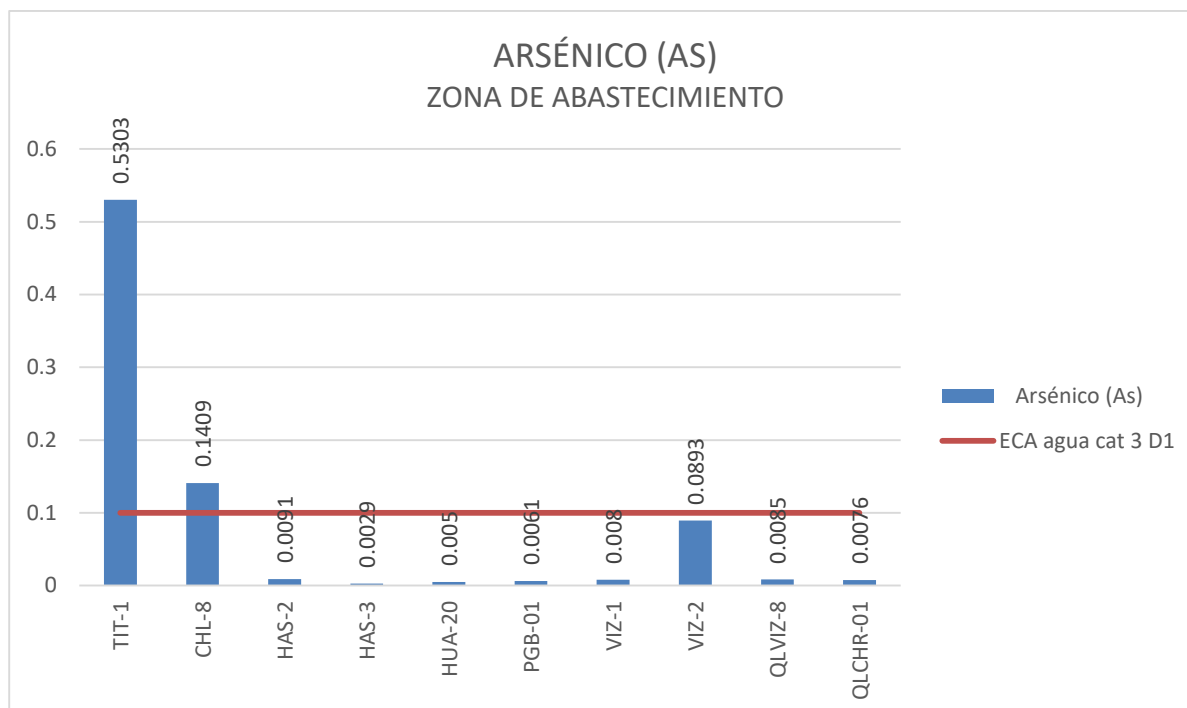


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El Arsénico aparece como componente secundario en composición variable en varios minerales sulfurados como la pirita, galena, calcopirita entre otros y en óxidos como los hematites y óxidos de hierro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.1 mg/L para riego de vegetales y de 0.2 para bebida de animales.

Como se observa en gráfico 21, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento excepto CHL-08 y TIT-1 presentan concentraciones de arsénico entre 0.0029 a 0.0893 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego excepto, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse concentración por disminución del caudal e ingreso de aguas de origen subterráneo en especial cerca de la estación CHL-08.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (0.0061 mg/L), QLVIZ-8 (0.0065 mg/L), VIZ-1 (0.006 mg/L) y VIZ-2 (0.0893 mg/L) presentan valores bajos de arsénico que se incrementan con el ingreso del agua del río Chilota, estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 PGB-1 (0.0003 – 0.0257 mg/L), VIZ-1 (0.0003 – 0.00681 mg/L) y VIZ-2 (0.0207 – 0.1238 mg/L), en época seca concentraciones de arsénico en el río Vizcachas son incorporadas por las aguas del río Chilota.

El contenido de arsénico del agua en el río Chilota en CHL-8 (0.1409 mg/L) es alto probable ingreso de aguas subterráneas. Están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0511 – 0.2221 mg /L), se observa incremento del contenido de arsénico por efecto de concentración de metales cuando el caudal disminuye e ingresos de otras fuentes de agua.

El contenido de arsénico en el río Chincune QLCHR-01 (0.0076 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.005 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.0091 mg/L) y HAS-3 (0.0029 mg /L) son bajos, estos valores son similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 HUA-20 (0.003 – 0.1 mg /L), para HAS-2 (0.008 – 0.00902 mg/L) y mayores para HAS-3 (0.001 – 0.00123 mg /L), en época seca la concentración de metales por disminución del caudal incrementa la concentración de arsénico en la quebradas HAS-02 y HAS-03.

El contenido de arsénico en el río Titire en la estación TIT-1 (0.5303 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental (0.0308 – 1.557 mg/L), se observa concentración del contenido de arsénico en época seca por disminución del caudal.

Como se observa en el gráfico 21 la calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de arsénico entre 0.0001 y 0.0275 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de arsénico en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.001 mg/L), son bajos y similares a los resultados obtenidos en la línea base ALT-04 (<0.0003 – 0.0038 mg/L).

En el río Asana las aguas tienen concentraciones bajas de arsénico AS-01 (0.0014 mg/L), P-11 (0.0011 mg/L), AS-3 (0.0012 mg/L), P-12 (0.0012 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en línea base para las estaciones P-11 (0.0003 – 0.0044 mg/L) y P-12 (0.0003 – 0.0095 mg/L). Para el caso del AS-3 es similar a lo obtenido para la estación AS-4 (ND – 0.00108 mg/L), en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6. No se tiene mayor presencia de arsénico en el río Asana

La concentración de arsénico en las estaciones de las aguas de la quebrada Millune P-01 (0.00086 mg/L) es baja, estos valor es esperado en la línea base P-01 (0.0003 – 0.0069 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.0011 mg/L) son bajos y son los esperados en la línea base P-10 (<0.0003 – 0.0037 mg/L). No se tiene presencia de arsénico en las quebradas Millune ni Sarayenque.

La concentración de arsénico en las estaciones del río Charaque Q-CH (0.001 mg/L) fue similar a lo encontrado en el MAP-6 ES (0.00112 mg/L) y en la estación CH-3 (0.0014 mg/L) son bajos, estos valores son los esperados en la línea base para CH-3 (0.0003 – 0.0048 mg/L).

La concentración de arsénico en el río Capillune CAP-1 (0.0013 mg/L) y CAP-2 (0.013 mg/L) son bajos y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base para CAP-1 (0.0003 – 0.0465 mg/L) y CAP-2 (0.0003 – 0.133 mg/L), se observa un incremento de la concentración de arsénico en la zona de estudio en época seca debido a procesos de evaporación e ingreso de aguas subterráneas. La estación CAP-3 (0.0275 mg/L) presenta una concentración de arsénico moderada, por disminución del caudal, es un valor referencial para futuros monitoreos. En la quebrada Cortadera no presento caudal.

En el río Coscore la concentración de arsénico en las estaciones COS-1 (0.0012 mg/L), COS-2 (0.0015 mg/L), COS-3 (0.0012 mg/L) y COS-4 (0.0012 mg/L), es bajo. No se tiene mayor ingreso de arsénico.

La concentración de arsénico en el río Tumilaca estaciones TUM-3 (0.0019 mg/L), TUM-4 (0.0034 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.0047 mg/L) es baja, se encuentra dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (ND – 0.00477 mg/L), son aguas con bajo contenido de arsénico.

En el río Moquegua la concentración de arsénico en las estaciones MQ-3 (0.0052 mg/L) fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (0.00432 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (0.0084 mg/L) y 13172RMoqu2 (0.0082 mg/L) son bajos, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de arsénico, los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (ND – 0.01329 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (ND – 0.01062 mg/L).

En el río Osmore la concentración de arsénico en la estación 13172Rosmo1 (0.0093 mg/L) son bajas. Los resultados del MAP 7 son similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rosmo1 (ND – 0.01141 mg/L) es baja, no se ha detectado una fuente de arsénico en esta zona de estudio en la época seca. En el río Ilo-1 la concentración de arsénico en la estación Ilo-1 (0.0076 mg/L) es baja, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.20. Bario

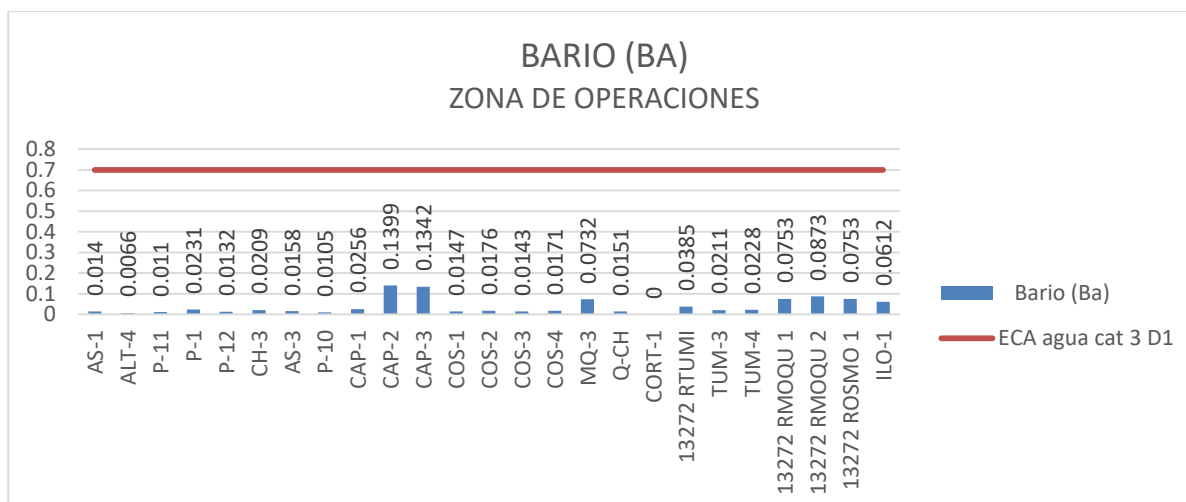
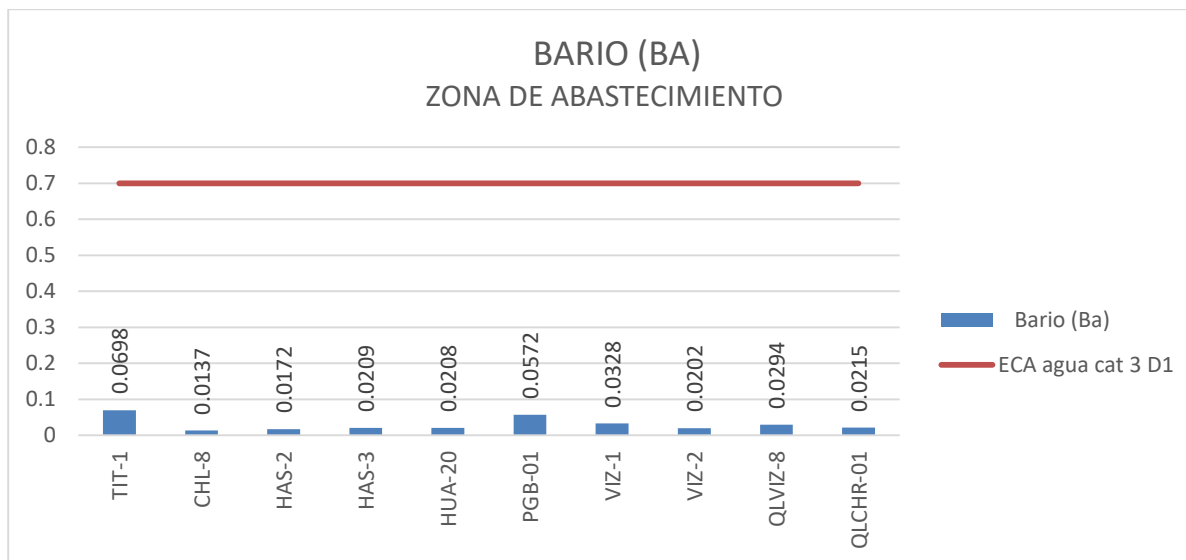


Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza, parece ser más abundante que el estroncio en rocas ígneas, pero en rocas carbonatadas es menor. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0.7 mg/L para riego de vegetales y bebida de animales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presenta concentraciones de bario entre 0.0137 a 0.0698 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de bario entre 0.011 mg/L a 0.1399 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

5.1.4.21. Boro

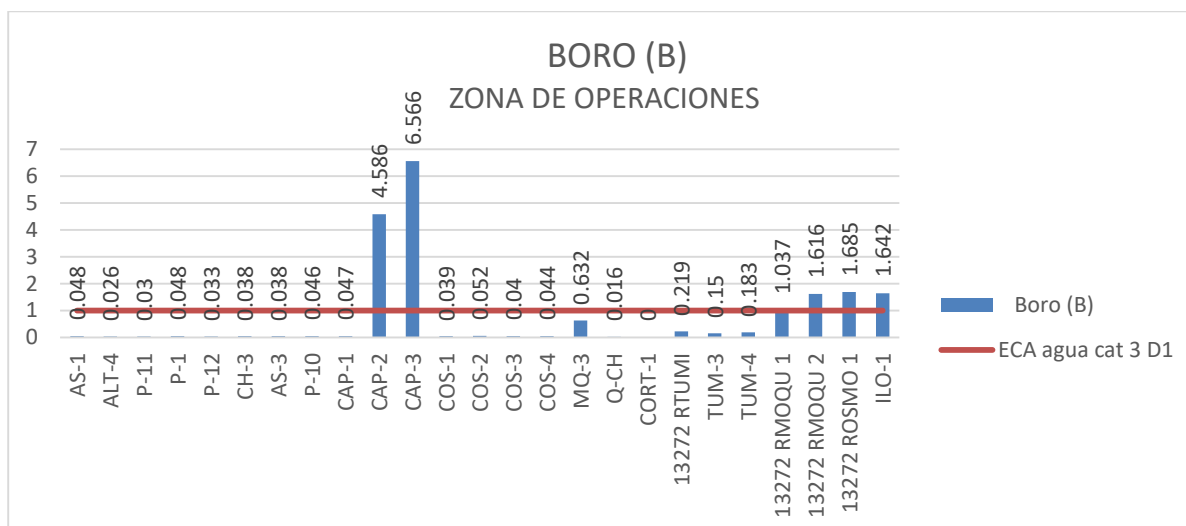
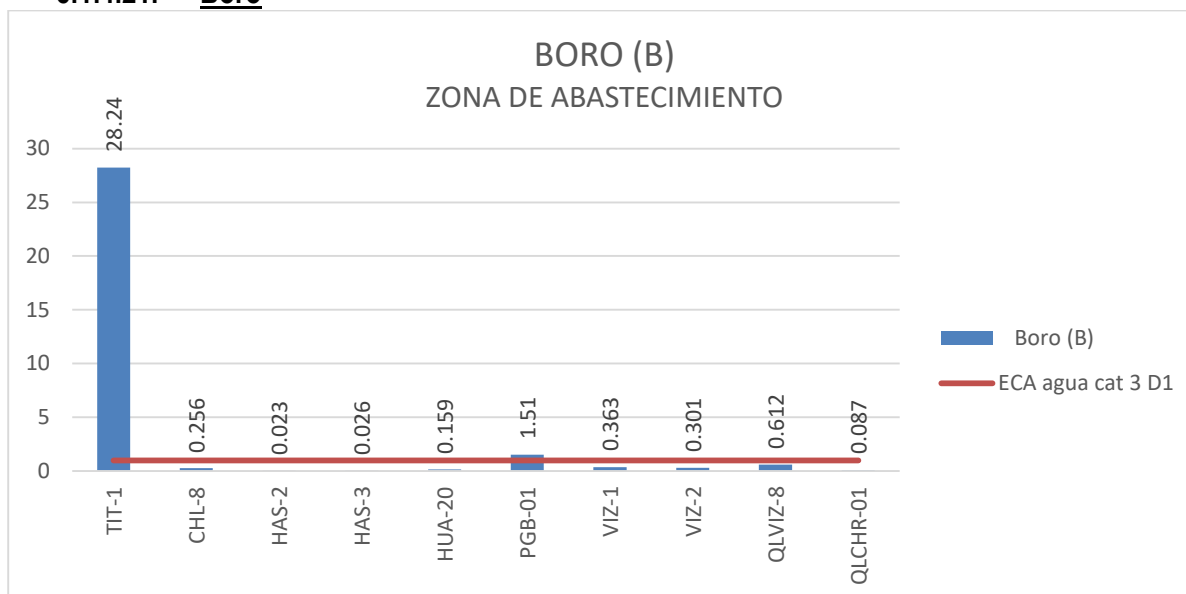


Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El boro prácticamente es un constituyente de todas las aguas naturales. Es un elemento esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero la cantidad que necesitan las plantas es muy pequeña. El agua que contiene 1 o 2 mg/L de boro puede ser tóxico para los cítricos, sin embargo, cultivos como la alfalfa pueden tolerar más de 4 mg/L en el agua de riego. La OMS ha fijado un valor guía para agua de consumo humano después de potabilizar 0.3 mg/L para el boro. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 1 mg/L para agua de riego subcategoría D1, y de 5 mg/L para bebida de animales D2.

Como se observa en el cuadro 23 la concentración de Boro en el agua de las estaciones de la zona de abastecimiento presentan valores entre 0.023 a 28.24 mg/L, las estaciones VIZ-1, VIZ-2, QLVIZ-8, QLCHR-01, HUA-20, HAS-2, HAS-3 y CHL-8 cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego,

estos resultados son característicos de la época seca, donde pueden presentarse concentración por disminución del caudal e ingreso de aguas de origen subterráneo.

La calidad del agua en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.51 mg/L) supera el ECA Agua Cat 3, presenta un valor alto de boro proveniente del agua subterránea, la estación QLVIZ-8 (0.612 mg/L), VIZ-1 (0.363 mg/L) y VIZ-2 (0.301 mg/L) presentan valores moderados de boro debido a la influencia de la calidad de agua del bajo contenido embalse. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 son similares para el PGB-1 (0.463 – 1.537 mg/L), VIZ-1 (0.1 – 1.24 mg/L) y VIZ-2 (0.1258 – 1.34 mg/L), se observa incremento de la concentración de boro por disminución del caudal en época seca.

El contenido de boro del agua en el río Chilota CHL-8 (0.256 mg/L), son moderados y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.1335 – 1.829 mg/L), se observa presencia del contenido de boro por ingresos de otras fuentes de agua en la estación CHL-8.

El contenido de boro en el río Chincune QLCHR-01 (0.087 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.159 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.023 mg/L) y HAS-3 (0.026 mg/L) en comparación con los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (0.1184 – 0.2 mg/L), HAS-2 (0.016 – 0.0262 mg/L) y HAS-3 (0.02 – 0.081 mg/L) son los similares, no se tiene fuentes de ingreso de boro en época seca.

El contenido de boro en el río Titire en la estación TIT-1 (28.24 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es alto y esperado en la línea de base ambiental (0.0004 – 136.9 mg/L), se observa concentración de boro por ingreso de aguas de naturaleza geotermal.

Como se observa en el gráfico 23, la concentración de Boro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo estuvo entre 0.015 y 6.566 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca el contenido de boro se concentra por ingreso de aguas subterráneas o riego con estas.

La concentración de boro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-04 (0.048 mg/L), son bajos y similares a los resultados obtenidos en la línea base ALT-04 (0.00047 – 0.3428 mg/L).

En el río Asana la concentración de boro en las estaciones AS-01 (0.048 mg/L), P-11 (0.03 mg/L), AS-3 (0.038 mg/L), P-12 (0.033 mg/L) son bajos, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.0269 – 0.0412 mg/L) y similares para los valores de línea base para las estaciones AS-01 (0.00047 – 1.817 mg/L), P-11 (0.00047 – 0.1222 mg/L), P-12 (0.00047 – 0.1201 mg/L).

La concentración de boro en la quebrada Millune P-01 (0.048 mg/L), es baja, estos valor es esperado en la línea base P-01 (0.00047 – 0.1992 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (0.046 mg/L) son bajos y son los esperados en la línea base P-10 (0.00047 – 0.2169 mg/L). No se tiene mayores ingreso de boro en las quebradas Millune ni Sarayenque.

La concentración de boro en el río Charaque CH-3 (0.038 mg/L) y Q-CH (0.016 mg/L) son bajos, estos valores son los esperados en la línea base para CH-3 CH-3 (0.00047 – 0.2003 mg/L).

La concentración de boro en el río Capillune CAP-1 (0.047 mg/L) es bajo, para CAP-2 (4.585 mg /L) es alto no cumple con el ECA Agua Categoría 3 para riego y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.316 – 19.83 mg/L), se observa concentración de boro en el agua por el ingreso de aguas subterráneas o riego con estas. La estación CAP-3 (6.566 mg/L) presenta una concentración de boro alto no cumple con el ECA Agua Categoría 3 para riego, por disminución del caudal, evaporación e ingreso de aguas subterráneas, es un valor referencial para futuros monitoreos. En la quebrada Cortadera no presento caudal.

En el río Coscore la concentración de boro en las estaciones COS-1 (0.039 mg /L), COS-2 (0.052 mg/L), COS-3 (0.04 mg /L) y COS-4 (0.044 mg /L), es bajo. No se tiene mayor ingreso de boro.

La concentración de boro en el río Tumulaca estaciones TUM-3 (0.015 mg/L), TUM-4 (0.0183 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.219 mg/L) es baja, se encuentra dentro de lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rtumi1 (0.1607 – 0.228 mg/L), son aguas con bajo contenido de boro.

En el río Moquegua la concentración de boro en las estaciones MQ-3 (0.632 mg/L), fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (0.659 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (1.037 mg /L), 13172RMoqu2 (1.616 mg/L), la concentración es alta y supera lo establecido por el ECA Agua Cat 3, los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (0.8057 – 1.226 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (1.304 – 1.895 mg/L). Se tiene el ingreso de aguas de subterránea en el valle.

En el río Osmore 13172Rosmo1 (1.685 mg/L) la concentración de boro es alta. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 son menores a lo esperado 13172Rosmo1 (1.801 – 1.85 mg/L), existe una concentración de boro por disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas o riego con estas. En el río Ilo-1 la concentración de boro en la estación Ilo-1 (1.642 mg/L) es alta, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.22. Cadmio

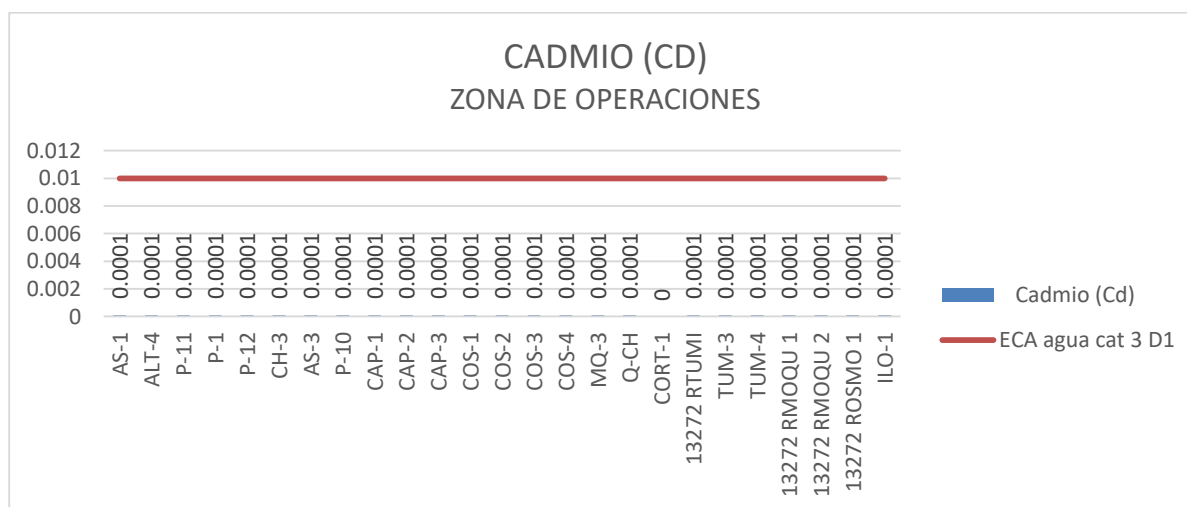
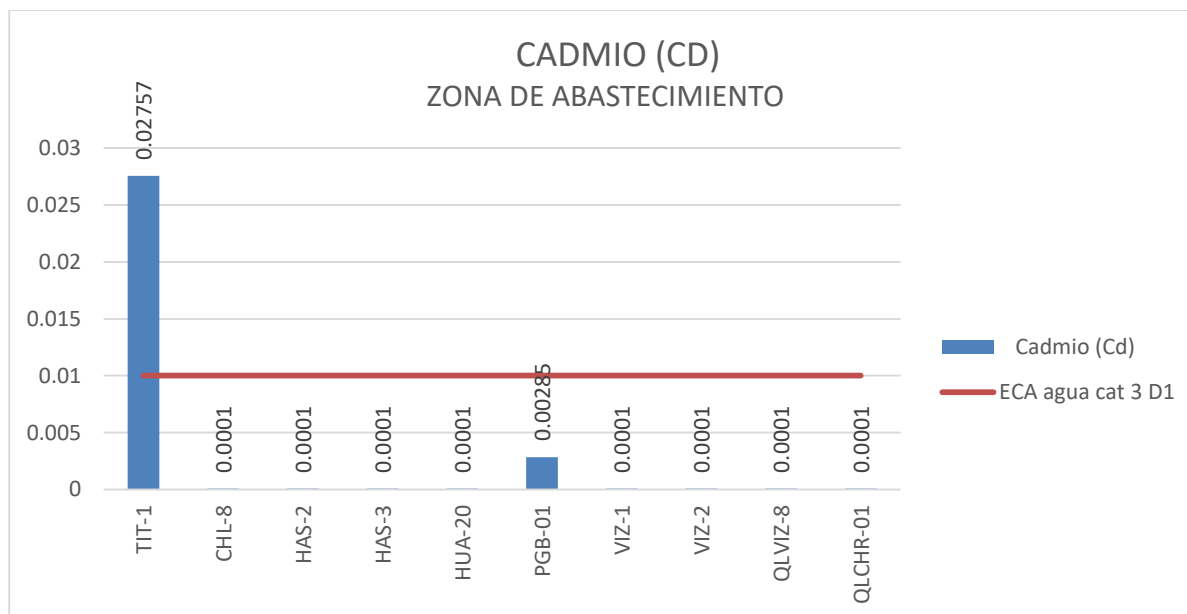


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El Cadmio se encuentra en la corteza terrestre con una abundancia de 0.1–0.5 mg/L esta comúnmente asociada con minerales de zinc, plomo y cobre. El Cadmio es un elemento tóxico que al ser consumido en bajas concentraciones por periodos prolongados puede ocasionar daños a nivel del riñón. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 0,01 mg/L para riego de vegetales D1 y 0.05 para bebida de animales D2.

La concentración de Cadmio en el agua de las estaciones de la zona de abastecimiento excepto TIT-1 las concentraciones de cadmio están entre <0.0001 y 0.00285 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6 son mayores para el PGB-1 ($0.00003 - 0.000036$ mg/L), similares para el VIZ-1 ($<0.00003 - 0.0035$ mg/L), VIZ-2 ($0.00003 - 0.0022$ mg/L), CHL-8 (<0.00003 mg /L), HUA-20 (<0.00003 mg /L), HAS-2 ($<0.00003 - 0.00004$ mg/L) y HAS-3 ($<0.00003 - 0.00005$ mg /L) no se observa una fuente de ingreso de cadmio en época seca.

La concentración de cadmio en el río Titire en la estación TIT-1 (0.02757 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es esperado en la línea de base ambiental ($<0.0003 - 0.1102$ mg/L), se observa que la concentración fue similar al periodo húmedo. Se tiene ingreso de agua subterránea y disolución de material de suelo por bajos valores de pH.

La concentración de cadmio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cadmio <0.0001 , todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca no se detecta una fuente de cadmio en periodo seco.

La concentración de cadmio en el agua de la zona de operaciones no ha sido detectada (<0.00001 mg/L). Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, así como con los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.00003 mg/L), AS-01 (<0.00003 mg/L), (P-11 (<0.00003 mg/L), P-01 (<0.00003 mg/L), P-10 (<0.00003 mg/L), AS-04 ($<0.00003 - 0.00004$ mg/L), P-12 ($<0.00003 - 0.00005$ mg/L), CAP-2 ($<0.00003 - 0.00007$ mg/L), CH-3 (<0.0003 mg/L), no se detecta fuente de cadmio en periodo seco.

Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, es similar para la estación 13172Rtumi1 ($<0.00003 - 0.00013$ mg/L), 13172RMoqu1 ($<0.00003 - 0.00006$ mg/L), 13172RMoqu2 ($<0.00003 - 0.00007$ mg/L) y 13172Rosmo1 ($<0.00003 - 0.00004$ mg/L), no se tiene fuentes de cadmio en época seca.

5.1.4.23. Calcio

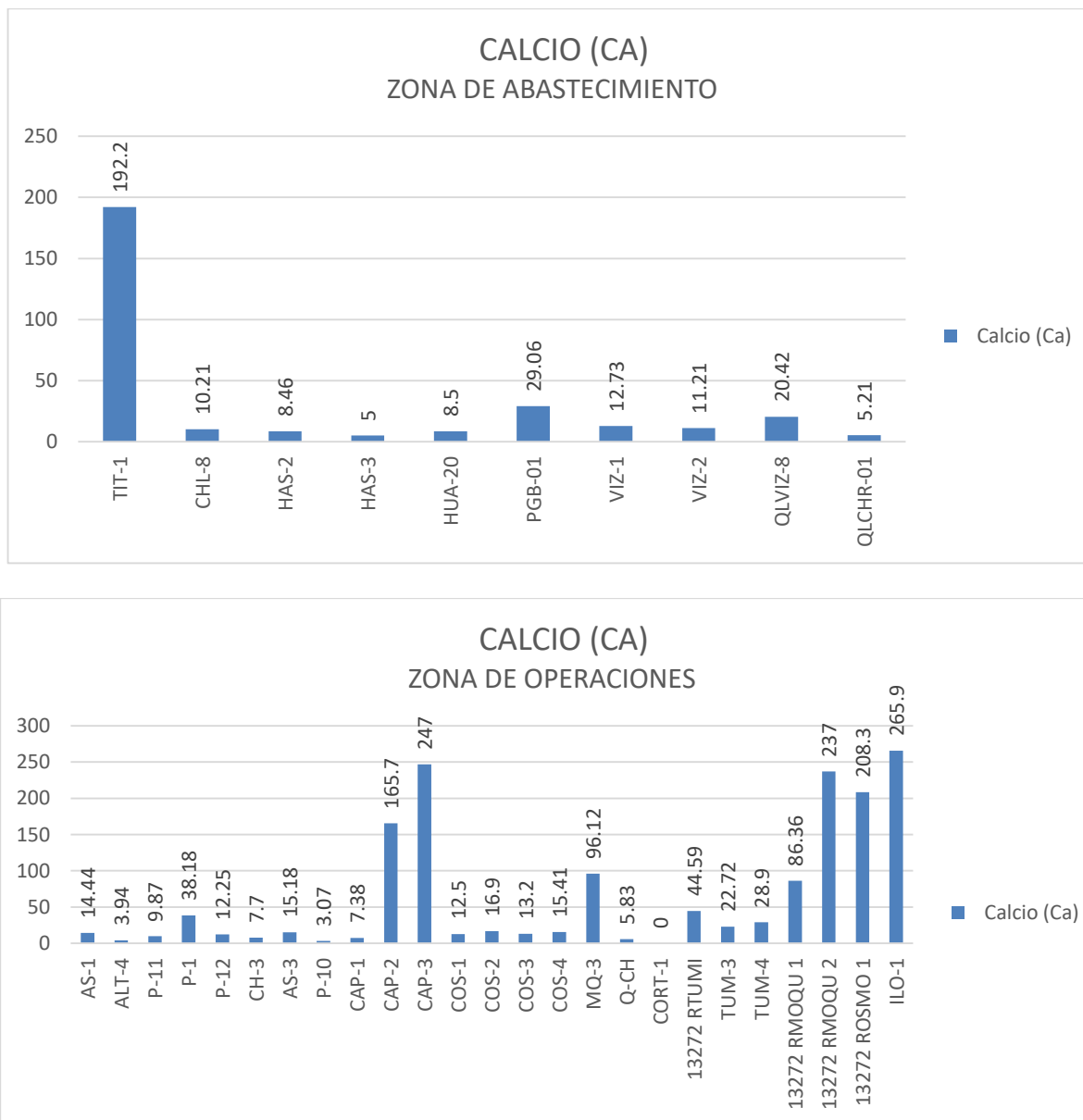


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El Calcio es el catión que tiene generalmente la mayor concentración en la mayoría de los ecosistemas de agua dulce. Es un elemento importante en muchos procesos geoquímicos. Entre los minerales primarios que contribuyen a este elemento está el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), la anhidrita (CaSO_4), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), la calcita y la aragonita (CaCO_3). La concentración del ión calcio y del magnesio determina la dureza del agua. El ECA Agua categoría 3, no fija un valor para el calcio.

Como se observa en la figura 25 la concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de abastecimiento estuvo entre 5.0 a 192.2 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde la disminución del caudal provoca la precipitación del calcio disminuyendo su concentración (ablandamiento).

La concentración de calcio en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (29.06 mg/L), QLVIZ-8 (20.42 mg/L), VIZ-1 (12.73 mg/L) y VIZ-2 (11.21 mg/L) presentan valores moderados de calcio que disminuye con el ingreso de fuentes de agua como el agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 (15.55 – 34.76 mg/L), VIZ-1 (8.16 – 30.223 mg/L) y VIZ-2 (5.18 – 26.76 mg/L), se observa que la concentración de calcio en el periodo seco para estas estaciones está influenciada por el agua del embalse.

La concentración de calcio del agua en el río Chilota CHL-8 (10.21 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (6.6 – 67.4 mg /L), se observa un incremento de la concentración de calcio en el periodo seco para estas estaciones.

La concentración de calcio en el río Chincune QLCHR-01 (5.21 mg/L), río Calasaya HUA-20 (8.5 mg/L) y las quebradas HAS-2 (8.46 mg/L) y HAS-3 (5.0 mg /L) son similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (5.42 – 20.87 mg /L), HAS-2 (7.77 – 8.373 mg/L) y HAS-3 (4.46 – 4.936 mg /L), se observa una incremento de la concentración de calcio en el periodo seco para la estación HUA-20.

La concentración de calcio en el río Titire en la estación TIT-1 (192.2 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (22.6 – 289.9 mg/L), se observa ingreso de calcio de aguas subterráneas.

Como se observa en el gráfico 25 La concentración de calcio en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de calcio entre 3.07 y 265.9 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde pueden presentarse precipitación del calcio por disminución del caudal o ingreso de aguas subterráneas por riego o infiltración, también en el caso de Ilo-1 puede deberse al ingreso de agua salada del mar.

La concentración de calcio en el agua de la zona de operaciones, estaciones del río Altarani ALT-04 (3.94 mg/L), son bajos y similares a los resultados obtenidos en la línea base ALT-04 (3.08 – 21.09 mg/L), en la época seca no se tiene ingreso de calcio en el río Altarani.

En el río Asana la concentración de calcio en las estaciones AS-01 (14.44 mg/L), P-11 (9.87 mg/L), AS-3 (15.18 mg/L), P-12 (12.25 mg/L) son bajos menores al de época húmeda debido a la precipitación del calcio, estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (12.13 – 17.31 mg/L) y similares para los valores de línea base para las estaciones AS-01 (4.67 – 23.6 mg/L), P-11 (7.83 – 18.64 mg/L), P-12 (10.4 – 20.6 mg/L).

La concentración de Calcio en la quebrada Millune P-01 (38.18 mg/L), quebrada Sarayenque P-10 (3.07 mg/L), río Charaque Q-CH (5.83 mg/L) y CH-3 (7.7 mg/L) son bajos y son los esperados en la línea base para P-01 (17.37 – 39.14 mg/L), P-10 (2.6 - 7.14 mg/L), CH-3 (5.24 – 10.02 mg/L). La estación Q-CH presento similar valor al MAP-6 ES (5.75 mg/L).

La concentración de calcio en el río Capillune CAP-1 (7.38 mg/L) es baja y en CAP-2 (165.7 mg /L) es alto debido al ingreso de aguas subterráneas, el valor es similar a lo obtenido en el MAP-6 ES para CAP-1 (6.31 mg/L) y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (15.61 – 359.2 mg/L), se observa un incremento de la concentración de calcio en la zona de estudio en época seca debido a procesos de evaporación. La estación CAP-3 (247 mg/L) presenta una concentración de calcio, por disminución del caudal por evaporación e ingreso de agua subterránea, es un valor referencial para futuros monitoreos. En la quebrada Cortadera no presento caudal.

En el río Coscore la concentración de calcio en las estaciones COS-1 (12.5 mg /L), COS-2 (16.9 mg/L), COS-3 (13.2 mg /L) y COS-4 (15.41 mg /L), es bajo. No se tiene mayor ingreso de calcio.

La concentración de calcio en el río Tumulaca estaciones TUM-3 (22.72 mg/L), TUM-4 (28.9 mg/L) y 13172Rtumi1 (44.59 mg/L) es baja, es mayor a lo esperado en los MAP 1, 2, 4, 5, 6 13172Rtumi1 (31.88 – 40.73 mg/L), son aguas con bajo contenido de calcio.

En el río Moquegua la concentración de calcio en las estaciones MQ-3 (96.12 mg/L) fue similar a lo reportado en el MAP-6 ES (106.8 mg/L), en la estación 13172RMoqu1 (86.36 mg /L) y 13172RMoqu2 (237 mg/L) son altos, los ingresos de otras aguas subterráneas incrementan la concentración de calcio, los valores encontrados se encuentran dentro de lo establecido en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación 13172RMoqu1 (82.41 – 151.3 mg/L) y estación 13172RMoqu2 (181.6 – 297.6 mg/L).

En el río Osmore la concentración de calcio en la estación 13172Rosmo1 (208.3 mg/L) son altos. Los resultados del MAP 7 son similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rosmo1 (139.1 – 251.1 mg/L) es baja, la concentración de calcio se debe a disolución desde el suelo en el valle así como ingreso de aguas de naturaleza subterránea o por riego con estas. En el río Ilo-1 la concentración de calcio en la estación Ilo-1 (265.9 mg/L) son altos, probablemente se tiene ingreso de agua de mar, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.24. Cobalto

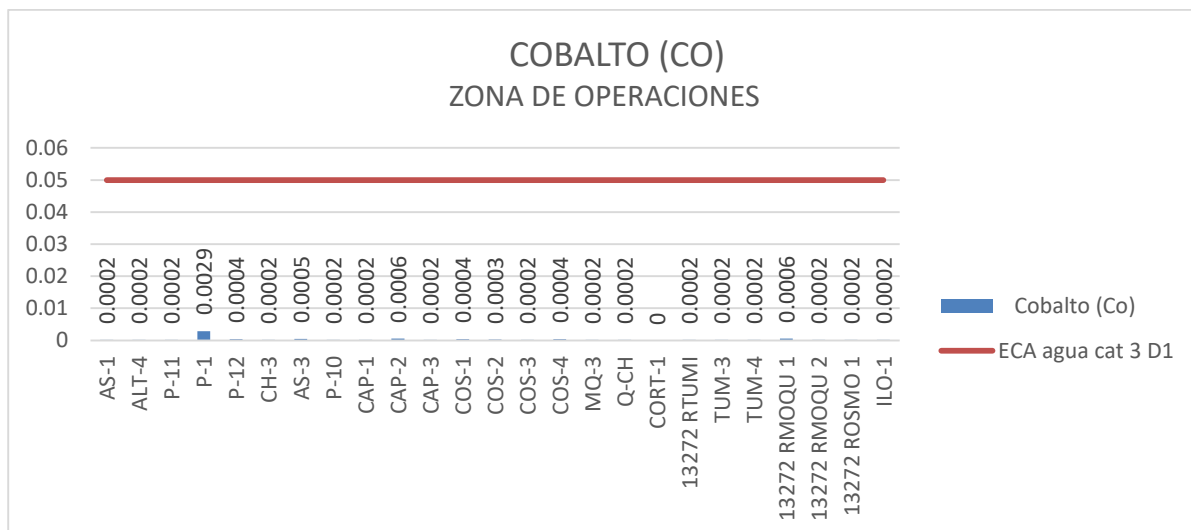
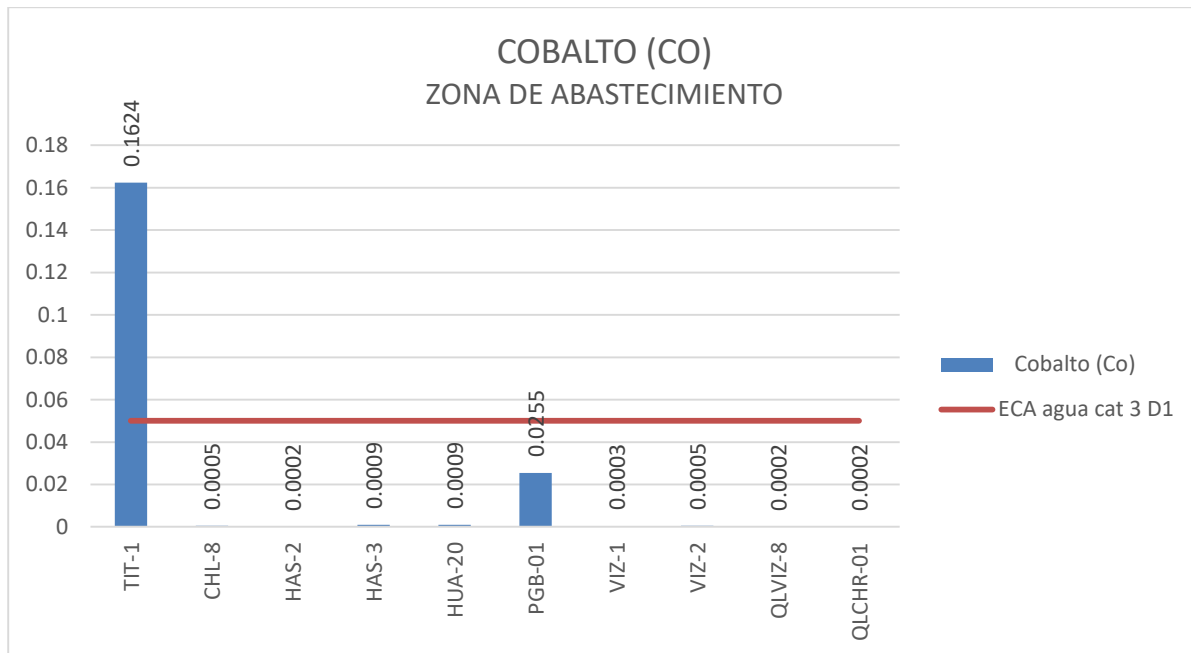


Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Pequeñas cantidades de cobalto son encontradas en muchas rocas, agua y plantas. En el agua se encuentra en forma iónica disuelta, por lo general se encuentra asociado a cobre y níquel.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobalto (<0.0002 – 0.0255 mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde se concentran por disminución del caudal. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 (0.00004 – 0.02611 mg/L), VIZ-1 (<0.0002 – 0.02777 mg/L), VIZ-2 (0.00004 – 0.01773 mg/L), CHL-8 (0.00004 – 0.00466 mg /L), HUA-20 (0.0002 – 0.0008 mg /L), HAS-2 (0.00003 mg/L) y HAS-3 (<0.00007 – 0.0002 mg /L) se observa concentración de cobalto en la estación PGB-01 por influencia del agua ácida del embalse.

El contenido de cobalto en el río Titire en la estación TIT-1 (0.1624 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es mayor al esperado en la línea de base ambiental (<0.0004 – 0.08896 mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobalto en época seca por ingreso desde el suelo, disminución del caudal e ingreso de aguas subterráneas.

La concentración de cobalto en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobalto entre <0.0002 y 0.0029 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.00004 mg/L), AS-01 (<0.00004 – 0.00217 mg/L), (P-11 (0.00004 – 0.00094 mg/L), P-01 (0.00004 – 0.00472 mg/L), P-10 (<0.00004), AS-04 (<0.00004 - 0.00058 mg/L), P-12 (<0.00004 – 0.00425 mg/L), CAP-2 (<0.00001 – 0.00721 mg/L), CH-3 (<0.00001 – 0.00082 mg/L). Solo en la quebrada Millune se tiene presencia de cobalto por disolución de material de suelo a valores bajos de pH.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de cobalto en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.0002 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0002 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0006 mg/L), la estación 13172RMoqu2 (<0.0002 mg/L), en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.0002 mg/L) y en el río Ilo Ilo-1 son bajos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 es similar para la estación 13172Rtumi1 (<0.00001 - 0.00084mg/L), 13172RMoqu1 (<0.00001 – 0.00056 mg/L), 13172RMoqu2 (<0.00001 – 0.00104 mg/L) y 13172Rosmo1 (<0.00001 - 0.00084mg/L mg/L), solo en la estación 13172RMoque1 se ha detectado fuentes de cobalto en la época seca, agua subterránea.

5.1.4.25. Cobre

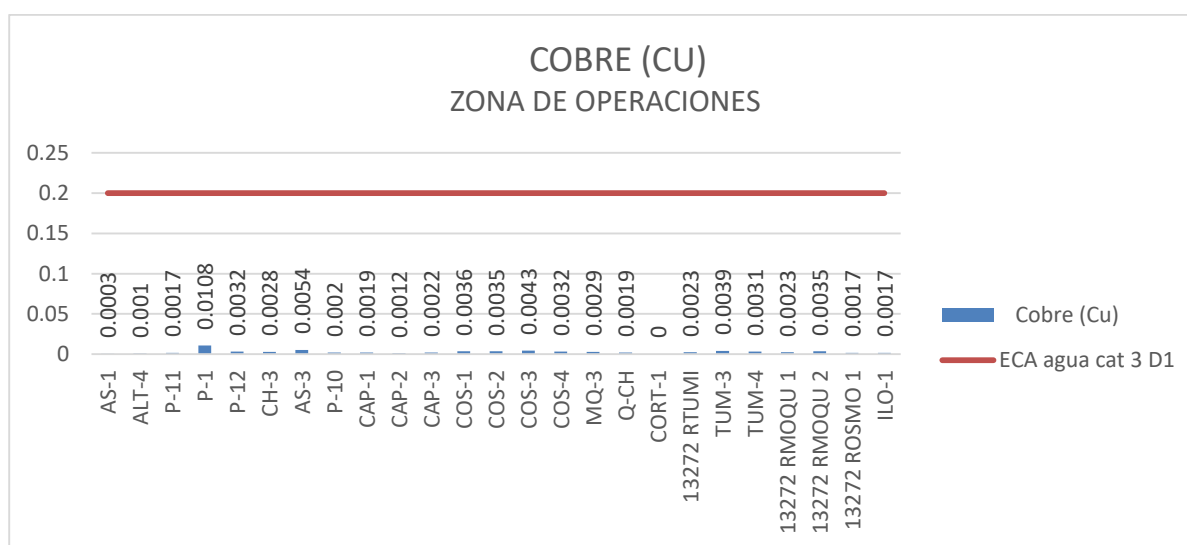
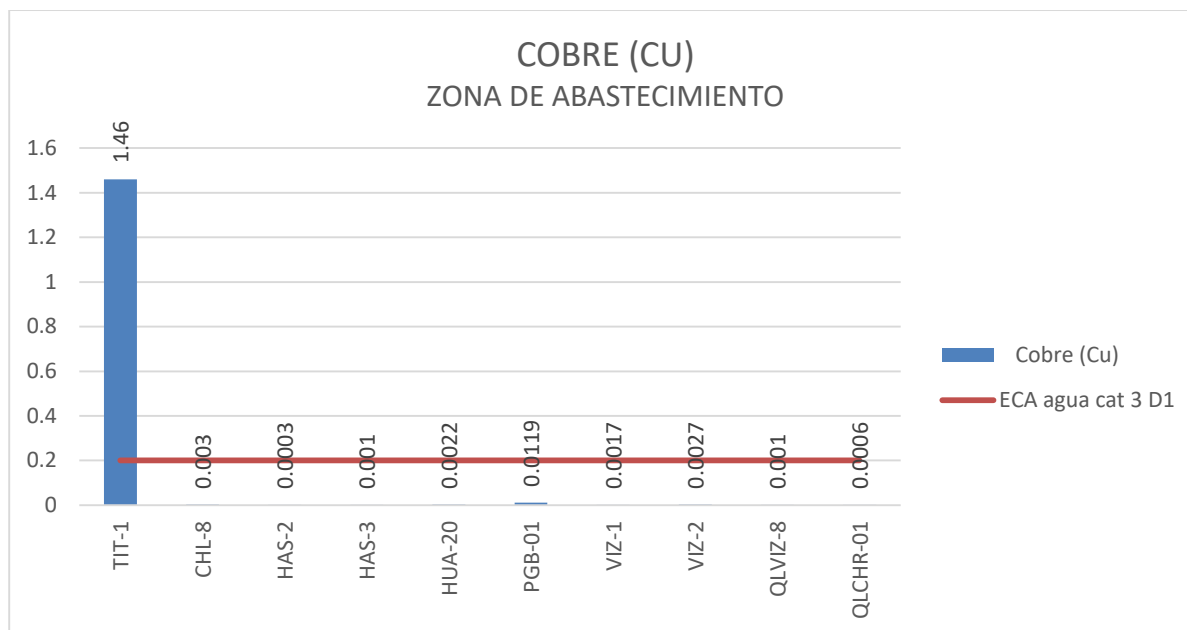


Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El cobre es un elemento metálico de gran interés por su capacidad conductora, puede ser liberado en el agua superficial por meteorización del suelo y escorrentías, así como por deposición de polvo, cuando el cobre ingresa al agua superficial puede encontrarse disuelto o adsorbida al material suspendido y sedimentos.

La concentración en el agua de las estaciones de la zona de alta montaña excepto TIT-1 se ha detectado bajas concentraciones de cobre (<0.0003 – 0.003 mg/L), cumplen con el ECA Agua Categoría

3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 (0.0003 – 0.0214 mg/L), VIZ-1 (<0.001 – 0.015 mg/L) y VIZ-2 (0.0003 – 0.073 mg/L), CHL-8 (0.0003 – 0.0351 mg/L), HUA-20 (0.00142 – 0.003 mg/L), HAS-2 (0.0003 – 0.0005 mg/L) y HAS-3 (<0.00003 – 0.001 mg/L) no se observa mayores fuentes de cobre en época seca en esta área de estudio.

El contenido de cobre en el río Titire en la estación TIT-1 (1.46 mg/L) supera el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es superior al esperado en la línea de base ambiental (0.0028 – 0.7765 mg/L), se observa un valor alto del contenido de cobre en época seca menor que en época húmeda no se tiene ingreso por escorrentías, es probable que la fuente sea el ingreso de agua geotermal.

La concentración de cobre en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de cobre entre 0.0003 y 0.0108 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de cobre en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani (0.001 mg/L), río Asana estación AS-01 (<0.0003 mg/L), P-11 (0.0017 mg/L), AS-03 (0.0054 mg/L), P-12 (0.0032), en la quebrada Millune P-1 (0.0108), en el río Charaque Q-CH (0.0019 mg/L), CH-3 (0.0028 mg/L), río Capillune CAP-1 (0.0019 mg/L), CAP-2 (0.0012 mg/L), CAP-3 (0.0022 mg/L), es baja, no se tiene mayor aporte de cobre en los cuerpos de agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4 y 5, los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (<0.0003 - 0.022 mg/L), AS-01 (<0.0003 – 0.0151 mg/L), P-11 (<0.0003 – 0.0319 mg/L), P-01 (0.0003 – 0.0274 mg/L), AS-04 (0.0018 - 0.0036 mg/L), P-10 (<0.0003 – 0.099 mg/L), P-12 (<0.0003 – 0.1486 mg/L), CAP-2 (0.00004 – 0.1966 mg/L), CH-3 (0.0003 – 0.064 mg/L).

La concentración de cobre en el río Coscore COS-1 (0.0036 mg/L), COS-2 (0.0035 mg/L), COS-3 (0.0043 mg/L), COS-4 (0.0032 mg/L), no se detecta fuentes de ingreso de cobre.

La concentración de cobre en la zona de Moquegua e Ilo en el río Tumulaca estación TUM-3 (0.0039 mg/L), TUM-4 (0.0031 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.0023 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.0029 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0023 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0035 mg/L), en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0017 mg/L), río Ilo Ilo-1 (0.0017 mg/L) son bajos no tiene fuentes de ingreso de cobre. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, es similar para la estación 13172Rtumi1 (0.00366 - 0.0209 mg/L), para 13172RMoqu1 (0.00248 – 0.0049 mg/L), para 13172RMoqu2 (0.0015 – 0.0053 mg/L) y para 13172Rosmo1 (0.00102 - 0.0048 mg/L), no existe ingreso de cobre desde el suelo por escorrentía o por desprendimiento de suelo o ingreso de otros cuerpos de agua al río.

5.1.4.26. Hierro

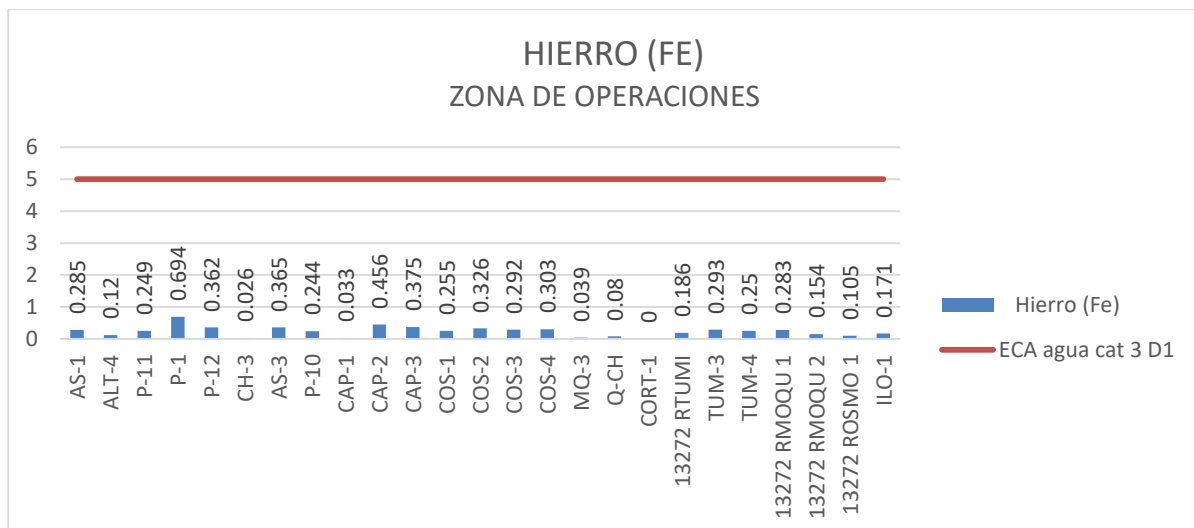
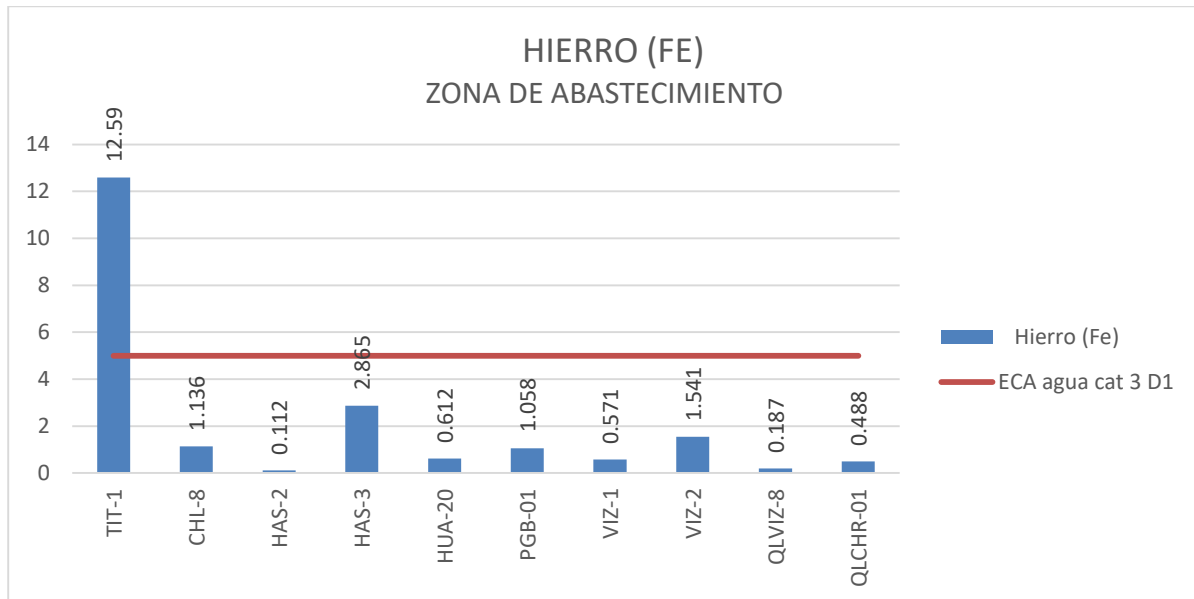


Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El hierro se presenta en el agua natural como resultado de la meteorización de rocas, ingreso por escorrentía desde el suelo o por actividad antropogénica.

Las concentraciones de hierro en el agua en las estaciones de la zona de abastecimiento, excepto el río Titire, presentan concentraciones de hierro entre 0.112 a 2.865 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca donde se incrementa la concentración de hierro por disminución del caudal y efecto de oxidación del material de hierro expuesto.

La concentración de hierro en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.058 mg/L), QLVIZ-8 (0.187 mg/L), VIZ-1 (0.571 mg/L) y VIZ-2 (1.541 mg/L) presentan valores bajos de hierro, estos los valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, PGB-1 (0.001 – 1.264 mg/L), VIZ-1 (0.299 – 0.41 mg/L), VIZ-2 (0.001 – 6.428 mg/L) y menor a lo reportado en el MAP 6 ES para QLVIZ-8 (0.3869 mg/L), en época seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo.

La concentración de hierro del agua en el río Chilota CHL-8 (1.136 mg/L), son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.001 – 7.871 mg /L), en época seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo.

La concentración de hierro en el río Chincune QLCHR-01 (0.488 mg/L), río Calasaya HUA-20 (0.612 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.112 mg/L) y HAS-3 (2.865 mg /L) son similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (0.022 – 0.655 mg /L), HAS-2 (0.017 – 0.2985 mg/L) y mayor para HAS-3 (0.2306 – 1.096 mg /L), en época seca la concentración de hierro se incrementa por concentración a bajo caudal y por oxidación del material de hierro desde el suelo. La concentración en el río Chincune fue similar al reportado en el MAP-6 ES QLCHR-01 (0.3054 mg/L).

La concentración de hierro en el río Titire en la estación TIT-1 (12.59 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es lo esperado en la línea de base ambiental (0.001– 14.36 mg/L), la fuente de hierro es el ingreso de agua geotermal de la zona.

La concentración de hierro en el agua de las estaciones de la zona de operaciones, presentan concentraciones de hierro entre 0.026 a 0.293 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego.

La concentración de hierro en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (0.12 mg/L), río Asana AS-01 (0.285 mg/L), P-11 (0.694 mg/L), AS-3 (0.365 mg/L), P-12 (0.362 mg/L) son bajos, situación similar sucede en el río Charaque Q-CH (0.08 mg/L), CH-3 (0.026 mg/L) estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.063 – 0.239 mg/L) y a los valores de línea base para las estaciones ALT-04 (0.001 – 1.796 mg/L), AS-01(0.001 - 8.079 mg/L), P-11 (0.001 – 1.351 mg/L), P-12 (0.001 – 4.241 mg/L), , CH-3 (0.001 – 7.319 mg/L). En el caso de la concentración de hierro de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.694 mg/L) es baja, esta concentración de hierro es esperada en línea base para las estaciones P-01 (0.001 – 10.2 mg/L). En la quebrada Sarayenque la concentración de hierro P-10 (0.244 mg/L) es baja y es similar a lo reportado en la línea base ambiental P-10 (0.001 – 2.944 mg/L).

La concentración de hierro en el río Capillune para la estación CAP-1 (0.0033 mg/L) y CAP-2 (0.456 mg /L) es bajo y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-2 (0.001 – 16.32 mg/L),

no se tiene fuente de hierro en época seca. En la estación CAP-3 (0.375 mg/L) la concentración de hierro es baja, en CAP-2 y CAP-3 existe evaporación e ingreso de agua subterránea a diferencia de lo reportado en CAP-1.

La concentración de hierro en el río Coscore COS-1 (0.255 mg/L), COS-2 (0.326 mg/L), COS-3 (0.292 mg/L) y COS-4 (0.303 mg/L) son bajas y constantes no se tiene mayor ingreso de hierro en el río Coscore.

En el río Tumulaca estaciones de monitoreo TUM-3 (0.293 mg/L), TUM-4 (0.25 mg/L) y 13172Rtumi1 (0.186 mg/L). Los resultados del MAP 7 son menores a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rtumi1 (0.2372 – 0.859 mg/L). No se tiene mayor ingreso de hierro en el río Tumulaca.

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de hierro en el río Moquegua estación MQ-3 (0.039 mg/L), 13172RMoqu1 (0.283 mg/L), 13172RMoqu2 (0.154 mg/L), río Osmore 13172Rosmo1 (0.105 mg/L) son bajas, no se tiene mayor ingreso de hierro al agua. Los resultados del MAP 7 son esperados en los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación, 13172RMoqu1 (0.0202 – 1.324 mg/L), 13172RMoqu2 (ND – 0.25 mg/L) y 13172Rosmo1 (ND – 0.235 mg/L), a diferencia de la época húmeda la época seca se caracteriza por aguas claras sin mayor aporte desde el suelo. La estación MQ-3 en el MAP-7 presento mayor concentración que en el MAP 6 (0.0082 mg/L). En el río Ilo estación ILO-1 (0.171 mg/L) la concentración de hierro fue baja, este resultado es referencial para posteriores monitoreos.

5.1.4.27. Manganeseo

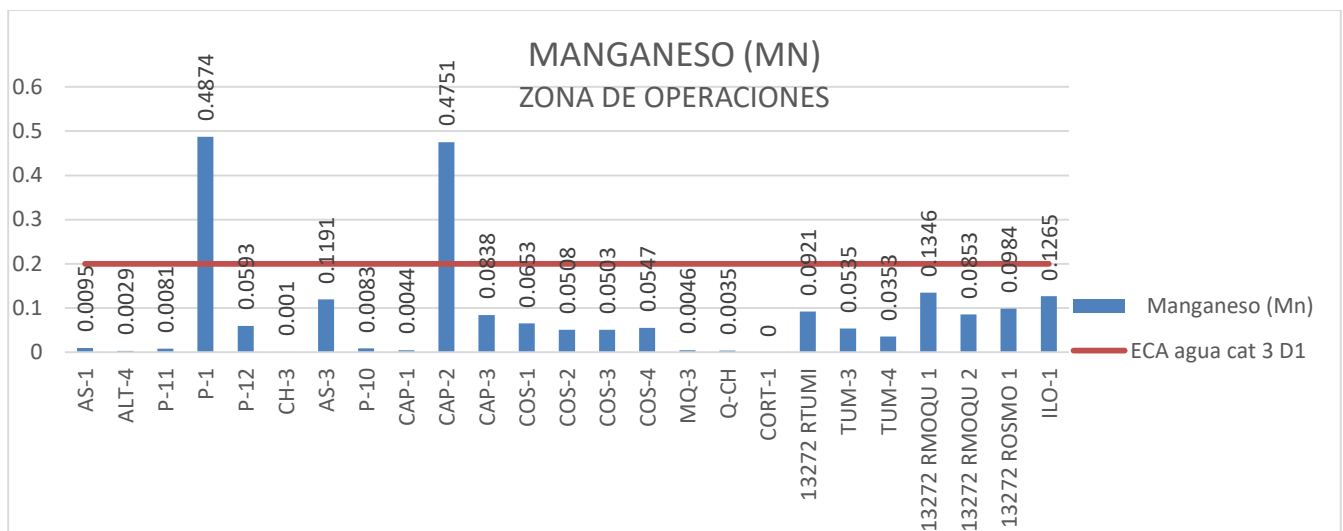
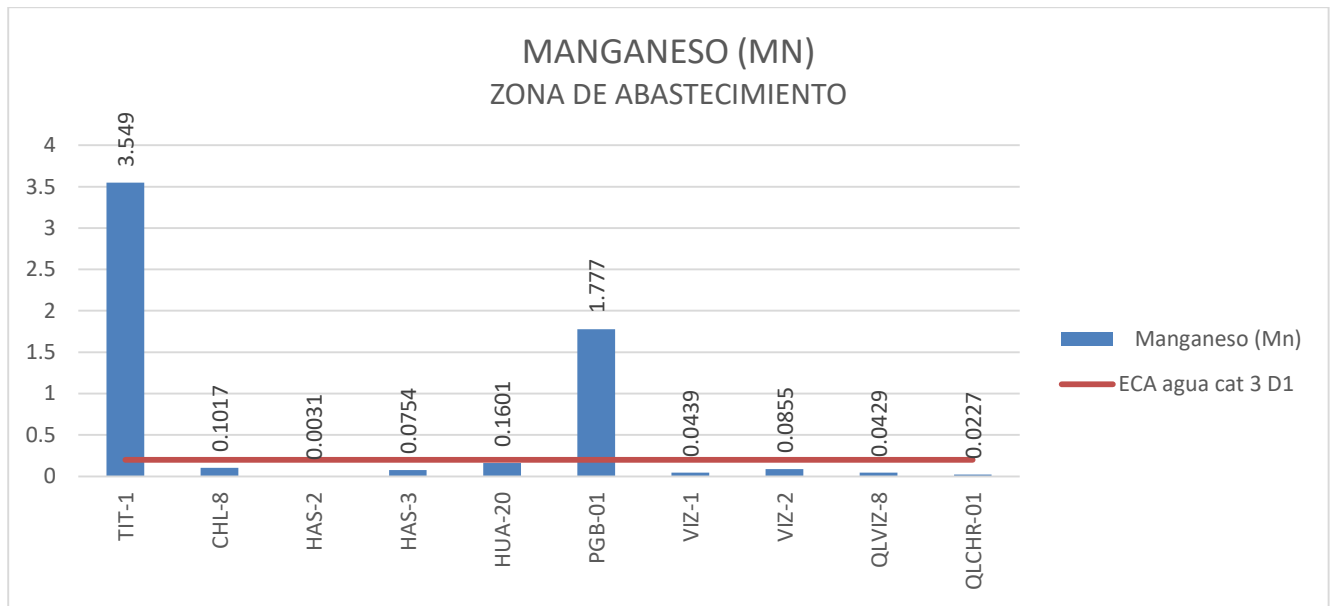


Gráfico 29. Variación espacial del contenido de manganeso en las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El Manganeseo puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeseo causa manchas cafés-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeseo es un elemento metálico común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver al manganeseo y acarrearlo hacia el agua superficial. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0.2 mg/L para el Manganeseo.

La concentración de manganeseo en el agua en las estaciones de la zona de abastecimiento, excepto TIT-1 y PGB-01, presentan concentraciones de manganeseo entre 0.0031 y 0.1601 mg/L, estos resultados son bajos y cumplen el ECA agua Categoría 3 D-1.

La concentración de manganeseo en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (1.777 mg/L) es alto asociado con pH bajo, esto se debe a disolución desde el suelo; las estaciones QLVIZ-8 (0.0429 mg/L), VIZ-1 (0.0439 mg/L) y VIZ-2 (0.0855 mg/L) presentan valores bajos de manganeseo esto debido a la influencia de la calidad de agua del embalse que en la estación PGB-1, estos valores son los esperados en la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, PGB-1 (0.0393 – 2.134 mg/L), VIZ-1 (0.01593 – 2.3302 mg/L) y VIZ-2 (0.0057 – 1.742 mg/L). En la estación QLVIZ-8 para el MAP-6 (1.847 mg/L) fue menor al obtenido, la influencia del vizcachas es menor debido al bajo caudal en PGB-01.

La concentración de manganeseo del agua en el río Chilota CHL-8 (0.1017 mg/L) son bajos y están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (0.0109 – 0.3267 mg/L), no se tiene una fuente de manganeseo.

La concentración de manganeseo en el río Calasaya HUA-20 (0.1601 mg/L) es un valor alto, se encuentra en los resultados esperados en MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (0.0126 – 1.974 mg/L), debido a disolución desde el suelo. La concentración de manganeseo en el río Chincune QLCHR-01 (0.0227 mg/L) y las quebradas HAS-2 (0.0031 mg/L) y HAS-3 (0.0754 mg/L) son bajos y similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6, HAS-2 (<0.0006 – 0.0118 mg/L) y HAS-3 (0.004 – 0.0087 mg/L), en época seca no se tiene mayor fuente de manganeseo.

La concentración de manganeseo en el río Titire en la estación TIT-1 (3.549 mg/L) supera lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, este valor es superior a lo esperado en la línea de base ambiental (0.3663– 2.85 mg/L), la fuente de manganeseo proviene del suelo en el agua subterránea que emerge a la superficie.

La concentración de manganeseo en las estaciones de la zona de operaciones excepto la estación P-01 en la quebrada Millune y CAP-2 en el río Capillune, presentan concentraciones de manganeseo entre 0.001 a 0.1346 mg/L, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego. El principal aporte de manganeseo es desde el suelo.

La concentración de manganeseo en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani (0.0029 mg/L), río Asana AS-01 (0.0095 mg/L), P-11 (0.0081 mg/L), AS-3 (0.001 mg/L), P-12 (0.00593 mg/L) son bajos, son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (0.04217 – 0.0892 mg/L) y valores de línea base para las estaciones P-11 (<0.0002 – 0.07 mg/L), P-12 (0.0071 – 0.2454 mg/L)

La concentración de manganeseo de la estación en la quebrada Millune P-01 (0.4874 mg/L) es alta supera el ECA Agua Cat 3 la oxidación y disolución de material de suelo permite el ingreso del manganeseo, el resultado es mayor al esperado en línea base para las estaciones P-01 (0.2027 – 0.474

mg/L), en época seca existe una mayor oxidación del material de suelo aportando manganeso al cuerpo de agua.

En el río Charaque la concentración de manganeso en la estación Q-CH (0.0035 mg/L) es menor a la reportada en el MAP-6 ES (0.00978 mg/L), en la estación CH-3 (0.001 mg/L) la concentración de manganeso es similar a los resultados obtenidos en la línea base CH-3 (<0.0002 – 0.413 mg/L).

La concentración de manganeso en el río Capillune estaciones CAP-1 (0.0044 mg/L) es bajo y en CAP-2 (0.4751 mg/L) es alto y se encuentra dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (0.0002 - 3.961 mg/L) y CAP-2 (0.0002 – 0.6964 mg/L), el ingreso de agua subterránea en CAP-2 incrementa la concentración de manganeso. En la estación CAP-3 (0.0838 mg/L) la concentración de manganeso fue moderada y está influenciado por el ingreso de agua subterránea en CAP-2, esta concentración es referencial para futuros monitoreos.

La concentración de manganeso en el río Coscore COS-1 (0.0663 mg/L), COS-2 (0.0508 mg/L), COS-3 (0.0503 mg/L) y COS-4 (0.0547 mg/L) es baja y está influenciado por el ingreso de agua subterránea en CAP-2, estas concentraciones son referenciales para futuros monitoreos.

La concentración de manganeso en el río Tumilaca TUM-3 (0.0535 mg/L), TUM-4 (0.0353 mg/L) y estación 13172Rtumi1 (0.0921 mg/L) son bajas, los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rtumi1 (0.0296 – 0.2978 mg/L).

La concentración de manganeso en el río Moquegua estación MQ-3 (0.0046 mg/L), 13172RMoqu1 (0.1346 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0853 mg/L) son moderadas en época seca. Los resultados del MAP 7 son similares con los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172RMoqu1 (0.03808 – 0.2719 mg/L), 13172RMoqu2 (0.0348 – 0.2926 mg/L) y similar a lo reportado en el MAP-6 para MQ-3 (0.00389 mg/L). En la estación 13172RMoqu1 se tiene ingreso de manganeso por fuentes de agua subterránea.

La concentración de manganeso en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0984 mg/L) es moderado y se encuentra dentro de lo esperado para los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 13172Rosmo1 (0.0193 – 0.2816 mg/L). En el río Ilo estación Ilo-1 (0.1265 mg/L) es moderado, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.28. Plomo

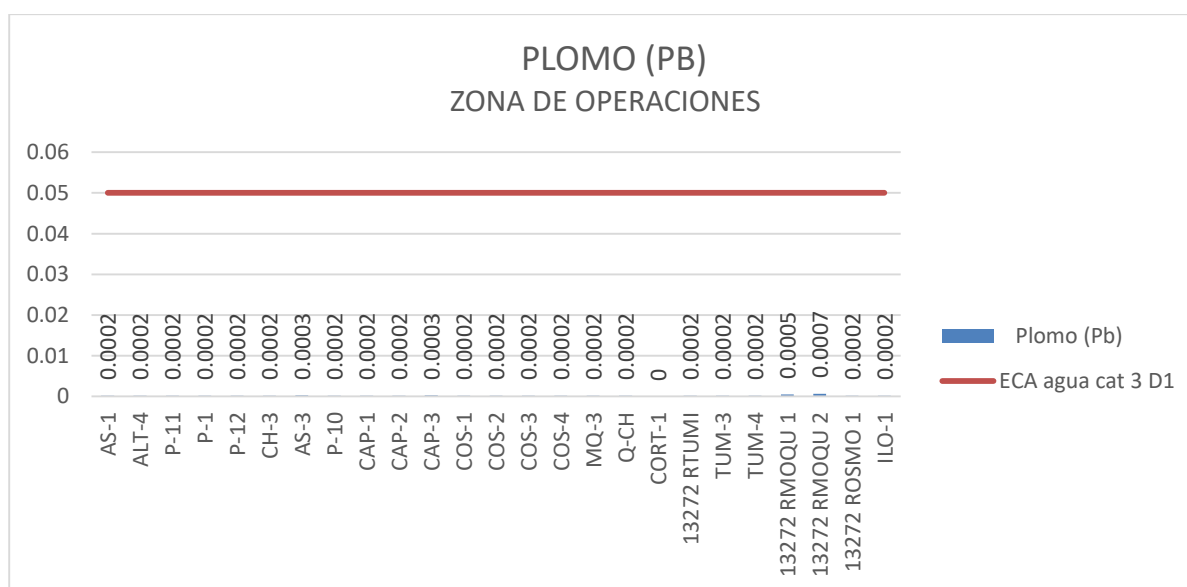
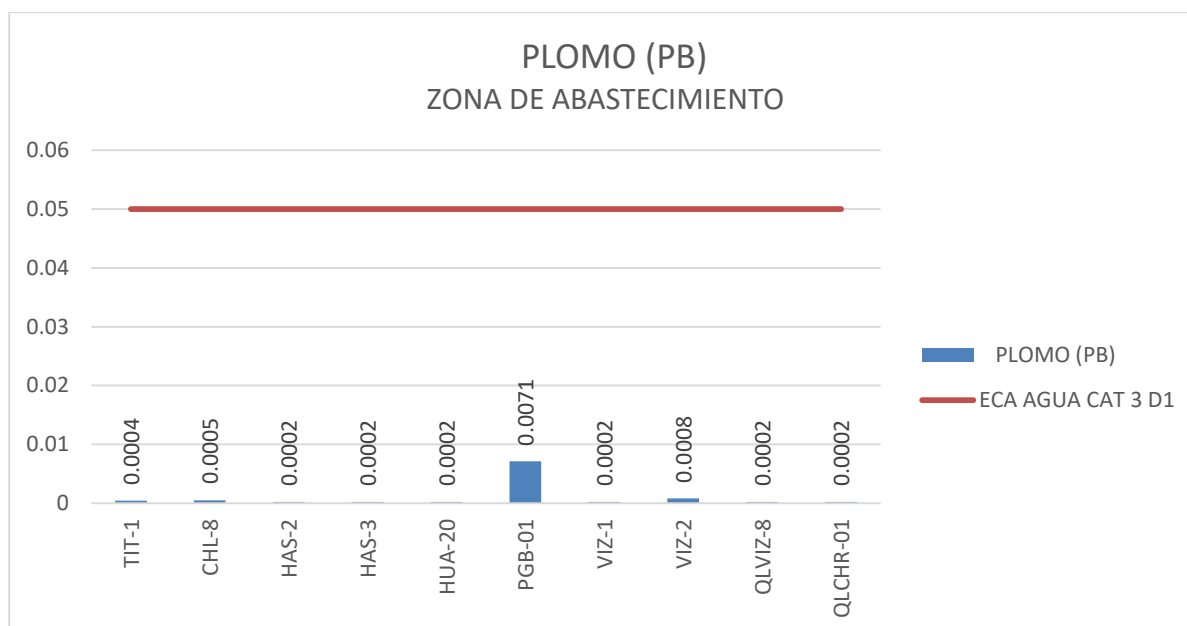


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

El Plomo ocurre en forma natural en el ambiente, sin embargo, muchas de las grandes concentraciones encontradas en algunos lugares puede deberse a actividades antropogénicas. El nivel de plomo en el ambiente se ha incrementado entre 1950 y el 2000 principalmente debido al uso de combustibles con plomo. El plomo puede ingresar al ambiente por liberación de minerales de plomo o contenido en otros minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,05 mg/L para el Plomo.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentra entre <0.0002 y 0.0071 mg/L, todas cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 ($0.0001 - 0.044$ mg/L), VIZ-1 ($<0.0002 - 0.0033$ mg/L), VIZ-2 ($<0.0001 - 0.04$ mg/L), CHL-8 ($<0.0001 - 0.0266$ mg /L), HUA-20 (0.00019 mg /L), HAS-2 ($0.00005 - <0.0003$ mg/L), HAS-3 ($0.00017 - <0.0003$ mg /L) y TIT-1 ($<0.0001 - 0.0272$ mg/L) no se tiene ingreso de plomo desde el suelo, en la estación PGB-01 el origen es desde el embalse.

La concentración de plomo en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de plomo entre <0.0002 y 0.0007 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca no se tiene ingreso de plomo desde el suelo.

Los resultados son los esperados en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, así como con los valores de línea base para las estaciones P-11 ($<0.0001 - 0.0034$ mg/L), P-01 ($<0.0001 - 0.0055$ mg/L), AS-04 ($<0.0001 - 0.00031$ mg/L), P-12 ($<0.0001 - 0.0055$ mg/L), CAP-2 ($<0.0001 - 0.042$ mg/L), CH-3 ($<0.0001 - 0.0056$ mg/L), no se observa fuentes de plomo.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de plomo en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.0002 mg/L) no ha sido detectado, en el río Moquegua estación MQ-3 (<0.0002 mg/L), 13172RMoqu1 (0.0005 mg /L) es bajo, la estación 13172RMoqu2 (0.0007 mg/L) es baja probable ingreso por aguas residuales y en el río Osmore 13172Rosmo1 (0.0004 mg/L) es bajo, no se tiene ingreso de plomo desde el suelo. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4 y 6, es similar para la estación 13172Rtumi1 ($<0.001 - 0.0015$ mg/L), para 13172RMoqu1 ($0.00005 - <0.0002$ mg/L), para 13172RMoqu2 ($<0.0001 - 0.00012$ mg/L) y para 13172Rosmo1 ($0.00008 - <0.0002$ mg/L).

5.1.4.29. Sodio

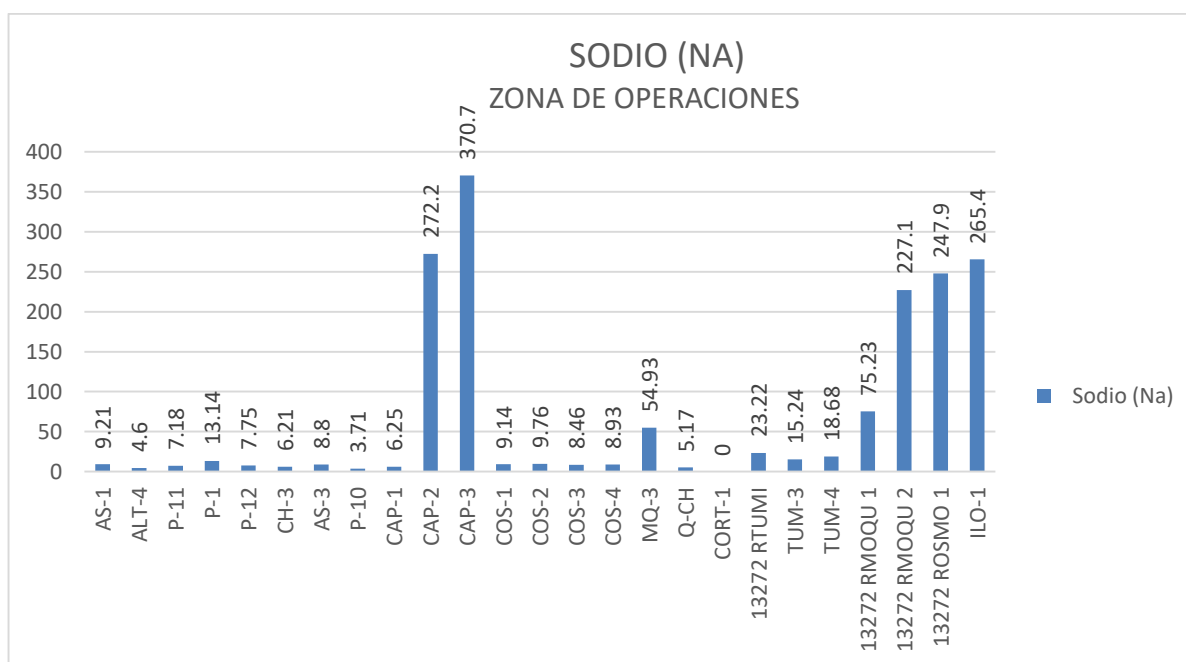
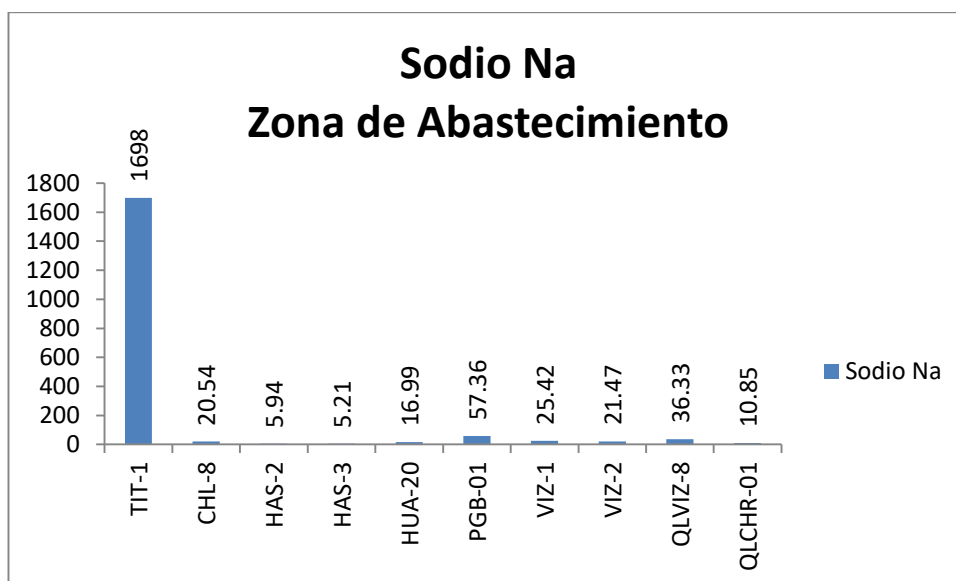


Gráfico 31. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los compuestos de sodio forman más del 3 % de la corteza terrestre. Muchas rocas que contienen sodio son fácilmente degradables. El sodio es removido por intercambio iónico desde el suelo. Las sales de sodio son muy solubles en agua, la concentración de sodio en aguas fuertemente mineralizadas está entre varios gramos a más de 100 g/L, mientras que aguas con baja mineralización están entre varios miligramos a menos de 1000 mg/L. El sodio está generalmente presente en forma libre, pero puede encontrarse junto a muchos pares iónicos como el carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruros. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor para el Sodio.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de abastecimiento, excepto TIT-1 presenta concentraciones de sodio entre 5.21 y 57.36 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca donde existe concentración de sales en bajos caudales.

La concentración de sodio en el río Vizcachas en la estación PGB-1 (57.36 mg/L) presenta valores altos, para QLVIZ-8 (36.33 mg/L), VIZ-1 (25.42 mg/L) y VIZ-2 (21.47 mg/L) presentan valores bajos de sodio que disminuye con el ingreso de fuentes de agua y se incrementa con el agua del río Chilota, estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 (28.18 – 62.53 mg/L), VIZ-1 (11.28 – 64.75 mg/L) y VIZ-2 (10.78 – 61.8 mg/L), en el caso de PGB-01 el ingreso de aguas desde el embalse incrementa el contenido de sodio.

La concentración de sodio en el río Chilota CHL-8 (20.54 mg/L), son bajos y son similares de lo esperado en la línea de base ambiental para el CHL-8 (11.36 – 125.8 mg /L).

La concentración de sodio en el río Chincune QLCRH-01 (10.85 mg/L) es similar a la obtenida en el MAP-6 (11.35 mg/L), en el río Calasaya HUA-20 (16.99 mg/L) y las quebradas HAS-2 (5.94 mg/L) y HAS-3 (5.21 mg /L) son similares a los reportados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para HUA-20 (13.15 – 54.56 mg /L), HAS-2 (5.572 – 6.036 mg/L) y HAS-3 (4.65 – 5.2 mg /L).

La concentración de sodio en el río Titire en la estación TIT-1 (1698 mg/L), este valor es esperado en la línea de base ambiental (45.33 – 3199 mg/L), se observa ingreso de aguas geotermales que incrementan la concentración de sodio en época seca.

La concentración de sodio en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan concentraciones de sodio entre 3.71 y 370.7 mg/L, estos resultados son característicos de la época seca.

La concentración de sodio en el agua de la zona de operaciones de las estaciones del río Altarani ALT-4 (4.6 mg/L), en el río Asana AS-1 (9.21 mg/L), P-11 (13.14 mg/L), AS-3 (8.8 mg/L), P-12 (7.75 mg/L) son bajos, estos valores similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6 para la estación AS-4 (6.702 – 7.59 mg/L); para los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.09 – 6.93 mg/L) es similar, AS-01 (4.67 – 233.2 mg/L) es similar, P-11 (4.71 – 7.75 mg/L) es mayor, P-12 (4.19 – 10.3 mg/L) es similar,

La concentración de sodio en la quebrada Millune P-01 (13.14 mg/L), es bajo y similar a lo reportado en la línea base P-01 (6.46 – 14.15 mg/L). En la quebrada Sarayenque P-10 (3.71 mg/L) la concentración es baja.

En el río Charaque en la estación Q-CH (5.17 mg/L) es similar a lo obtenido en el MAP-6 Q-CH (4.924 mg/L), en la estación CH-3 (6.21 mg/L) es bajo y similar a los valores de línea base CH-3 (3.85 – 7.29 mg/L).

La concentración de sodio en el río Capillune CAP-1 (6.25 mg/L) es bajo y en CAP-2 (272.2 mg /L) es alto por ingreso de agua de riego y subterránea, así como concentración por reducción del caudal, se encuentran dentro de lo esperado para la línea de base CAP-1 (3.74 – 7.13 mg/L) y CAP-2 (20.3 – 520.6 mg/L) se observa una concentración del sodio en el agua por el ingreso de aguas de riego y subterráneas de riego en CAP-2. En la estación CAP-3 (370 mg/L) la concentración de sodio es mayor por procesos evaporativos, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

La concentración de sodio en el río Coscore COS-1 (9.14 mg/L), COS-2 (9.76 mg/L), COS-3 (8.46 mg/L), COS-4 (8.93 mg/L) son bajos, estos resultados son referenciales para futuros monitoreos.

La concentración de sodio en el río tumilaca estación TUM-3 (15.24 mg/L), TUM-4 (18.68 mg/L) y 13172Rtumi1 (23.24 mg/L) son bajos y superiores a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rtumi1 (18.06 – 21.61 mg/L).

La concentración de sodio en el río Moquegua estación MQ-3 (54.93 mg/L) fue menor al reportado en el MAP-6 MQ-3 (62.43 mg/L), para la estación 13172RMoqu1 (75.23 mg /L), 13172RMoqu2 (227.1 mg/L) fueron moderados y similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para las estaciones 13172RMoqu1 (66.84 – 108.9 mg/L), 13172RMoqu2 (164.1 – 290.9 mg/L) existe incremento de este elemento por disminución del caudal e ingreso de aguas de riego.

La concentración de sodio en el río Osmore 13172Rosmo1 (247.9 mg/L) son altos, los resultados son similares a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, para la estación 13172Rosmo1 (143.7 – 265.3 mg/L), existe incremento de este elemento por disminución del caudal e ingreso de aguas de riego. La concentración de sodio en el río Ilo estación Ilo-1 (265.4 mg/L) es alta probablemente por ingreso de agua de mar, este resultado es referencial para futuros monitoreos.

5.1.4.30. Zinc

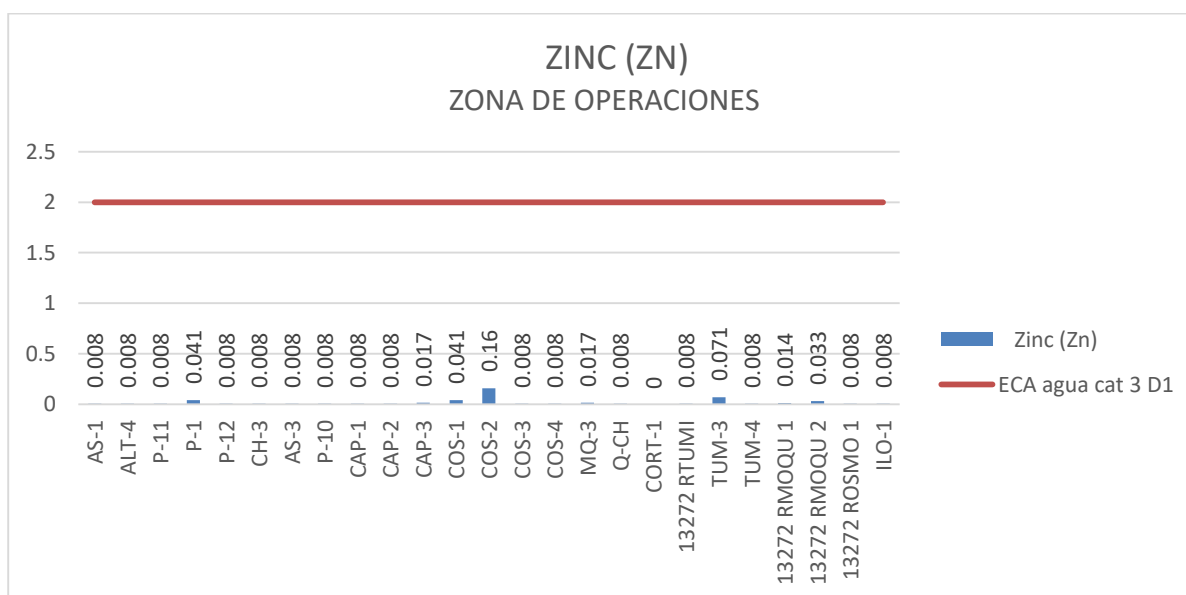
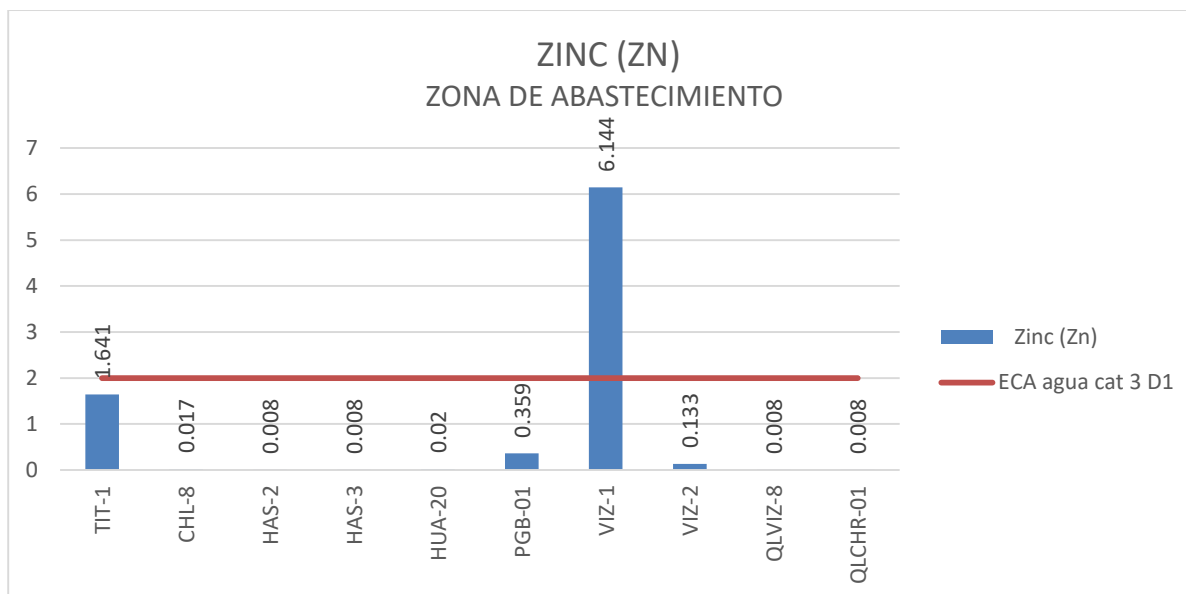


Gráfico 32. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de Zinc en aguas superficiales usualmente está por debajo de 10 ug/L y en aguas subterráneas de 10 a 40 ug/L. En el agua de los grifos el contenido de zinc puede ser mayor debido a la lixiviación del Zinc desde las tuberías y accesorios, especialmente en aguas corrosivas con valores de pH bajos, alto contenido de dióxido de carbono y bajo contenido de sales minerales. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 2 mg/L para el Zinc para la subcategoría agua de riego D1.

En las estaciones de la zona de abastecimiento se ha detectado bajas concentraciones de zinc (<0.01 – 1.641 mg/L) excepto en la estación VIZ-1, la concentración de zinc en PGB-1 (0.359 mg/L), QLVIZ-8 (<0.008 mg/L), VIZ-2 (0.133 mg/L), HAS-2 (<0.008 mg/L), HAS-3 (<0.008 mg/L), HUA-20 (0.02 mg/L), QLCHR-01 (<0.008 mg/L), CHL-8 (0.017 mg/L) y TIT-01 (1.641 mg/L) cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, son similares para el PGB-1 (0.003 – 0.772 mg/L), VIZ-2 (0.0012 – 0.59 mg/L), CHL-8 (<0.003 – 2.115 mg /L), HUA-20 (<0.01 – 0.0095 mg /L), HAS-2 (<0.0008 – 0.006 mg/L) y HAS-3 (0.0012 – 0.009 mg /L), mayor para TIT-1 (0.003 – 0.711 mg/L). La estación VIZ-1 (6.144 mg/L) presentó una concentración anómala de zinc, probable ingreso de una fuente antropogénica o error en la determinación analítica, este resultado no es el esperado en la línea base para VIZ-1 (0.001 – 0.3033 mg/L).

La concentración de zinc en las estaciones de la zona de operaciones, Moquegua e Ilo presentan valores entre <0.008 y 0.16 mg/L, todos cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, estos resultados son característicos de la época seca, no se ha detectado fuente de zinc.

Los valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, así como los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.003 – 0.235 mg/L), AS-01 (0.003 – 0.408 mg/L), P-11 (<0.003 – 0.303 mg/L), P-01 (<0.003 – 0.439 mg/L), AS-04 (<0.01 - 0.0117 mg/L), P-12 (<0.003 – 0.273 mg/L), CAP-1 (0.003 – 0.259 mg/L), CAP-2 (<0.003 – 0.264 mg/L), CH-3 (<0.003 – 1.014 mg/L).

En la zona de Moquegua e Ilo la concentración de zinc en el río Tumilaca estación 13172Rtumi1 (<0.008 mg/L), en el río Moquegua estación MQ-3 (0.017 mg/L), 13172RMoqu1 (0.014 mg /L), la estación 13172RMoqu2 (0.0033 mg/L) y en el río Osmore 13172Rosmo1 (<0.008 mg/L), es baja. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, es similar para la estación 13172Rtumi1 (<0.003 - 0.0083 mg/L), mayor para 13172RMoqu1 (<0.003 – 0.0042 mg/L), 13172RMoqu2 (<0.003 – 0.0236 mg/L) y similar para 13172Rosmo1 (<0.003 - 0.016 mg/L mg/L), no existe ingreso de zinc desde el suelo por escorrentía o desprendimiento de suelo.

MICROBIOLÓGICOS

5.1.4.31. Coliformes Termotolerantes o Fecales

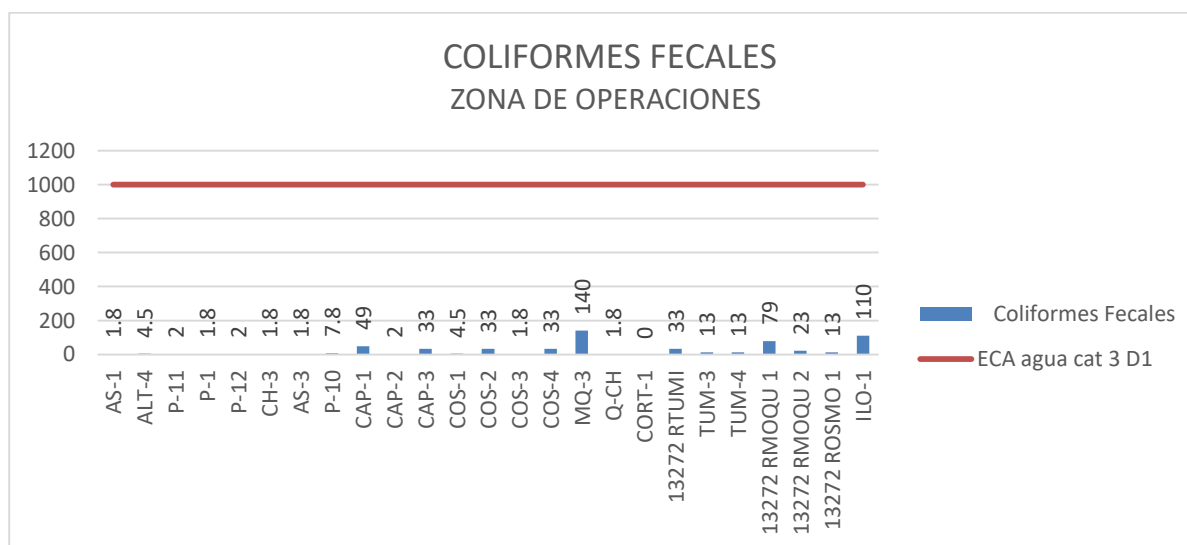
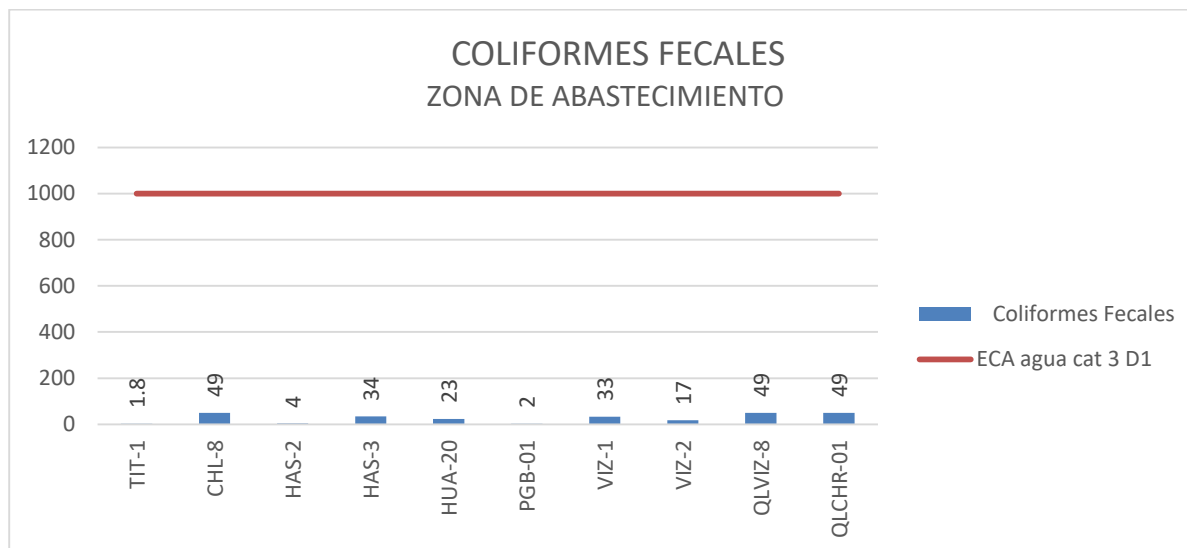


Gráfico 33. Variación espacial de la numeración de coliformes termotolerantes de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento, zona de operaciones, Moquegua e Ilo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los Coliformes Termotolerantes o Fecales son parte de los coliformes totales, crecen con lactosa y fermentan a 44,5 °C, produciendo ácido y gas en las primeras 48 horas de incubación. Están relacionados con contaminación fecal procedente de animales de sangre caliente. La termotolerancia se considera un mecanismo de adaptación a elevadas temperaturas que se encuentran en el tracto entérico de los animales, lo que se basa en una superior estabilidad de las proteínas al calor.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento, se ha detectado bajos valores de coliformes termotolerantes o fecales (1.8 – 49 NMP/100 mL) cumplen con el ECA Agua categoría 3 agua de riego. Los valores reportados en las estaciones PGB-1 (2 NMP/100 mL), QLVIZ-8 (49 NMP/100 mL), VIZ-1 (33 NMP/100 mL), VIZ-2 (17 NMP/100 mL), HAS-2 (4 NMP/100 mL), HAS-3 (34 NMP/100 mL), HUA-20 (23 NMP/100 mL), CHL-8 (49 NMP/100 mL) y TIT-1 (2 NMP/100 mL) son bajos, característicos de la época seca donde no ingresa material de suelo. Estos valores en comparación con la línea de base ambiental, MAP 3, 4, 5 y 6, para las estaciones del río Vizcachas PGB-1 (1.8 – 6.8 NMP/100 mL), VIZ-1 (2 – 49 NMP/100 mL) y VIZ-2 (2 – 110 NMP/100 mL) son similares; las estaciones del río Chilota CHL-8 (0.4 – 49 NMP/100 mL) es similar; es las quebradas HUA-20 (13 – 120 NMP/100 mL), HAS-2 (<1.8 – 17 NMP/100 mL) y HAS-3 (<1.8 – 20 NMP/100 mL) son similares.

El contenido de coliformes termotolerantes en el río Titire en la estación TIT-1 (1.8 NMP/100 mL) cumple el valor establecido por el ECA Agua categoría 3 agua de riego, este valor es similar al esperado en la línea de base ambiental (<1.8 – 4.5 NMP/100 mL), se observa un valor bajo del contenido de coliformes termotolerantes en época húmeda y seca por la presencia de altos valores de conductividad y sales.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones presentan valores de coliformes termotolerantes entre <1.8 a 140 NMP/100 mL, cumplen con el ECA Agua Categoría 3 agua para riego, existe la influencia de aguas residuales al inicio del valle.

Los valores de coliformes termotolerantes en el agua de la zona de operaciones en el río Altarani ALT-4 (4.5 NMP/100 mL), en el río Asana estación AS-01 (1.8 NMP/100 mL), P-11 (2 NMP/100 mL), AS-03 (1.8 NMP/100 mL), P-12 (2 NMP/100 mL), en la quebrada Millune (1.8 NMP/100 mL), en los ríos Charaque Q-CH (1.8 NMP/100 mL), CH-3 (1.8 NMP/100 mL) y río Capillune CAP-1 (49 NMP/100 mL), CAP-2 (2 NMP/100 mL), CAP-3 (33 NMP/100 mL) son bajos no hay ingreso de este material fecal al agua. Estos valores son similares a los resultados obtenidos en los MAP 1, 2, 4, 5 Y 6 así con los valores de línea base para las estaciones ALT-4 (0.4 – 6.8 NMP/100 mL), en el río Asana estación AS-01 (2 – 490 NMP/100 mL), P-11 (0.4 – 1400 NMP/100 mL), P-01 (0.4 – 2 NMP/100 mL), AS-04 (<1.8 - 20 NMP/100 mL), P-12 (0.4 – 1700 NMP/100 mL), CAP-1 (0.4 – 79 NMP/100 mL), CAP-2 (<1.8 – 170 NMP/100 mL), CH-3 (<1.8 – 34 mg/L).

En el río Coscore COS-1 (4.5 NMP/100 mL), COS-2 (33 NMP/100 mL), COS-3 (1.8 NMP/100 mL), COS-4 (33 NMP/100 mL), no se tiene aportes de coliformes termotolerantes.

En la zona de Moquegua e Ilo el contenido de coliformes termotolerantes en el río Tumilaca estación TUM-3 (13 NMP/100 mL), TUM-4 (13 NMP/100 mL), 13172Rtumi1 (33 NMP/100 mL) no se tiene ingreso de coliformes, en el río Moquegua estación MQ-3 (140 NMP/100 mL), 13172RMoqu1 (79 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (23 NMP/100 mL), se tiene presencia de coliformes al ingreso del valle. En el río Osmore 13172Rosmo1 (13 NMP/100 mL) los coliformes termotolerantes son bajos. Los resultados del MAP 7 en comparación a los resultados de los MAP 1, 2, 4, 5 y 6, es similar para las estaciones 13172Rtumi1 (4.5 - 3500 mg/L), 13172RMoqu1 (4.5 – 790 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (33 – 630 mg/L) y 13172Rosmo1 (27 - 270 NMP/100 mL), existe ingreso de coliformes termotolerantes desde el suelo por escorrentía o ingreso de otros cuerpos de agua al río en la estación al inicio del valle de Moquegua. En el río Ilo estación Ilo-1 (110 NMP/100 mL), se tiene presencia baja de coliformes termotolerantes, probable ingreso de aguas residuales de la ciudad.

5.1.5. Tablas resumen de resultados de calidad de agua

Tabla 09. Principales Observaciones de los resultados zona de abastecimiento

Estación de Muestreo	Lugar	Parámetros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	cumplen ECA	No Cumple ECA	
PGB-1	río Vizcachas	69	31	28	3	pH bajo, Al, B
VIZ-1		69	31	20	1	Zn
VIZ-2		69	31	31	0	Ninguna
QLVIZ-8		69	31	31	0	Ninguna
HAS-02	Quebrada s/n Pampa Huachunta	69	31	30	1	pH alto
HAS-03	Quebrada Vilaje	69	31	31	0	Ninguna
HUA-20	río Calasaya	69	31	31	0	Ninguna
QLCHR-01	río Chincune	69	31	31	0	Ninguna
CHL-04	río Chilota	69	31	31	0	Ninguna
CHL-08		69	31	29	2	pH alto, As
TIT-1	río Titire	69	31	17	14	C.E., pH bajo, Cl-, F-, sulfatos, Al, As, B, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mn

Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones, Moquegua e Ilo

Estación de Muestreo	Lugar	Parámetros Monitoreados				Observaciones
		Total	Establecidos en el ECA	cumplen ECA	No Cumple ECA	
ALT-4	río Altarani	69	31	31	0	Ninguna
AS-1	río Asana	69	31	31	0	Ninguna
P-11		69	31	31	0	Ninguna
AS-04						No monitoreado
AS-3		69	31	31	0	Ninguna
P-12		69	31	31	0	Ninguna
P-1		Quebrada Millune	69	31	28	3
P-10	Quebrada Sarayenque	69	31	31	0	Ninguna
COS-1	río Coscore	69	31	31	0	Ninguna
COS-3		69	31	31	0	Ninguna
COS-2		69	31	31	0	Ninguna
COS-4		69	31	31	0	Ninguna
Q-CH	río Charaque	69	31	31	0	Ninguna
CH-3		69	31	30	1	pH alto
CAP-1	río Capillune	69	31	31	0	Ninguna
CAP-2		69	31	27	4	Cloruro, fluoruro, B, Mn
CAP-3		69	31	26	5	C.E., pH alto, Cloruro, fluoruro, B
TUM-3	río Tumilaca	69	31	31	0	Ninguna
TUM-4		69	31	31	0	Ninguna
13272-RTUMI		69	31	31	0	Ninguna
COC-1	río Cocotea	69	31			No monitoreado
MQ-3	río Moquegua	69	31	30	1	pH alto
13272-MOQUE1		69	31	31	0	Ninguna
13272-MOQUE2		69	31	28	3	C.E., pH alto, B
13272-OSMO1	río Osmore	69	31	28	3	C.E., pH alto, B
ILO-1	río Ilo	69	31	28	3	C.E., cloruro, B

Se han monitoreado 31 parámetros del Estándar de Calidad Ambiental ECA Categoría 3 agua para riego D-1 y 38 parámetros adicionales que permiten entender el comportamiento químico del cuerpo de agua

5.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

5.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire

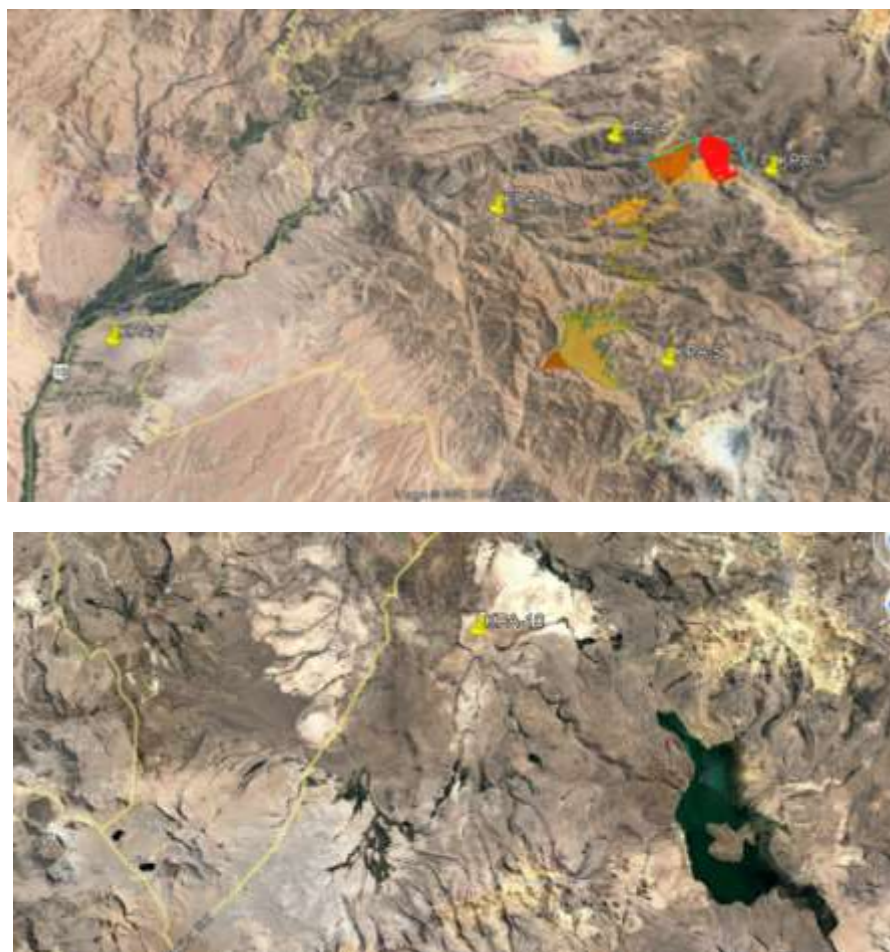


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones y abastecimiento MAP-7 ES noviembre 2019

Tabla 11. Estaciones de monitoreo calidad de aire

Estación de Monitoreo	Coordenadas		Lugar
	Este	Norte	
KPA-3	330218	8107538	Cerro Samanape
KPA-4	321194	8109045	Tala
KPA-5	324756	8096506	Zona de Cortaderas
KPA-7	293071	8096452	San Antonio
KPA-8	314672	8104739	Poblado Calientes
KPA-10	355530	8159651	Vizcachas

5.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 12. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

Informe de Laboratorio	Unidad	LD	73084	73076	73067	74877	74876	75993	ECA Aire DS-003-2017 MINAM
Fecha de Muestreo			08,09,12/11/19	25-27/10/19	28-30/10/19	29-31/10/19	01-03/11/19	25-27/11/19	
Identificación			KPA-3	KPA-4	KPA-5	KPA-7	KPA-8	KPA-10	
Gases									
Dióxido de azufre (24 h)	ug/m ³	0.88	13.26	10.61	13.67	8.38	8.49	10.06	50
Dióxido de nitrógeno (1 h)	ug/m ³	0.45	3.51	1.24	9.68	9.48	8.65	9.16	200
Monóxido de carbono (8 h)	ug/m ³	85.89	3631	3901	3686	5530	3623	3049	10000
Material Particulado									
Material Particulado PM-10	ug/m ³	1.0	44.3	21.5	27	80	34.5	39	100
			35.9	26	38.4	42.6	45.6	42.6	
			33.1	28.7	31.4	55.6	32.1	32.5	
Material Particulado PM-2.5	ug/m ³	2.0	6.8	8.8	10.5	18.1	12.7	14.3	50
			6.8	9.1	16.6	19.1	18.5	15.2	
			8.4	11	31.2	14.7	13.5	6	
Metales en PM-10									
Plomo	ug/m ³	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	1.5
			<0.002	<0.002	<0.002	0.006	<0.002	<0.002	
			<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	

5.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

5.2.3.1. Dióxido de azufre

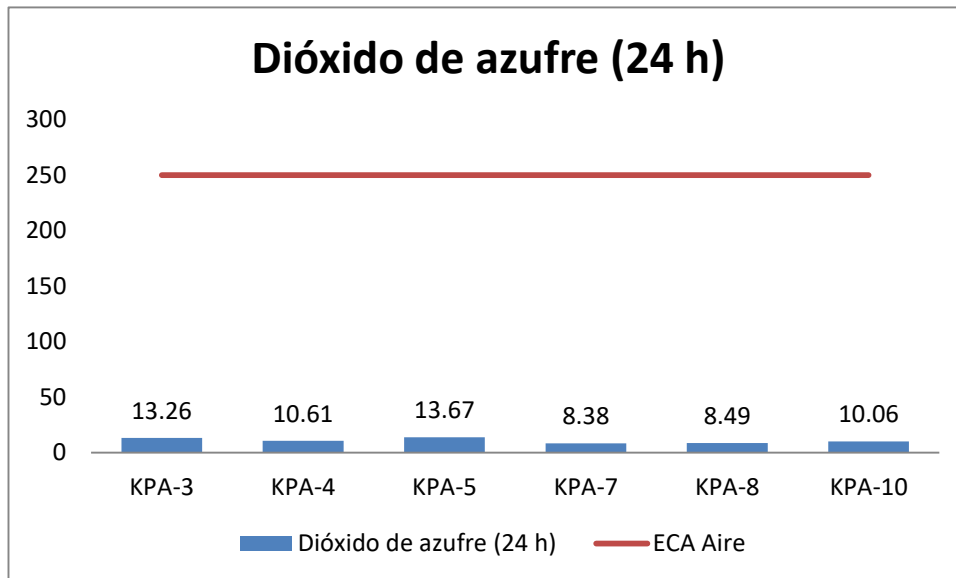


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 250 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 35, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de azufre en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de tipo industrial de combustibles con azufre como el diesel. Todas las estaciones cumplen con el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4, 5 para la época seca y húmeda y MAP 6 ES, KPA-3 (<13 – 16.85 ug/m³), KPA-4 (<13 – 13.82 ug/m³), KPA-5 (10.78 – 11.05 ug/m³) y KPA-7 (9.5 – 10.06 ug/m³). Son similares para el MAP 6 ES para KPA-8 (3.03 ug/m³), KPA-10 (10.82 ug/m³).

5.2.3.2. Dióxido de Nitrógeno

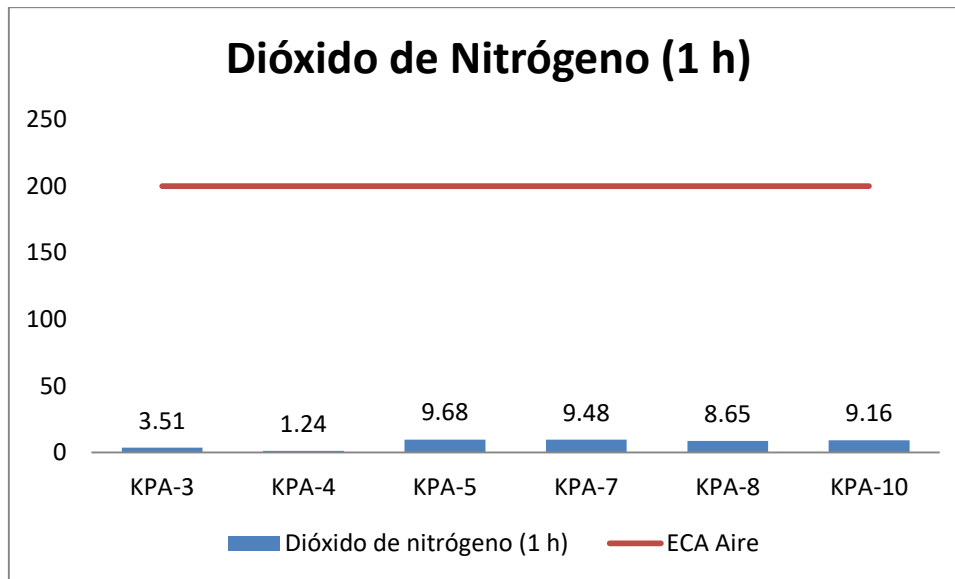


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El dióxido de nitrógeno se forma por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina, kerosene y gas, así como otras materias primas que contienen nitrógeno. El ECA Aire fija un valor de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 36, se ha detectado baja presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere pocas fuentes de combustión de combustibles. Todas las estaciones cumplen con los ECA aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4, 6 para la época seca y húmeda KPA-3 ($< 4 - 63 \mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 ($7.32 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 ($4.76 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y KPA-7 ($10 - 76.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), son mayores que los reportados en el MAP 6 para ES KPA-8 ($46.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-10 ($47.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.2.3.3. Material Particulado menor a 10 um

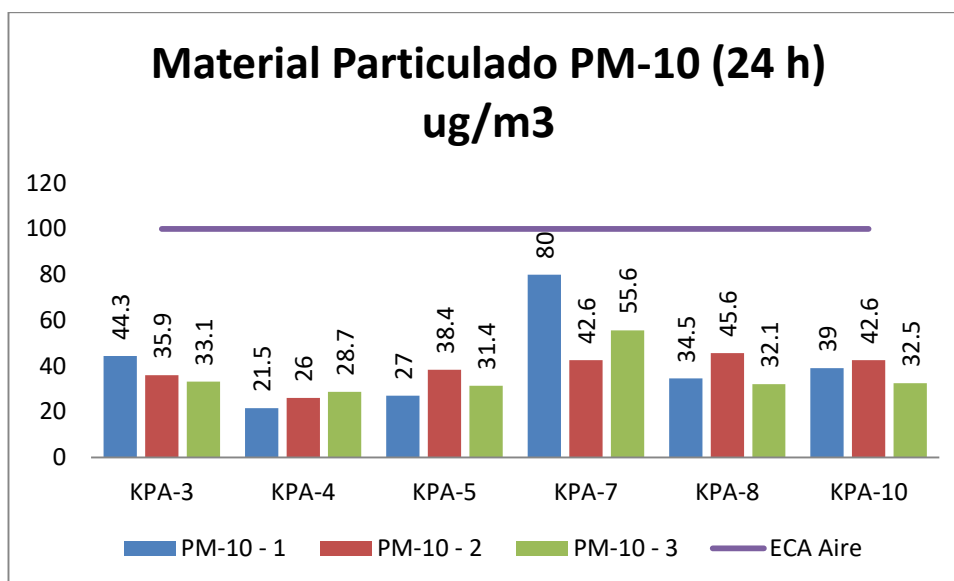


Gráfico 37. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El material particulado menor a 10 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 100 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 37, se ha detectado baja presencia de material particulado PM-10 en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. La estación KPA-7 presenta valores moderados de PM-10 probablemente debido a re suspensión de material de suelo. Todas las estaciones cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4 y 5 para la época seca y húmeda KPA-3 (3.2 – 123.1 ug/m³), KPA-4 (16.4 – 57.8 ug/m³), KPA-5 (21.5 – 82.3 ug/m³) y KPA-7 (53.2 – 92.9 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-10. Son similares a los reportados MAP 6 ES para KPA-8 (41.7 ug/m³), KPA-10 (21.5 ug/m³).

5.2.3.4. Material particulado menor a 2.5 um

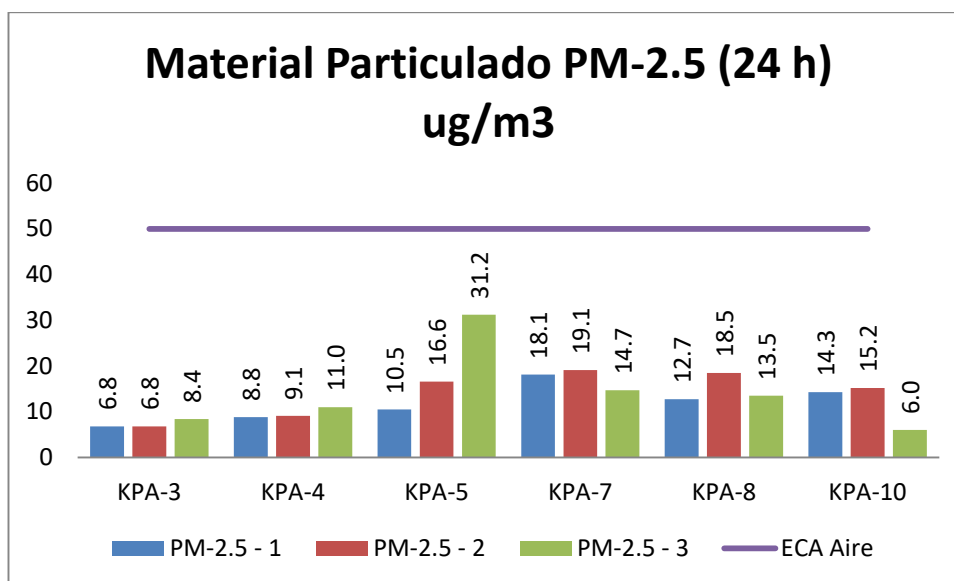


Gráfico 38. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El material particulado menor a 2,5 um se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene, también se puede generar a partir del polvo generado por el viento. El ECA Aire fija un valor de 50 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 38, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones de monitoreo, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo. El origen del Material Particulado en la estación KPA-7 es el polvo de las zonas descubiertas. Todas las estaciones de monitoreo cumplen con los ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para la época seca y húmeda KPA-3 (1.6 – 22.7 ug/m³), KPA-4 (5.4 – 28.5 ug/m³), KPA-5 (8 – 24.8 ug/m³) y KPA-7 (18 – 68.7 ug/m³), la estación KPA-7 presenta los mayores valores de PM-2.5, probablemente a material re suspendido de suelo y fuentes de combustión. Son mayores a los reportados en el MAP 6 ES para KPA-8 (7.6 ug/m³), KPA-10 (4.2 ug/m³).

5.2.3.5. Monóxido de Carbono

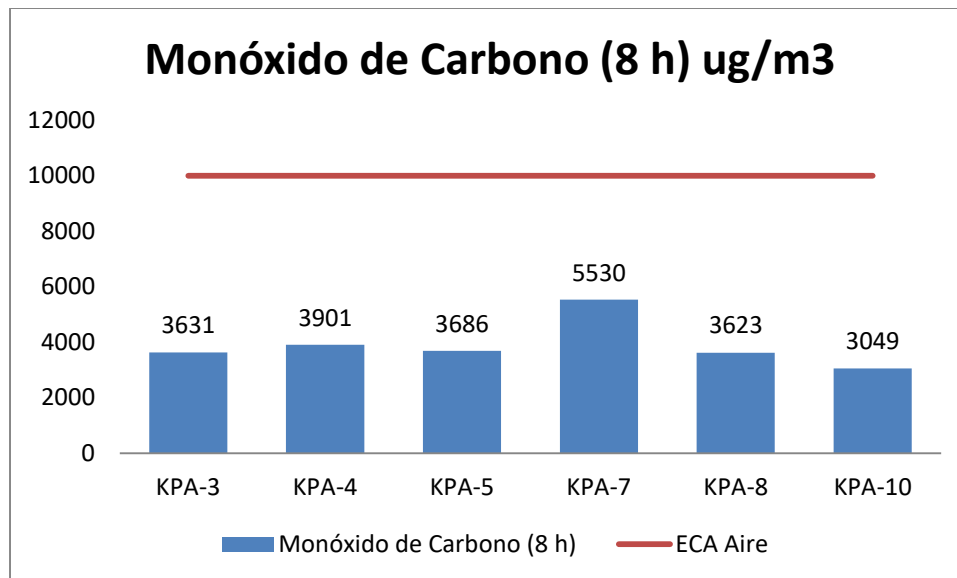


Gráfico 39. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El monóxido de carbono se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel, gasolina y kerosene. El ECA Aire fija un valor de 1000 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 39, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo. Las concentraciones de Monóxido de carbono son bajas y cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para la época seca y húmeda KPA-3 (859 – 4648 ug/m³), KPA-4 (<335 – 2840 ug/m³), KPA-5 (<335 – 3835 ug/m³) y KPA-7 (458 – 4030 ug/m³). Son mayores a los reportados en el MAP 6 ES para KPA-8 (543.9 ug/m³), KPA-10 (572.5 ug/m³).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de monóxido de carbono.

Metales:

5.2.3.6. Plomo

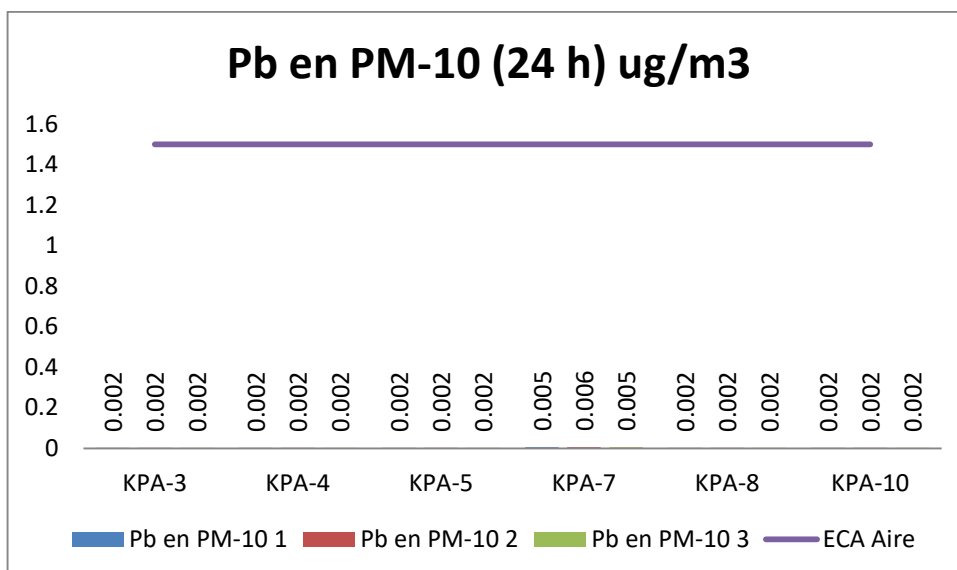


Gráfico 40. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 um de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP-7 ES octubre 2019

El plomo en material particulado se puede formar por la combustión de combustibles fósiles tales como diesel y gasolina, así como por deposición desde el aire o polvo. El ECA Aire fija un valor de 0.5 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 40, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Estos resultados son similares a los encontrados en los MAP 3, 4, 5 y 6 para la época seca y húmeda KPA-3 (<0.002 – 0.0051 ug/m³), KPA-4 (<0.002 – 0.0068 ug/m³), KPA-5 (<0.002 – 0.006 ug/m³) y KPA-7 (<0.002 – 0.0189 ug/m³). Son similares a los reportados en el MAP 6 ES para KPA-8 (<0.002 ug/m³), KPA-10 (<0.002 ug/m³).

La calidad del aire en las estaciones de monitoreo no presentan concentraciones significativas de plomo en material particulado.

5.2.4. Tablas resumen de resultados de calidad de aire

Tabla 13. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Estación de Monitoreo	Lugar	Parámetros Monitoreados			Observación
		Total del ECA	Cumplen ECA	No cumplen ECA	
KPA-3	Cerro Samanape	5	5	0	Ninguna
KPA-4	Tala	5	5	0	Ninguna
KPA-5	Zona de Cortaderas	5	5	0	Ninguna
KPA-7	San Antonio	5	5	0	Ninguna
KPA-8	Poblado Calientes	5	5	0	Ninguna
KPA-10	Vizcachas	5	5	0	Ninguna

5.3. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO

5.3.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad ambiental de suelo

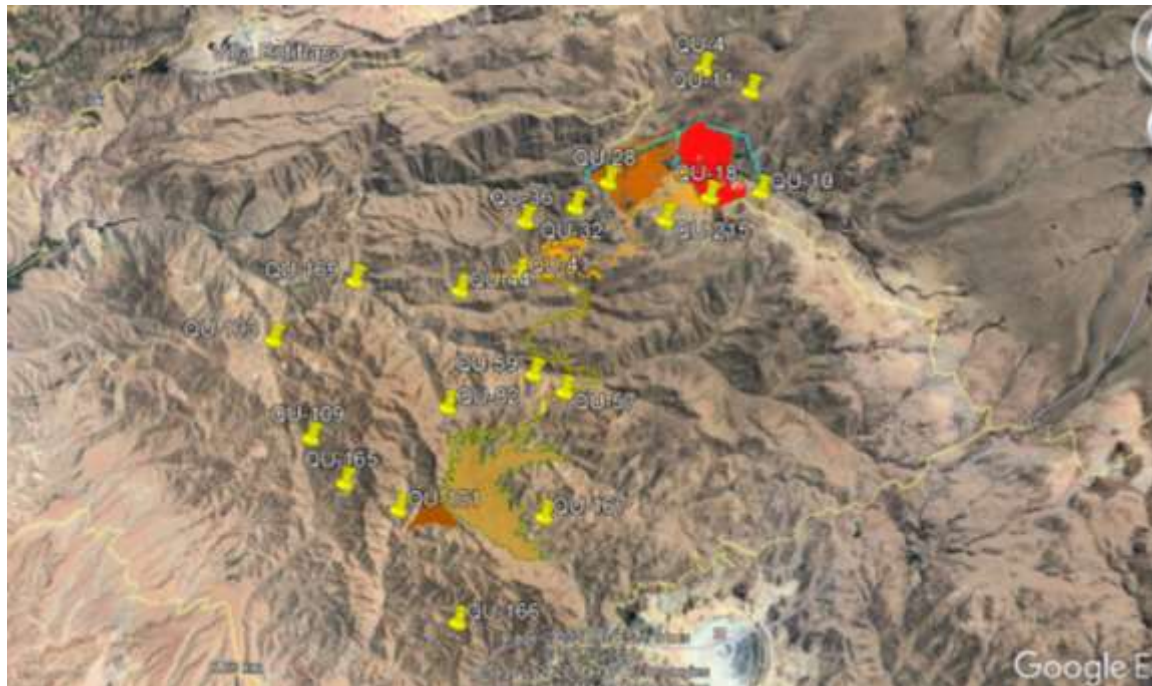


Figura 04. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo en la zona de operaciones MAP-7 ES octubre 2019

Tabla 14. Estaciones de monitoreo calidad de suelo

Punto	Coordenadas		Ubicación
	Este	Norte	
QU-201	326755	8111354	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte
QU-11	328307	8110612	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento
QU-4	329669	8108452	Ubicado a 250 m de quebrada Millune, arriba del polvorín
QU-18	327137	8107187	Sin acceso por quebrada y zona intervenida; Mina Sur, quebrada Quellaveco, a 200 m de la carretera
QU-10	328813	8107402	Mina Sur, a 500 m de Mirador Barrada
QU-215	325674	8106333	Zona Caracoles, a 440 m de carretera de acceso a Poza C4
QU-169	315372	8104024	A 900 m del poblado Calientes, cercano a la carretera al campamento Salviani
QU-28	323766	8107543	Zona Caracoles, a 350 m de Poza C4, cercano a la antena de alta tensión
QU-103	312702	8101946	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes
QU-41	320942	8104395	A 300 m de la quebrada Salviani
QU-44	318952	8103832	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune
QU-109	314088	8098700	Capillune
QU-165	315276	8097229	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109
QU-167	322070	8096421	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.
QU-101	317135	8096407	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.
QU-32	322720	8106672	Zona Caracoles, a 1 km aprox. De la poza C-4
QU-36	321073	8106169	Zona Caracoles, a 3 km aprox. De la poza C-4



5.3.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio

Tabla 15. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de suelo I

Estación de muestreo			DS N° 011-2017MINAM	QU-201	QU-57	QU-59	QU-82	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28	QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-166	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36		
Parámetro	Unidad	LD	Suelo Agrícola	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H		
003 ENSAYOS FISICOQUIMICOS																										
Cianuro Libre	mg/kg	0,2	0,9	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Cromo Hexavalente	mg/kg	0,0189	0,4	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	< 0,0189	
Humedad	%	0,1	---																							
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PAQUETE ORGANICOS SEMI-VOLATILES BTEX + NAFTALENO																										
Benceno	mg/kg	0,0031	0,03	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	
Tolueno	mg/kg	0,0038	0,37	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	
Etilbenceno	mg/kg	0,0028	0,082	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	
m-Xileno	mg/kg	0,0035	---	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	
p-Xileno	mg/kg	0,0038	---	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	
o-Xileno	mg/kg	0,0031	---	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	
Xilenos	mg/kg	0,0104	11	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	
Naftaleno	mg/kg	0,0031	0,1	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - FRAC DE HIDROCARBUROS																										

Presentación de resultados MAP-7 – Época Seca



Estación de muestreo			DS N° 011-2017MINAM	QU-201	QU-57	QU-59	QU-82	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28	QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-166	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36	
Parámetro	Unidad	LD	Suelo Agrícola																						
				MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0,6	200	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	1,0	1200	< 1,0	< 1,0	14,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	mg/kg	1,0	3000	< 1,0	< 1,0	38,4	< 1,0	104,3	50,9	30,6	< 1,0	17,9	23,2	< 1,0	9	35,3	35,7	< 1,0	26,8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	63,9	< 1,0	
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH's)																									
Benzo (a) Pireno	mg/kg	0,0009	0,1	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PCB TOTAL																									
PCB 28	mg/kg	0,0016	---	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	
PCB 52	mg/kg	0,0016	---	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	
PCB 101	mg/kg	0,0022	---	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	
PCB 118	mg/kg	0,0025	---	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	
PCB 153	mg/kg	0,0022	---	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	< 0,0022	
PCB 138	mg/kg	0,0016	---	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	
PCB 180	mg/kg	0,0025	---	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	
PCB Total	mg/kg	0,0142	0,5	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	< 0,0142	
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCORADOS																									

Presentación de resultados MAP-7 – Época Seca



Estación de muestreo			DS N° 011-2017MINAM	QU-201	QU-57	QU-59	QU-82	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28	QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-166	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36			
Parámetro	Unidad	LD	Suelo Agrícola																								
				MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H			
Aldrin	mg/kg	0,0022	---	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22			
Heptacloro Epóxido	mg/kg	0,0022	---	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22			
Endrin	mg/kg	0,0013	---	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13	< 0,00 13			
4,4'- DDT	mg/kg	0,0022	---	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22	< 0,00 22			
007 ENSAYOS DE METALES																											
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,02	6,6	0,02	0,08	0,04	0,07	0,03	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03	0,04	0,03	< 0,02	< 0,02		
Plata (Ag)	mg/kg	0,6	---	< 0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,5	< 0,5		
Aluminio (Al)	mg/kg	2	---	8469	1708 5	2328 9	2576 6	3350 4	2436 7	1200 6	9195	2468 4	2397 3	1328 3	1625 7	1953 7	1804 2	2328 0	1873 0	1856 7	2038 2	1947 0	1517 3	1205 0			
Arsenio (As)	mg/kg	3,5	50	< 3,5	29,8	10,6	< 2,0	< 3,5	< 3,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	11,9	12,9	59,1	7,9	< 2,0	< 2,0		
Boro (B)*	mg/kg	3,6	---	< 3,6	32,9	30,7	27,2	< 3,6	< 3,6	24,8	19	19,9	24,9	10,8	22	24,3	36,1	24,8	21,5	< 3,6	< 3,6	< 3,6	13	16,9			
Bario (Ba)	mg/kg	0,3	750	68,7	200, 6	141, 4	236, 9	429, 5	275, 2	65	70,9	260, 6	251, 6	191, 7	130, 6	228, 7	120, 1	307, 1	216, 8	190, 4	176, 6	178, 6	129, 3	199, 9			
Berilio (Be)	mg/kg	0,3	---	< 0,3	1,3	1,1	1,1	< 0,3	< 0,3	0,5	0,4	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,6	0,4			
Bismuto (Bi)*	mg/kg	1,5	---	< 1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,5	< 1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,0	< 1,0			
Calcio (Ca)	mg/kg	0,9	---	1213	6133	4129	2591	1552	2581	1310	1808	2044	4939	2175	3636	2291	5700	3947	3863	4123	4056	3035	1783	2577			
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,5	1,4	< 0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,2	< 0,2			
Cobalto (Co)	mg/kg	0,8	---	2,8	17,5	13,0	15,7	7,7	8,3	10,3	8,6	9,6	13,3	6,8	7,9	13,6	10,7	12,9	11,1	9,3	20,9	11,1	4,7	8,3			
Cromo (Cr)	mg/kg	0,9	---	3,7	9,6	11,8	13,8	11,7	10,8	22,5	12,3	11,1	11,1	3,5	12,9	13,6	11,1	11,6	9	9,8	16,6	12,1	4,1	7,6			
Cobre (Cu)	mg/kg	0,8	---	14,7	50,4	62,1	54,9	35	27,7	498, 7	338, 1	33,3	37,9	101, 9	26,4	31,3	42,3	35,1	36,2	45,1	45,5	39	30,4	17,5			
Hierro (Fe)	mg/kg	1,2	---	9655	3862 7	3181 5	2158 6	1769 8	1971 4	3213 7	2465 6	1972 0	2225 1	1156 9	2020 3	2335 7	2250 3	2328 4	2119 3	2670 0	3154 7	2495 5	1170 9	1592 2			
Potasio (K)	mg/kg	2,5	---	1642	614, 6	3678	3703	1162	2255	1694	1256	2303	3423	1768	4191	3796	5684	4281	3582	4372	2238	5931	1737	2602			
Litio (Li)*	mg/kg	2,5	---	< 2,5	6,8	17,5	16,8	< 2,5	< 2,5	2,7	< 2,0	8,4	18,8	2,8	14,4	11	25,8	20,7	13,8	< 2,5	< 2,5	< 2,5	3,1	5,1			
Magnesio (Mg)	mg/kg	2	---	2140	4471	4911	3912	1587	2198	3293	3072	2632	5060	1740	3464	3003	4946	4211	4213	4758	7635	4223	2045	3666			

Presentación de resultados MAP-7 – Época Seca



Estación de muestreo			DS N° 011-2017MINAM	QU-201	QU-57	QU-59	QU-82	QU-11	QU-4	QU-18	QU-10	QU-215	QU-169	QU-28	QU-103	QU-41	QU-44	QU-109	QU-165	QU-166	QU-167	QU-101	QU-32	QU-36
Parámetro	Unidad	LD	Suelo Agrícola																					
				MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H	MAP 7H
Manganeso (Mn)	mg/kg	1	---	126	371,6	566,7	557,9	262	548	305,8	423	522,6	781,4	1270	217,1	591,3	445,8	753,3	549	517	1266	497	247,6	432,3
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0,6	---	< 0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,5	< 0,5
Sodio (Na)	mg/kg	9	---	168	165,7	185,7	357,2	284	265	54,9	83,6	160,5	300,1	55,3	264	210,1	352,5	350,8	382,8	160	175	94	156,5	248,7
Níquel (Ni)	mg/kg	1	---	< 1	4,9	7,1	13,5	8	6	6	4,5	6,3	8,8	2,9	7,5	11,4	10	10,7	9,6	6	13	7	3,9	5,9
Fosforo (P)*	mg/kg	4,5	---	286,4	858,9	951,5	435,1	392,9	468,8	340,8	522,6	512	322,4	272,2	308,5	854	738,9	364,6	500,4	529,3	339,9	484,9	633,3	615
Plomo (Pb)	mg/kg	2	70	< 2	22,1	16,5	18,8	14	12	15,3	20,5	20,1	16,6	33,2	10,4	13,7	12,6	16,8	14,3	14	35	17	7,2	11,3
Antimonio (Sb)	mg/kg	2,5	---	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0
Selenio (Se)	mg/kg	1,6	---	< 1,6	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,6	< 1,6	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 2,0	< 2,0
Silicio (Si)*	mg/kg	2,4	---	287,4	778,0	868,0	3220	356,1	316,6	661,4	459,6	744,2	1165	813,6	1747	2718	2380	2416	2217	599,2	430,8	418,1	1058	829,5
Estaño (Sn)*	mg/kg	2,5	---	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	mg/kg	0,7	---	16,5	58,6	46,1	90,7	49,8	48,8	19,8	23,3	48,5	136,2	38,2	87,8	85,2	89,6	147	102	79,6	72,9	81	31,3	47,7
Titanio (Ti)*	mg/kg	0,3	---	830,7	710,1	649,3	1038	1690	1375	692,8	643,2	1188	633,8	233,7	856,7	1145	1263	1061	1008	1060	1454	1010	644,5	1017
Talio (Tl)	mg/kg	3	---	< 3	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 3	< 3	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 3	< 3	< 3	< 2,0	< 2,0
Vanadio (V)	mg/kg	0,5	---	23,7	88,9	82,6	53,1	56,8	62,9	87,5	68,4	56,9	49,8	20,9	44,9	65,4	62,4	56,2	51,9	59,4	82	63	26,5	44,9
Zinc (Zn)	mg/kg	0,5	---	22,9	83,9	54,7	44,2	33,1	42,5	99,5	60,1	48,9	55,2	368,5	45,6	60,1	56,7	69,5	59	65,9	91,1	52,4	28,9	46,2

5.3.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

Metales

5.3.3.1. Cromo VI

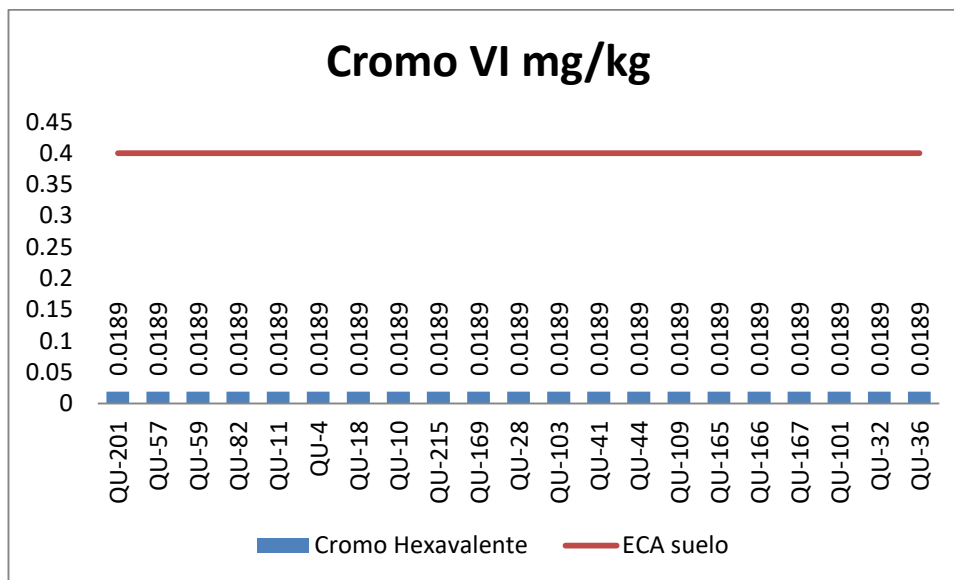


Gráfico 41. Variación espacial del contenido de cromo VI en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de cromo VI en las estaciones de monitoreo de suelo QU-201, QU-57, QU-59, QU-11, QU-4, QU-18, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103, QU-32, QU-41, QU-44, QU-109, QU-165, QU-167, QU-101, QU-32 y QU-36 no ha sido detectada (<0.0189 mg/kg) cumplen con lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con Cromo VI.

5.3.3.2. Mercurio

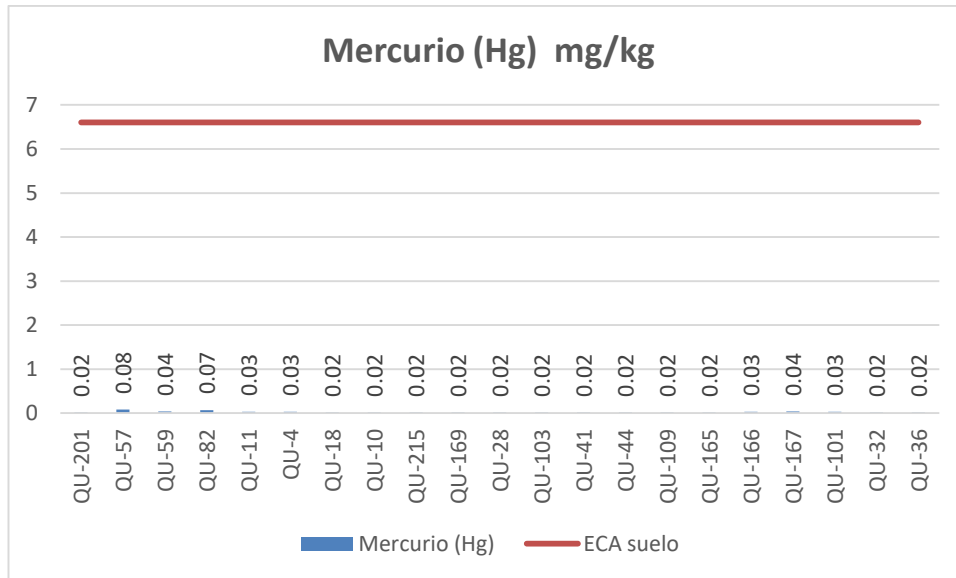


Gráfico 42. Variación espacial del contenido de mercurio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de mercurio en las estaciones de monitoreo de suelo no ha sido detectada (<0.002 mg/kg) para las estaciones QU-201, QU-57, QU-59, QU-11, QU-4, QU-18, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103, QU-32, QU-41, QU-44, QU-109, QU-165, QU-167, QU-101, QU-32 y QU-36 las concentraciones están por debajo de lo establecido por el ECA Suelo uso agrícola, no se tiene problemas de contaminación con mercurio.

Las concentraciones de mercurio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 0.08 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.3. Aluminio

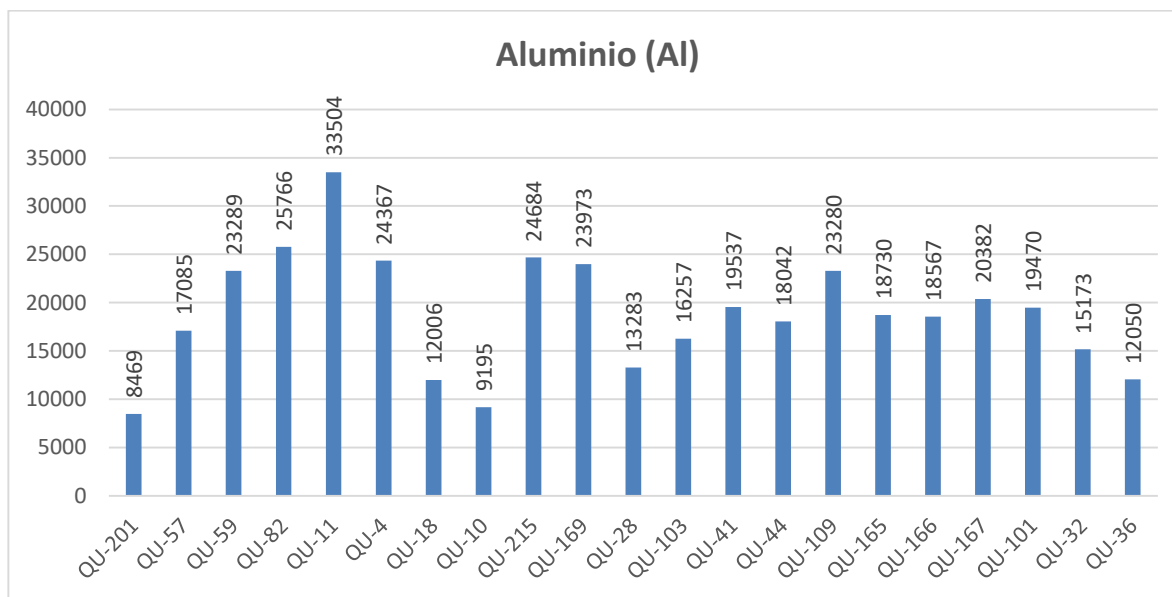


Gráfico 43. Variación espacial del contenido de aluminio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

El aluminio es uno de los elementos más abundantes en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Alunita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 8459 y 33504 mg/kg. Siendo la estación QU-11 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de aluminio son menores a los valores establecido para nivel de fondo 82300 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.4. Arsénico

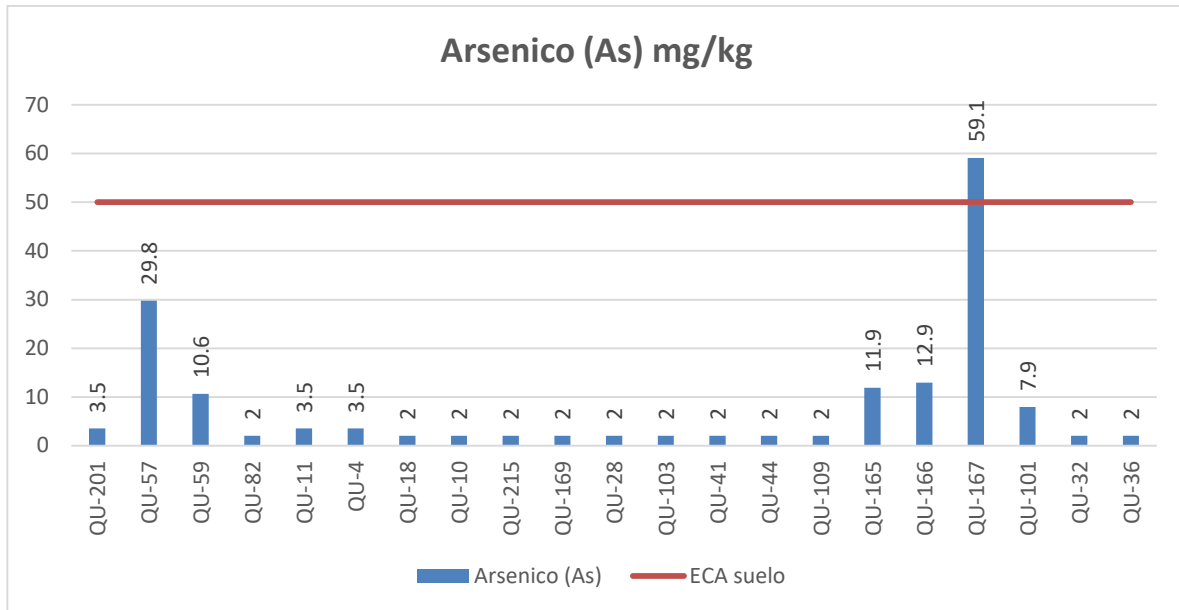


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de arsénico en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de arsénico en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola las estaciones cercanas a la quebrada cortadera QU-167, QU-166 y QU-165 son los que presentan las mayores concentraciones de arsénico en el suelo.

Las concentraciones de arsénico son similares a los valores establecido para nivel de fondo 1.8 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, para las estaciones QU-201, QU-11, QU-4, QU-18, QU-10, QU-215, QU-169, QU-28, QU-103, QU-32, QU-41, QU-44, QU-109, QU-101, QU-32 y QU-36, no existe acumulación geoquímica. Las estaciones QU-57, QU-59, QU-165, QU-166, QU-167 presenta valores superiores propuestos por Taylor 1960 existe acumulación geoquímica arsénico.

5.3.3.5. Bario

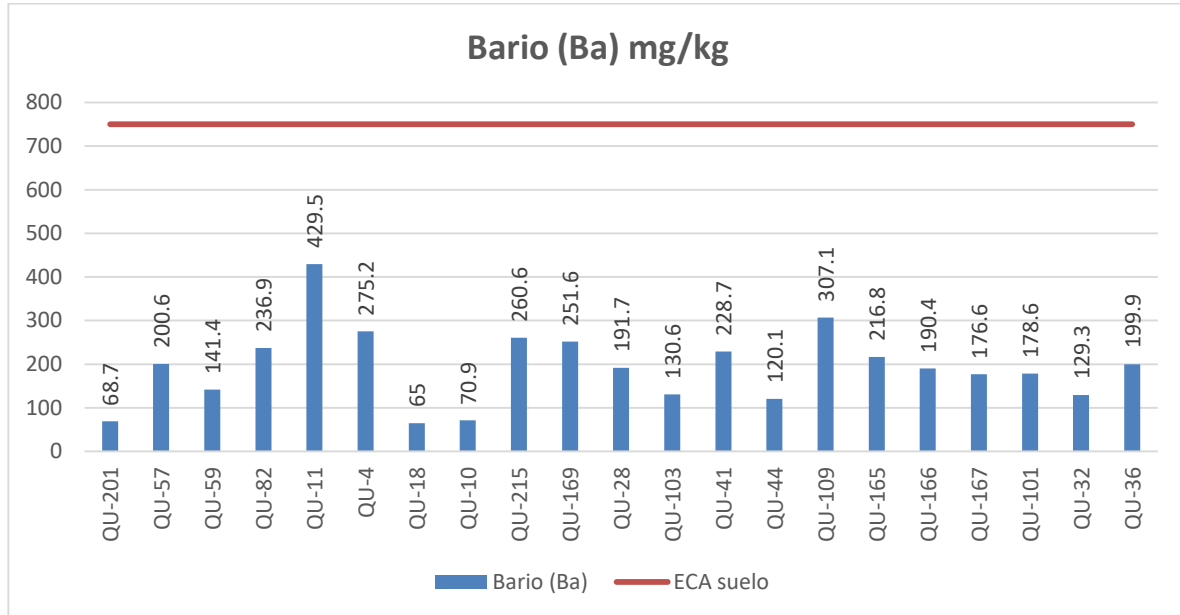


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de bario en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de bario en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola se encuentran en un rango entre 65 y 429.5 mg/kg. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de bario son menores a los valores establecido para nivel de fondo 425 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.6. Cadmio

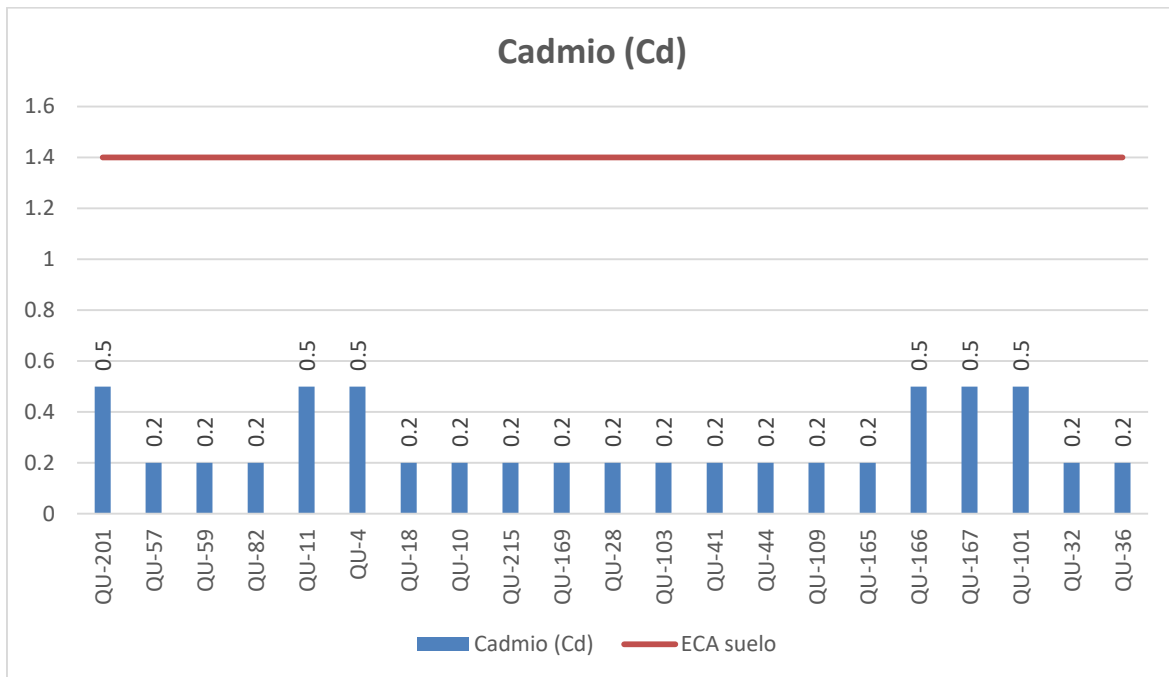


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de cadmio en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de cadmio no ha sido detectada en las estaciones de monitoreo, cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola. No se tiene problemas de contaminación por bario.

Las concentraciones de cadmio son similares a los valores establecido para nivel de fondo 0.2 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.7. Cobre

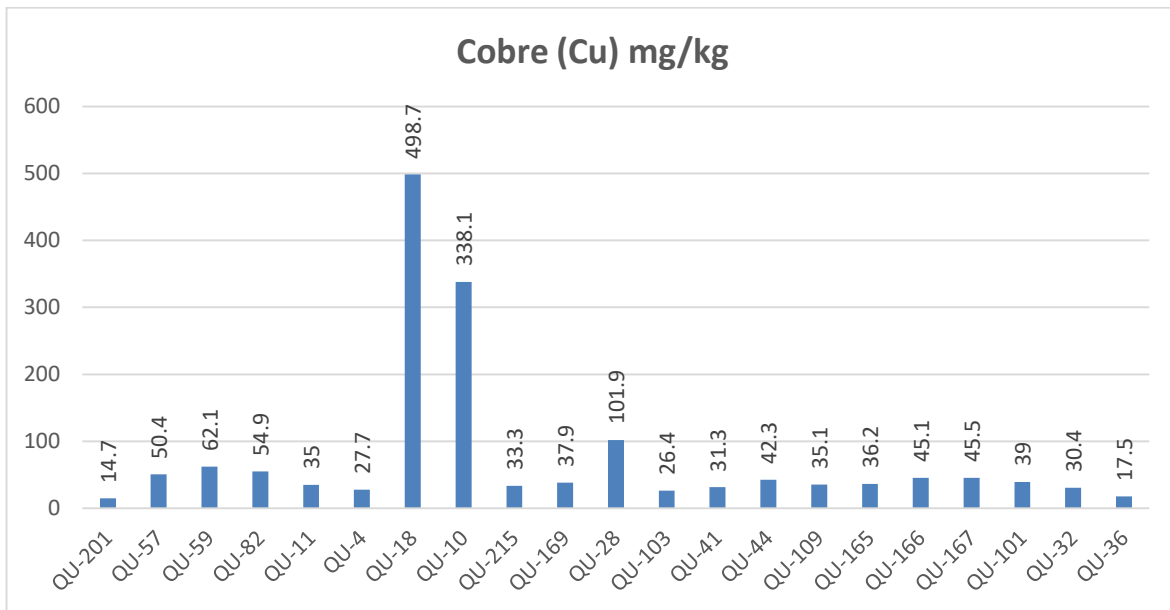


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de cobre en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

El cobre es uno de los elementos a explotar en el Proyecto Quellaveco, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 14.7 y 498.7 mg/kg.

Las concentraciones de cobre son similares a los valores establecido para nivel de fondo 55 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-10 y Q-18 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.8. Hierro

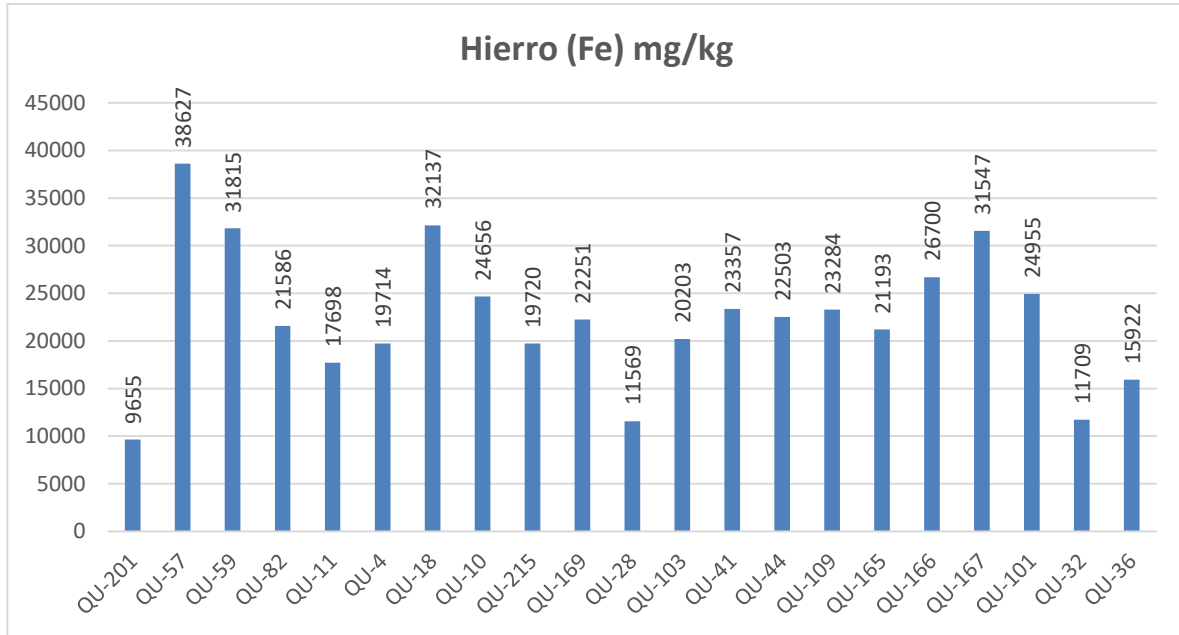


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de hierro en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

El hierro es uno de los elementos abundante en el suelo, puede encontrarse como minerales hidroxilados o como sulfatos (Jarosita) en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 9655 y 38627 mg/kg. Siendo la estación QU-57 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de hierro son menores a los valores establecido para nivel de fondo 50000 - 630000 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.9. Manganeso

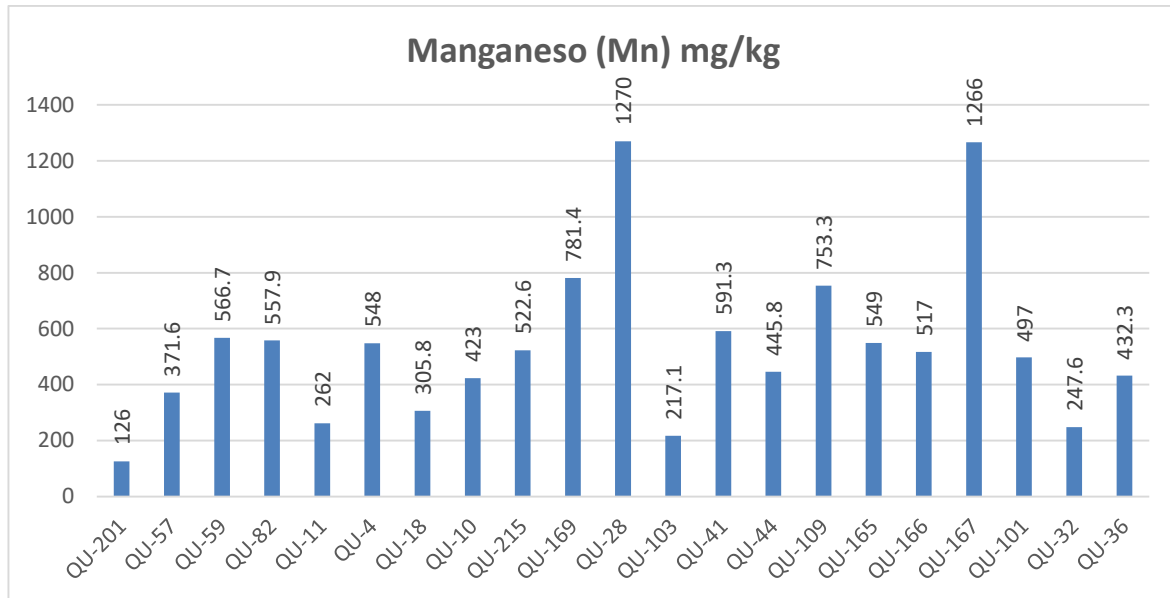


Gráfico 49. Variación espacial del contenido de manganeso en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

El manganeso es uno de los elementos abundante en el suelo, en las estaciones de monitoreo se encuentran en concentraciones entre 126 y 1270 mg/kg. Siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de manganeso son similares a los valores establecido para nivel de fondo 950 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de manganeso son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.10. Plomo

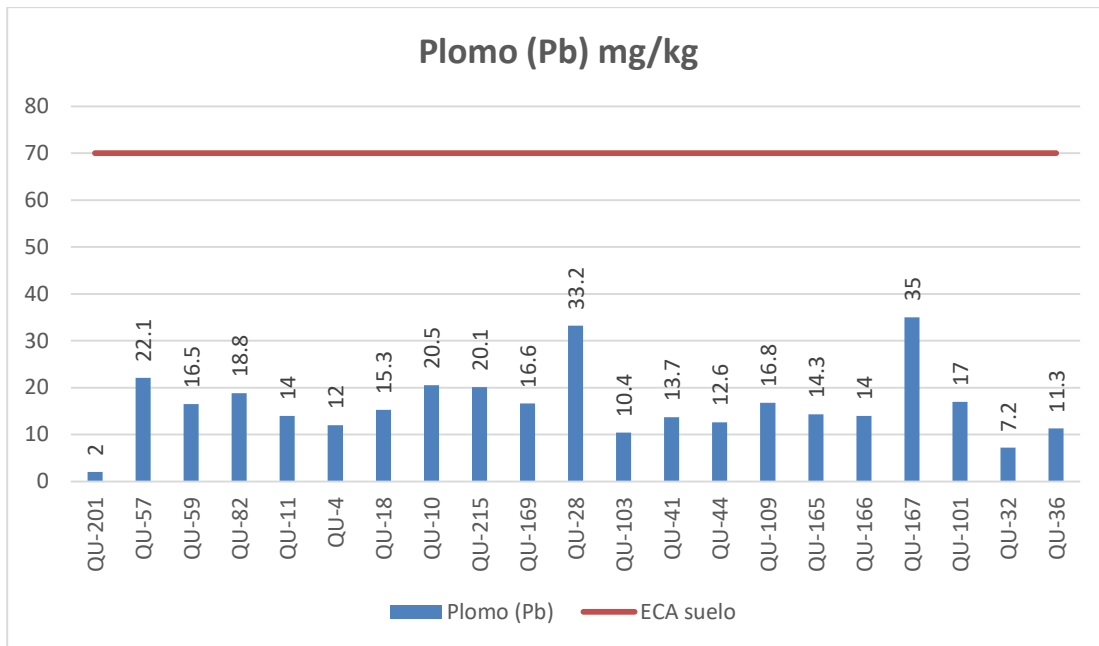


Gráfico 50. Variación espacial del contenido de plomo en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de plomo en las estaciones de monitoreo cumplen lo establecido por el ECA suelo uso Agrícola, la concentración se encuentra entre 2 y 33.2 mg/kg, siendo la estación QU-28 la que presenta mayor concentración.

Las concentraciones de plomo son similares a los valores establecido para nivel de fondo 12.5 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica. En la estación Q-28 los niveles de cobre son mayores pero la relación entre la concentración y el valor de fondo no excede 10, por lo que no existe acumulación geoquímica.

5.3.3.11. Zinc

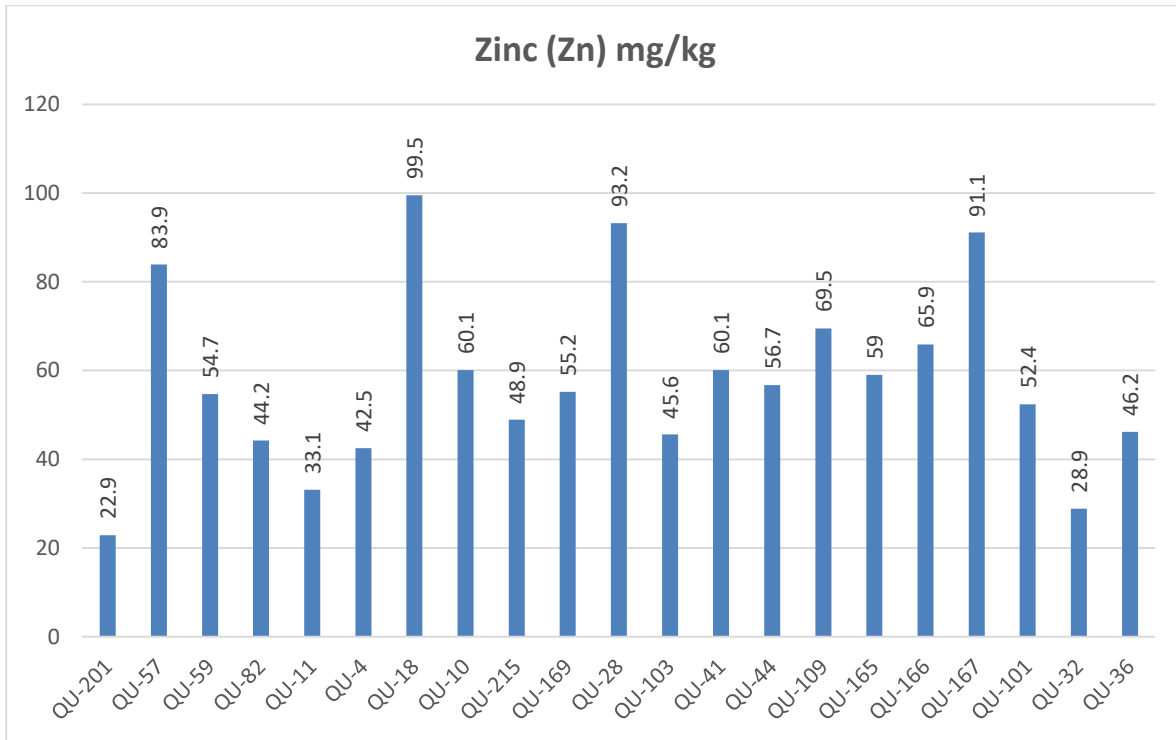


Gráfico 51. Variación espacial del contenido de zinc en suelo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

La concentración de zinc en las estaciones de monitoreo se encuentra entre 22.9 y 99.5 mg/kg, siendo la estación QU-57, QU-18, QU-28 y QU-167 las que presentan mayor concentración.

Las concentraciones de zinc son similares a los valores establecido para nivel de fondo 70 mg/kg, propuestos por Taylor 1960, no existe acumulación geoquímica.

5.3.4. Tablas resumen de resultados de calidad ambiental de suelo

Tabla 16. Principales Observaciones de los resultados de calidad de Suelo

Estación de Muestreo	Descripción de la Estación de Muestreo	Parámetros Monitoreados			Observación
		Total del ECA	Cumplen ECA	No Cumplen ECA	
QU-41	A 300 m de la quebrada Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-44	Quebrada Salviani, a 350 m del encuentro con la quebrada Papujune	17	17	0	Ninguna
QU-57	Operaciones. Zona Pampa Tolar	17	17	0	Ninguna
QU-59	Cerro Caracoles. Zona Pampa Tolar	17	17	0	Ninguna
QU-82	Operaciones. Zona Pampa Tolar	17	17	0	Ninguna
QU-103	A 80 m de la carretera al campamento Salviani, cercano a la carretera antigua del poblado Calientes	17	17	0	Ninguna
QU-109	Capillune	17	17	0	Ninguna
QU-165	Area de operaciones, a 2 km del punto QU-109	17	17	0	Ninguna
QU-4	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte	17	17	0	Ninguna
QU-11	Ubicado en Mina Norte, a 300 m del canal de abastecimiento	17	17	0	Ninguna
QU-101	Quebrada Cortaderas. A 40 m del estacionamiento.	17	17	0	Ninguna
QU-166	Cerca al acceso de la carretera vía Toquepala, margen derecha quebrada Cortadera.	17	17	0	Ninguna
QU-167	A 800 m aprox. de quebrada Los Chalsos, hacia Cortaderas.	17	16	1	As
QU-201	A 900 km de la quebrada Charaque, carretera a mina norte	17	17	0	Ninguna
QU-201	A 900 km de Q. Charaque carretera a mina norte	17	17	0	Ninguna
QU-11	En mina norte, a 300 m del canal de abastecimiento	17	17	0	Ninguna
QU-4	A 250 m de Q. Millune	17	17	0	Ninguna
QU-41	A 300m de Q. Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-10	Mina Sur, a 500 m del mirador Barreda	17	17	0	Ninguna

Estación de Muestreo	Descripción de la Estación de Muestreo	Parámetros Monitoreados			Observación
		Total del ECA	Cumplen ECA	No Cumplen ECA	
QU-18	Mina Sur en la Q. Quellaveco a 200 m de la carretera	17	17	0	Ninguna
QU-36	Cerro Caracoles	17	17	0	Ninguna
QU-32	Cerro Caracoles, a 1km aprox. de la poza C-4	17	17	0	Ninguna
QU-28	Cerro Caracoles, a 1km aprox. de la poza C-4, cercano a antena de alta tensión	17	17	0	Ninguna
QU-101	Q. Cortadera, a 40 m del estacionamiento	17	17	0	Ninguna
QU-109	Capillune	17	17	0	Ninguna
QU-165	Área de operaciones, a 2 km del punto QU-109	17	17	0	Ninguna
QU-44	Q. Salviani, a 350 m de encuentro con quebrada Papujune	17	17	0	Ninguna
QU-169	A 900 m. poblado Calientes	17	17	0	Ninguna
QU-103	A 80 m de la carretera de campamento Salviani	17	17	0	Ninguna
QU-59	Cerro Caracoles	17	17	0	Ninguna
QU-57	Cerro Caracoles	17	17	0	Ninguna
QU-82	Cerro Caracoles	17	17	0	Ninguna
QU-166	Cerca al acceso de la carretera vía Toquepala, margen derecha quebrada cortadera	17	17	0	Ninguna
QU-215	Zona caracoles, a 400 m de la carretera de acceso a Poza C-4	17	17	0	Ninguna
QU-167	A 800 m de la Q. Los Chalsos hacia Cortadera	17	17	0	Ninguna

5.4. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL y VIBRACIONES

5.4.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental y vibraciones

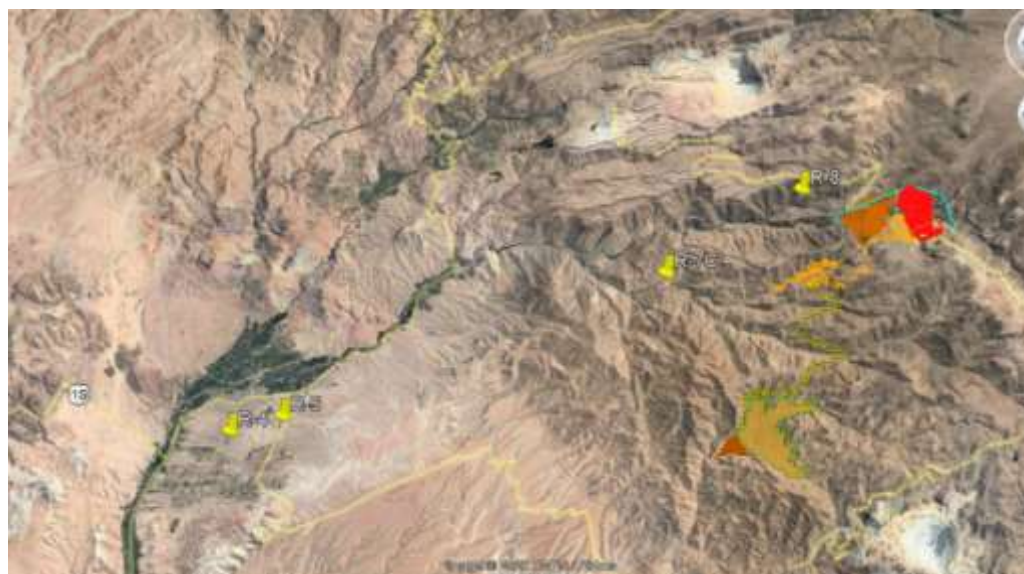


Figura 05. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones en la zona de operaciones MAP-7 ES octubre 2019

Tabla 17. Estaciones de monitoreo calidad de ruido ambiental y vibraciones

Estación de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84		Descripción de la Estación de Muestreo
	Este	Norte	
R-4	293339	8096119	Correspondiente a viviendas en el poblado de San Antonio, a 16 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua
R-5	295922	8096967	Correspondiente a viviendas cerca del poblado de Chen Chen, a 19 m del camino que sigue el desvío de la Panamericana a Moquegua
R-7C	314672	8104739	Comunidad de Calientes.
R-8	321248	8109108	Correspondiente a viviendas en el poblado de Tala
R-10	346832	8153516	Chilota
R-11	356132	8150668	Huachunta.

5.4.2. Resultados de los análisis de laboratorio**Tabla 18. Resultados de Análisis de Ruido Ambiental como LAeqT dB**

Estación	R-8	R-4	R-7C	R-10	R-11	R-5
Fecha	27/10/2019	30/10/2019	02/11/2019	08/11/2019	12/11/2019	04/11/2019
Inicio	11:00 horas	17:30 horas	10:30 horas	10:20 horas	09:30 horas	09:00 horas
01H	45.8	51.7	44.7	50.7	42.7	51.8
02H	43.1	54.8	42	40.2	32	51.9
03H	43.8	55.9	42.7	46.9	45.3	49.1
04H	41.1	57.6	40	48.2	40.1	51.3
05H	40.3	57.9	39.2	42.7	41.7	49.2
06H	41.6	56.6	40.5	51.5	40.9	49.3
07H	37.5	47.9	36.4	45.7	43	46.5
08H	39	47.1	37.9	46.1	41.3	47.5
09H	44.2	53.5	43.1	47.5	42.5	50.6
10H	45.2	46.9	44.1	45.3	37.2	53.7
11H	46.2	46.3	45.1	37.5	34.1	54.8
12H	43	47.8	41.9	35.5	36.1	56.5
13H	42.1	45.2	41	36	37.4	56.8
14H	37.9	52.7	36.8	34.3	36.9	55.5
15H	35	54.1	33.9	36.8	33.1	46.8
16H	33.2	50.4	32.1	43.1	37.1	46
17H	36.9	52.9	35.8	42.9	34.8	52.4
18H	42.6	53	41.5	41.5	33.1	45.8
19H	44.9	50.2	43.8	24.4	36.8	45.2
20H	43.8	52.4	42.7	36	35.3	46.7
21H	40.7	50.3	39.6	38.9	35.7	44.1
22H	40.6	50.4	39.5	37.2	44.4	51.6
23H	41.4	47.6	40.3	39.3	42.9	53
24H	40.4	48.6	39.3	41.6	41.2	49.3

5.4.3. Interpretación de los resultados de laboratorio

5.4.3.1. Ruido Ambiental

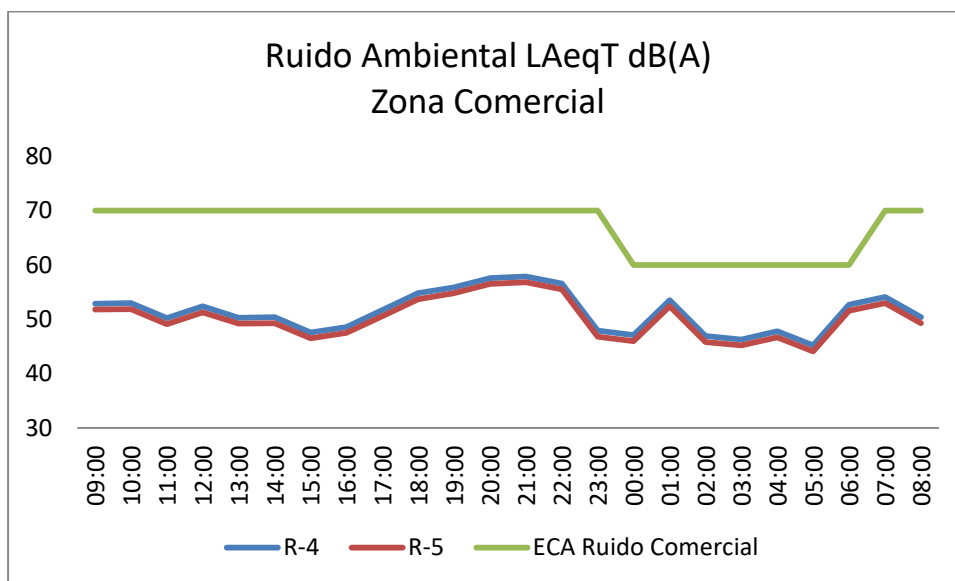
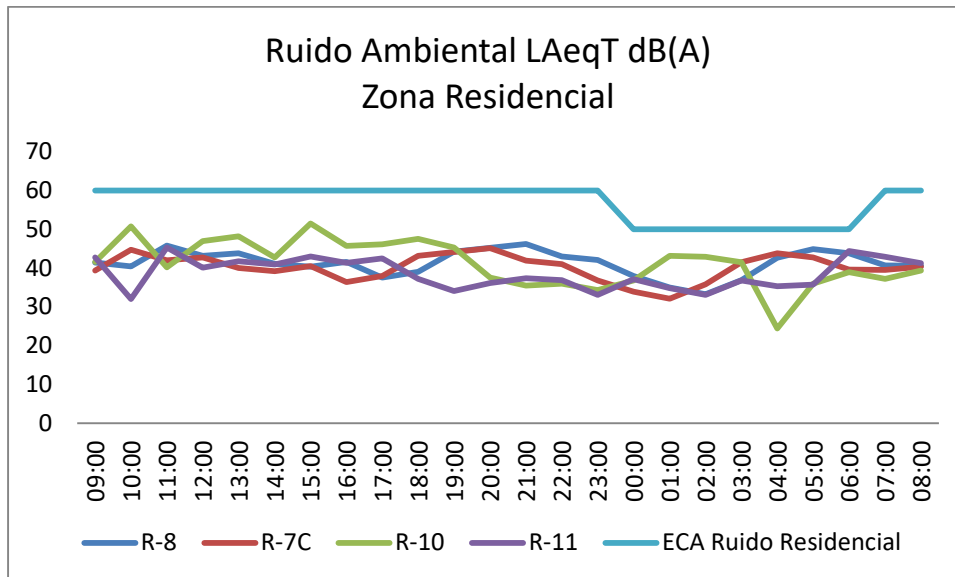


Gráfico 52. Variación espacial del ruido ambiental de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

El ruido en el centro poblado de Tala R-8, Calientes R-7C, Chilota R-10 y Huachunta R-11 cumple con el ECA Ruido Residencial durante el periodo diurno y nocturno.

El monitoreo en el centro poblado de Chen Chen R-4 y San Antonio R-5 cerca de la Panamericana cumple con el ECA Ruido Comercial.

5.4.3.2. Vibraciones

Tabla 18. Resultados de Análisis de Vibraciones como Velocidad m/s para evaluar daño estructural

Estación de Monitoreo	R-8	R-4	R-7C	R-10	R-11	R-5
Fecha	27/10/2019	30/10/2019	02/11/2019	08/11/2019	12/11/2019	04/11/2019
hora de inicio	10:00	17:30	10:30	10:20	09:30	09:00
Velocidad 01	0.0001199	0.0013925	0.0001373	0.0000693	0.0000482	0.0000471
Velocidad 02	0.0000207	0.0000658	0.0000163	0.0000081	0.0033321	0.0000192
Velocidad 03	0.0000370	0.0000684	0.0000257	0.0000428	0.0000472	0.0000609
Velocidad 04	0.0000087	0.0000660	0.0000577	0.0000468	0.0000464	0.0000207
Velocidad 05	0.0000661	0.0000672	0.0000050	0.0000156	0.0000045	0.0000687
Velocidad 06	0.0000551	0.0000472	0.0000473	0.0000506	0.0000297	0.0000292
Velocidad 07	0.0000429	0.0000285	0.0000014	0.0000298	0.0000691	0.0000537
Velocidad 08	0.0000226	0.0000812	0.0000183	0.0000080	0.0000548	0.0000226
Velocidad 09	0.0000345	0.0000736	0.0000133	0.0000100	0.0000115	0.0000620
Velocidad 10	0.0000153	0.0000408	0.0000090	0.0000325	0.0000071	0.0000630
Velocidad 11	0.0000122	0.0000186	0.0000496	0.0000500	0.0000117	0.0000654
Velocidad 12	0.0000203	0.0000483	0.0000099	0.0000339	0.0000162	0.0000539
Velocidad 13	0.0000250	0.0000114	0.0000317	0.0000218	0.0000142	0.0000588
Velocidad 14	0.0000013	0.0000520	0.0000414	0.0000323	0.0000217	0.0000162
Velocidad 15	0.0000518	0.0000368	0.0000020	0.0000291	0.0000144	0.0000545
Velocidad 16	0.0000426	0.0000109	0.0000297	0.0000051	0.0000238	0.0000554
Velocidad 17	0.0000229	0.0000069	0.0000102	0.0000229	0.0000334	0.0000575
Velocidad 18	0.0000002	0.0000048	0.0000391	0.0000131	0.0000174	0.0000169
Velocidad 19	0.0000622	0.0000240	0.0000235	0.0000090	0.0000090	0.0000536
Velocidad 20	0.0000461	0.0000646	0.0000255	0.0000093	0.0000314	0.0000182
Velocidad 21	0.0000621	0.0000588	0.0000050	0.0000516	0.0000200	0.0000604
Velocidad 22	0.0000366	0.0000530	0.0000502	0.0018048	0.0000464	0.0000182
Velocidad 23	0.0000510	0.0000501	0.0000453	0.0000533	0.0000489	0.0000604
Velocidad 24	0.0000564	0.0000482	0.0000421	0.0000166	0.0000054	0.0000169

Los resultados del monitoreo de vibraciones, se presentan en el gráfico 53, no se realizó el monitoreo de vibraciones en la estación R-8 por problemas sociales.

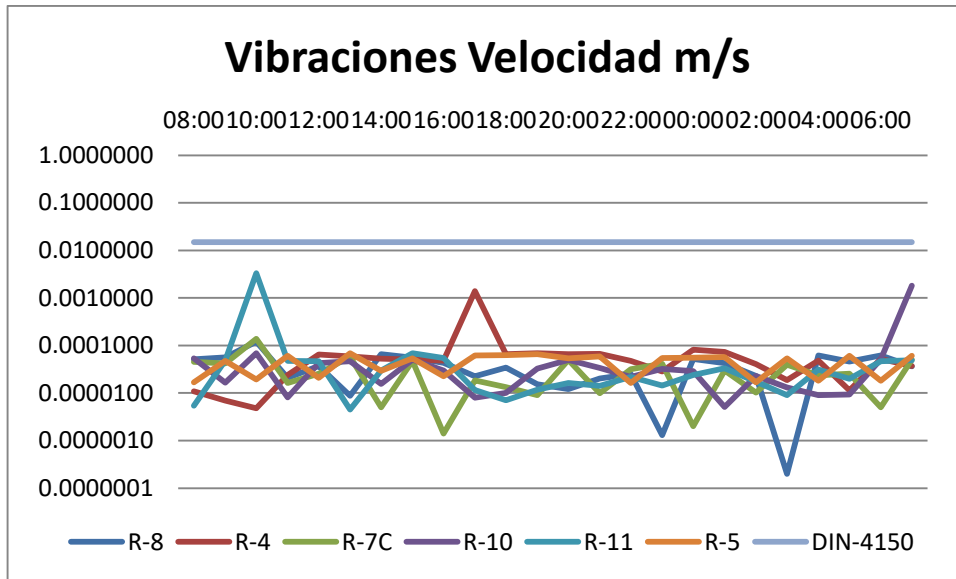


Gráfico 53. Variación espacial de vibraciones de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de suelo del MAP-7 ES noviembre 2019

Los valores de vibraciones medidos en todas las estaciones de monitoreo expresados como velocidad, comparados con la Norma DIN 4150, no presentan riesgos de daño estructural los valores son menores a 0.00001 m/s

6. CONCLUSIONES

- ✓ La calidad del agua superficial en Moquegua, Ilo, Zona de Operaciones y Zona de Abastecimiento mantiene su calidad tal como viene registrándose en estudios anteriores, conforme a lo establecido en la validación de la Línea de Base Ambiental del Proyecto. La disminución del caudal como es típico en esta época, genera en algunos casos el incremento de la concentración de algunos elementos como arsénico, manganeso, aluminio, cloruros entre otros.
- ✓ La calidad del agua aguas arriba y aguas debajo del área de operaciones es de buena calidad, cumple con lo establecido en el ECA Agua categoría 3 para riego conforme a lo establecido en el D.S. 004-2017 MINAM.
- ✓ La calidad del aire registrada en el MAP 7 época seca es buena y cumple con todos los parámetros de calidad establecidos en el ECA Aire. Los resultados son similares a los obtenidos en los monitoreos anteriores.
- ✓ La calidad del suelo para uso agrícola es bueno, cumple con los parámetros del ECA suelo uso agrícola.
- ✓ Las estaciones de monitoreo de ruido ambiental R4(San Antonio) y R5 (Chen Chen) cumplen con el ECA ruido de zona comercial, se encuentran influenciados por el ruido vehicular que pasa por la carretera Panamericana. Para los centros poblados de Coscore, Chilota y Huachunta, se tiene valores de ruido domiciliario que cumple con los ECA ruido domiciliario. En la estación ubicada en el centro poblado de Calientes se tiene una fuente periódica de ruido que supera el ECA ruido domiciliario.
- ✓ No se tiene problemas de daño estructural en las viviendas monitorreadas, se cumple con lo establecido en la norma DIN 4150..

7. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de la composición mineralógica del suelo en la quebrada Millune, río Capillune, zona cercana al embalse y cuenca del río Chilota, para el mejor entendimiento de los resultados de calidad de agua.

Caracterizar fuentes de agua subterránea en las zonas cercanas a los puntos de monitoreo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Sexta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época seca 2018.
-
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Quinta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época agosto 2017.

- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Quinta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en zona de Alta Montaña, Operaciones, Moquegua e Ilo, calidad del aire época húmeda marzo 2017.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire setiembre 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento y calidad del aire marzo 2016.
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Primera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea diciembre 2013 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Segunda Campaña de Monitoreo de Agua Superficial y Subterránea Marzo abril 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental (Agua superficial).
- PRONATURALEZA, Informe de Resultados de Tercera Campaña de Monitoreo de Agua Superficial en área de abastecimiento, aire y suelo diciembre 2014 – Validación de Línea de Base Ambiental.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA abril del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA setiembre del 2017.
- Informes de Resultados CORPLAB para PRONATURALEZA diciembre del 2018.



INFORME DE INTERPRETACIÓN DEL MONITOREO HIDROBIOLÓGICO MAP 7 -ÉPOCA SECA

Enero, 2020

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	4
II.	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo General.....	5
2.2	Objetivos Específicos	5
III.	UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS.....	6
3.1	Ubicación	6
3.2	Metodología de muestreo en campo	6
3.2.1	Fitoplancton.....	7
3.2.2	Perifiton.....	8
3.2.3	Bentos	9
3.2.4	Pesca eléctrica.....	10
3.2.5	Parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i>	11
3.3	Metodología empleada en el análisis e interpretación de resultados	11
3.3.1	Calidad del hábitat	12
3.3.2	Riqueza específica (s)	13
3.3.3	Diversidad mediante el Índice de Shannon- Wiener (H')	13
3.3.4	Equidad mediante el Índice de Pielou (J')	13
3.3.5	Índice Biótico Andino (ABI).....	14
3.3.6	Peces	16
3.3.6.1	Factor de condición (K)	16
3.3.6.2	Captura por unidad de esfuerzo (peces).....	16
IV.	RESULTADOS.....	17
4.1	Parámetros de campo	17
4.2	Calidad del hábitat.....	17
4.3	Riqueza específica	20
4.3.1	Fitoplancton	20
4.3.2	Perifiton	26
4.3.3	Bentos (Macroinvertebrados).....	33
4.4	Diversidad (Índice de Shannon- Wiener) y equidad (Índice de Pielou)	38
4.4.1	Fitoplancton	38
4.4.2	Perifiton.....	39
4.4.3	Bentos (Macroinvertebrados).....	40
4.5	Índice Biótico Andino (ABI).....	¡Error! Marcador no definido.
4.6	Factor de condición (K)	42
4.7	Captura por unidad de esfuerzo (peces)	42
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXOS	50

RELACIÓN DE CUADROS

Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico, temporada seca.....	6
Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo.	11
Tabla N° 3. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP.....	12
Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP.....	12
Tabla N° 5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener.....	13
Tabla N° 6. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	14
Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico.....	15
Tabla N° 8. Puntuaciones del Andean Biotic Index (ABI).....	15
Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú.....	16
Tabla N° 10. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP.....	19
Tabla N° 11. Número de taxones por punto de muestreo.....	21
Tabla N° 12. Riqueza específica de fitoplancton en los puntos de muestreo.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla N° 13. Número de taxones por punto de muestreo.....	26
Tabla N° 14. Riqueza específica de perifiton en los puntos de muestreo.	27
Tabla N° 15. Número de taxones por punto de muestreo.....	33
Tabla N° 16. Riqueza específica de Bentos en los puntos de muestreo.....	34
Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Fitoplancton	38
Tabla N° 18. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Perifiton.....	39
Tabla N° 19. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos.....	40
Tabla N° 20. Valores obtenidos para los índices Biótico Andino.....	41
Tabla N° 21. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K).....	42
Tabla N° 22. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo.....	44

I. INTRODUCCIÓN

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

En el Perú se busca llegar a un aprovechamiento sostenible de las fuentes de agua dulce con las que se cuenta, a fin de asegurar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usan herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua. En el Perú existe 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 con fines de calidad hídrica se usan los niveles de sensibilidad a contaminación de los diferentes grupos biológicos: plancton, perifiton, bentos, etc. a los organismos sensibles se les denomina 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 se tomaron muestra de plancton, perifiton, bentos, además de parámetros fisicoquímicos y mediante los datos obtenidos se aplicó índices ecológicos a fin de obtener datos sobre el estado hidrobiológico de los ríos en las zonas de muestreo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Realizar el monitoreo hidrobiológico en los puntos de muestreo definidos

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los taxones presentes en los componentes biológicos colectados.
- Determinar la riqueza específica de los componentes biológicos colectados.
- Describir la diversidad y equidad mediante los índices de Shannon y Pielou respectivamente para los taxones colectados.
- Establecer la calidad ecológica de los puntos muestreados mediante el Índice de Calidad Biotica- ABI.
- Establecer el factor de condición K y la captura por unidad de esfuerzo para el monitoreo de peces.

III. UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Se realizó el monitoreo hidrobiológico en 19 estaciones durante la segunda quincena de noviembre del 2019, se efectuó un total de 07 días efectivos de campo. Se colectó muestras hidrobiológicas, datos y parámetros de campo.

3.1 Ubicación

Los puntos de muestreo están ubicados dentro y fuera de las zonas de operaciones (10 estaciones) y abastecimiento (9 estaciones) del proyecto Quellaveco, abarcan diferentes ambientes acuáticos desde los 1200 a 4500 msnm. El periodo de muestreo corresponde a la temporada seca. Las coordenadas y descripciones de las estaciones de monitoreo se detallan a continuación.

Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico, temporada seca.

Área	Código	Georreferencia (UTM WGS84)			Ubicación
		Este	Norte	Altura	
Operaciones	13272-MOQUE1*	302070	8102936	1753	Río Moquegua
	TUM-1	304558	8105269	1927	Río Tumilaca
	QL-TUM-01	300020	8100959	1634	Río Tumilaca
	QL-ASA-02	329083	8107952	3641	Río Asana, antes de la entrada al túnel
	QL-ASA-03	321575	8107971	3222	Río Asana, salida del tunel de SPCC
	ALT-4	330645	8107397	3749	Quebrada Altarani
	AS-1	331045	8107820	3801	Río Asana
	CAP-1	325533	8102374	3458	Río Capillune
	CH-3	322007	8109053	3359	Quebrada Charaque
	QL-COR-01	318518	8097100	3035	Quebrada Cortadera
Abastecimiento	QL-VIZ-01	367465	8151581	4575	Río Vizcachas
	QLVIZ-05	349750	8161304	4296	Río Vizcachas
	QLBCHI-06	349288	8157029	4329	Río Chilota
	QLHUA-04	355362	8158369	4365	Quebrada Huachunta
	QLCHR-01	355914	8159292	4406	Quebrada Chimcune
	QLBCHI-07	349144	8151113	4367	Humedal Chilota
	QLBHUA-01	357229	8152274	4429	Humedal Huachunta
	QLBHUA-03	357041	8156730	4378	Humedal Huachunta
	QLBHUA-05	354879	8150125	4463	Humedal Huachunta

Fuente: Pronaturaleza

* Inicialmente con código MOQ-1

3.2 Metodología de muestreo en campo

En los 19 puntos de muestreo se realizó la medición de parámetros de campo (temperatura del agua (°C), pH, oxígeno disuelto (OD), y conductividad eléctrica (CE)) y toma de muestras para los componentes hidrobiológicos de plancton, perifiton y bentos. Para esto

se siguió el procedimiento DA-007 “Indicaciones de muestreo hidrobiológico”, versión 11 del laboratorio Servicios Analíticos Generales-SAG. Además, mediante pesca eléctrica se hizo la captura de truchas (*Oncorhynchus myskiss*) para conteo y toma de datos. En cada punto se tomó observaciones sobre el estado del río: cauce, ribera, cuerpo de agua, etc.

Los parámetros evaluados in situ se utilizó un multiparámetro portátil de acuerdo con las especificaciones de sus respectivos manuales; este equipo fue calibrado antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición.

Se tomó los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua. La lectura de los valores se realizó de forma inmediata luego de tomada la muestra de agua. Los equipos de muestreo fueron limpiados inmediatamente después de su uso a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo se empleó agua destilada/desionizada.

3.2.1 Fitoplancton

Se denomina plancton al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en la columna de agua. Los productores primarios de plancton reciben el nombre de fitoplancton o plancton vegetal que incluyen algas y cianobacterias. (Roldán y Ramírez, 2008). Se tomó las muestras de forma superficial.

a) F. Cuantitativo

Se colectó un volumen de muestra (1L) directamente del cuerpo de agua y se preservó con formalina bufferada al 37% (40 ml). La muestra obtenida se puso en conservación para su envío a laboratorio.

b) F. Cualitativo

Con una red de 20 micras se filtró 40 litros de agua a fin de obtener una muestra representativa del punto. La muestra obtenida fue colectada en un frasco de 500 ml y preservada con formalina bufferada 37% (40 ml).

En las estaciones donde las condiciones de agua (turbidez, algas, arrastre de sólidos, etc.) no permitieron un mayor filtrado se usó 10 o 20 litros. Para ensayo en laboratorio se requiere como mínimo 5 litros.

Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG)

- Evitar en lo posible, la perturbación del punto a muestrear, ingresando al cuerpo de agua en contracorriente, en forma lenta.
- Para la realización de la toma de muestras cualitativas, tener en cuenta que mientras más claro se observe el cuerpo de agua deberá tomarse un volumen mayor a 5 litros. Verter el agua para el filtrado por las paredes internas de la malla en forma lenta.
- Evitar realizar la manipulación inadecuada de la malla al momento de la toma de muestra (forzar el filtrado, doblar la malla, inclinar y/o mover bruscamente), siempre realizarlo de manera vertical. De observar atasco en la malla durante el filtrado, verter agua desionizada por la parte externa de la malla.
- Es indispensable indicar el volumen de filtrado realizado.

Fotografía N° 1. Muestreo de fitoplancton cuantitativo.



Foto: Pronaturaleza

3.2.2 Perifiton

El perifiton se define como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida a un sustrato, que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Wetzel 1983).

La importancia del perifiton en los ecosistemas acuáticos está en su producción de metabolitos orgánicos que alimentan diversos organismos; su contribución con más del 70 % de la materia orgánica a la productividad total; sus altas tasas de reciclaje; su posibilidad de proporcionar abrigo y alimento a varios tipos de organismos, principalmente peces; su alta productividad primaria y su papel como indicador biológico

Investigaciones sobre la comunidad perifítica presente en los ríos son abordados principalmente para estudios de calidad de aguas e impacto ambiental, basados en raspados sobre sustratos naturales en distintas estaciones de muestreo en donde la zona alta de los ríos es usada como una estación patrón o control (Montoya, M.Y. & Ramírez, R.J. 2007)

a) Perifiton Cuantitativo

Se colectó haciendo un raspado de las superficies de rocas sobre un área de 100 cm². (Sección de 10x10 cm). La muestra obtenida se trasvasó al frasco final (500 ml) y fue preservado con formalina bufferada al 5% (≈100ml).

En puntos donde hay ausencia de rocas se tomó la muestra en un área de 100 cm² de sustrato vegetal.

Fotografía N° 2. Muestreo de perifiton cuantitativo.



Foto: Pronaturaleza

b) Perifiton Cualitativo

Sin tener un área determinada, se obtuvo la muestra mediante raspado en el sustrato elegido. En un frasco rotulado de 500 ml la muestra obtenida se preservó con formalina bufferada al 5% ($\approx 100\text{ml}$).

Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG).

- Se eligió preferentemente aquellas zonas de buena iluminación.
- El sustrato escogido para el raspado debe estar sumergido de forma permanente y no expuesto al aire libre.
- Indicar el área de muestreo.

3.2.3 Bentos

Se colectó con ayuda de una red Surber de 300 μm , que consiste en una red corta más o menos cónica unida a un armazón rígido de metal de 30 x 30 cm. Para obtener la muestra se colocó la red Surber en el fondo del curso de agua (contra corriente), en lo posible adherido al lecho del río, se removió el sustrato dentro del marco de 900 cm^2 y mediante el arrastre dado por la corriente de agua o generado con la mano los organismos removidos del sustrato son colectados en la red.

La muestra se colectó en un frasco boca ancha rotulado de 500 ml y se preservó con etanol 70% en proporción de 1:3 (1 de muestra por 3 de preservante).



Fotografía N° 3. Muestreo de macrobentos.

Foto: Pronaturaleza

3.2.4 Pesca eléctrica

Se usó un equipo electrofisher a lo largo del río 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. 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.

Fotografía N° 4. Pesca Eléctrica.



Foto: Pronaturaleza

3.2.5 Parámetros fisicoquímicos *in situ*

En cada estación de muestreo se realizó mediciones de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto), para esto se usó un equipo multiparámetro WTW 3630, éste cuenta con certificado de calibración (Anexo 5).

Oxígeno disuelto

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O₂) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Cuando se realiza la prueba, solo se utilizan muestras tomadas recientemente y se analizan inmediatamente. Por lo tanto, debe ser preferentemente una prueba de campo.

pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones

Conductividad

La conductividad eléctrica es la propiedad de diferentes cuerpos de permitir el paso de electricidad a través de ellos. En el caso de los líquidos la conductividad va a depender directamente del contenido de sales en ellos.

Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo.

Parámetro	Rango	Resolución
pH	0.00- 14.00	0.001- 0.1
Temperatura	0.0 °C- 60°C	0.1 °C
Conductividad	0.01 uS/cm- 200 mS/cm	0.01 uS/cm
Oxígeno Disuelto	0.01mg/L- 20 mg/L	0.01mg/L

3.3 Metodología de análisis de resultados

Con los resultados obtenidos se calculo índices de riqueza (S=número de especies), diversidad y equidad, además una evaluación de la calidad del agua mediante el índice ABI y se determinó el factor de condición K y captura por unidad de esfuerzo para evaluación de truchas.

3.3.1 Calidad del hábitat

El protocolo SVAP evalúa el hábitat físico de un río o quebrada mediante la asignación de puntajes entre uno y diez, para esta evaluación se usan 15 parámetros, el proceso consiste en calificar estos 15 parámetros aplicando puntajes; luego de realizados los registros para cada uno de los puntos de muestreo valorados, se realizan los cálculos del índice para cada uno de éstos, según la fórmula de Puntaje total/número de criterios evaluados. A cada valor final del índice se le da un rango de calidad según el valor resultante en este promedio.

En la Tabla N° 3 se presentan los parámetros puntuables y en la Tabla N° 4 se observa la clasificación de las aguas de acuerdo a las categorías de valoración consideradas por el índice SVAP.

Tabla N° 3. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP

N°	CRITERIO/VARIABLE
1	Apariencia del agua
2	Sedimentos
3	Zona ribereña
4	Sombra
5	Pozas
6	Condicion del cauce
7	Alteracion Hidrobiológicas (desborde)
8	Habitat para peces
9	Habitat para microinvertebrados acuaticos
10	Estabilidad de las orillas
11	Barreras al movimiento de peces
12	Presión de pesca
13	Presencia de desechos sólidos
14	Presencia de estiercol
15	Presencia de algas filamentosas
Puntaje Total/N° Criterios Evaluados	

Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP

Valor SVAP	Condición del hábitat
9.0 -10.0	Excelente
7.0 – 8.9	Bueno
5.0 – 6.9	Regular
3.0 – 4.9	Mala
1.0 – 2.9	Muy Mala

3.3.2 Riqueza específica (s)

La riqueza específica (s) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinado, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Es un tipo de medida de la diversidad alfa y se calcula de manera acumulativa dentro de un área evaluada (Magurran, 1998).

3.3.3 Diversidad mediante el Índice 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 (en logaritmo base 2). Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en la Tabla N°5.

Tabla N° 5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener

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

Fuente: Magurran, 2004

3.3.4 Equidad mediante el Índice de Pielou (J')

El índice de equidad o 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.

3.3.5 Índice Biótico Andino (ABI)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. En las Tablas N° 6 se presenta el índice BMWP/col y en la tabla N°8 el índice ABI (Andean Biotic Index) que es una adaptación del primero para los Andes. En este caso se parte de una lista de taxones que tienen la distribución por encima de los 2000 msnm (Ríos *et al.*, en prep).

El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1.0 (Armitage *et al.* 1983). La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP (Roldán, 2003; Zúñiga, 2010).

Tabla N° 6. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gripopterygidae	10
Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae	9
Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hydrachnidae	4
Ceratopogonidae, Hydroptilidae, Physidae, Tipulidae, Asellidae, Ostracoda, Planorbidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2

Fuente: Roldán, 2003

Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico

Clase	Valor	Significado
I	>120	Aguas limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Agua contaminada
IV	16-35	Aguas muy Contaminadas
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Sánchez, H. 2005

Tabla N° 8. Puntuaciones del Andean Biotic Index (ABI) para las familias de Macroinvertebrados acuáticos de los Andes Tropicales distribuidos desde los 2000 m.s.n.m hasta el límite con las nieves perpetuas.

Familias		Puntajes	Familias		Puntajes	
Turbellaria		5	Trichoptera	Xiphocentronidae	8	
Hirudinea		3		Hydrobiosidae	8	
Oligochaeta		1		Glossosomatidae	7	
Gasteropoda	Ancylidae	6	Lepidoptera	Hydropsychidae	5	
	Physidae	3		Anomalopsychidae	10	
	Hydrobiidae	3		Philopotamidae	8	
	Limnacididae	3		Limnephilidae	7	
	Planorbidae	3	Pyralidae	4		
Bivalvia	Sphaeriidae	3	Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
Amphipoda	Hyalellidae	6		Lampyridae	5	
Ostracoda		3		Psephenidae	5	
Hydracarina		4		Scirtidae (Helodidae)	5	
Ephemeroptera	Baetidae	4		Staphylinidae	3	
	Leptophlebiidae	10		Elmidae	5	
	Leptohyphidae	7		Dryopidae	5	
	Oligoneuriidae	10		Gyrinidae	3	
Odonata	Aeshnidae	6		Diptera	Dytiscidae	3
	Gomphidae	8			Hydrophilidae	3
	Libellulidae	6	Hydraenidae		5	
	Coenagrionidae	6	Blepharoceridae		10	
	Calopterygidae	8	Simuliidae		5	
	Polythoridae	10	Tabanidae		4	
Plecoptera	Perlidae	10	Tipulidae		5	
	Gripopterygidae	10	Limoniidae		4	
Heteroptera	Veliidae	5	Ceratopogonidae		4	
	Gerridae	5	Dixidae		4	

	Corixidae	5		Psychodidae	3
	Notonectidae	5		Dolichopodidae	4
	Belostomatidae	4		Stratiomyidae	4
	Naucoridae	5		Empididae	4
Trichoptera	Helicopsychidae	10		Chironomidae	2
	Calamoceratidae	10		Culicidae	2
	Odontoceridae	10		Muscidae	2
	Leptoceridae	8		Ephydriidae	2
	Polycentropodidae	8		Athericidae	10
	Hydroptilidae	6		Syrphidae	1

Fuente. Acosta et. al, 2009

Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú

Valor	Categoría
>74	Muy bueno
45-74	Bueno
27-44	Moderado
11-26	Malo
<11	Pésimo

Fuente. Acosta et. al, 2009

3.3.6 Peces

Se establecieron 19 puntos de muestreo para captura de peces mediante electropesca.

3.3.6.1 Factor de condición (K)

El factor de condición, comúnmente designado como K, es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese 2006).

El factor de condición (K) expresa en peces, la relación volumétrica en función del peso, según la expresión matemática:

$$K = P100/L^3$$

Dónde P es el peso en gramos y L la longitud en cm.

3.3.6.2 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para truchas

Para el cálculo de los rendimientos se utilizó como unidad de esfuerzo la operación individual de cada uno de las descargas eléctricas, correspondiendo la CPUE al número de peces capturados- avistados por cada intento (peces/ descarga).

IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros de campo

En la Tabla N° 10, se muestran los resultados realizado en los 17 puntos de monitoreo, de los parámetros fisicoquímicos registrados in situ (temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto). Se registro que el punto QL-COR-01 no presentaba caudal (punto seco) y el punto QL-TUM-01 presentaba un reencauce reciente, por lo que no se tomaron las muestras en campo.

Tabla N° 10. Parámetros de campo

Punto	Punto	pH	Oxígeno	Conductividad	T°
Río Asana	AS-1	7.88	7.49	147.1	10.5
	QL-ASA-02	7.95	7.07	109.7	13.3
	QL-ASA-03	7.77	6.9	145.8	15.1
Quebrada Altarani	ALT-4	7.66	6.92	49.6	13.2
Río Charaque	CH-3	7.3	6.95	98.3	16.4
Río Capillune	CAP-1	7.85	6.14	103.1	21.4
Quebrada Cortadera	QL-COR-01	-	-	-	-
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.97	6.8	958	26.8
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	-	-	-	-
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	8.64	6.8	958	26.8
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	4.34	5.78	654	15.2
	QLVIZ-05	8.42	7.2	207	13.3
Zona de Huachunta	QLBHUA-01	8.48	6.04	118.3	23.3
	QLBHUA-05	8.12	6.62	127.4	15.8
	QLHUA-04	8.48	6.54	189.5	18.9
	QLBHUA-03	8.79	8.55	225	14.7
Río Chincune	QLCHR-01	8.95	6.72	107.7	14.7
Río Chilota	QL-BCHI-06	8.42	5.89	190.1	21.3
	QLBCHI-07	8.33	6.75	99	18.6

* Inicialmente con código MQ-1.

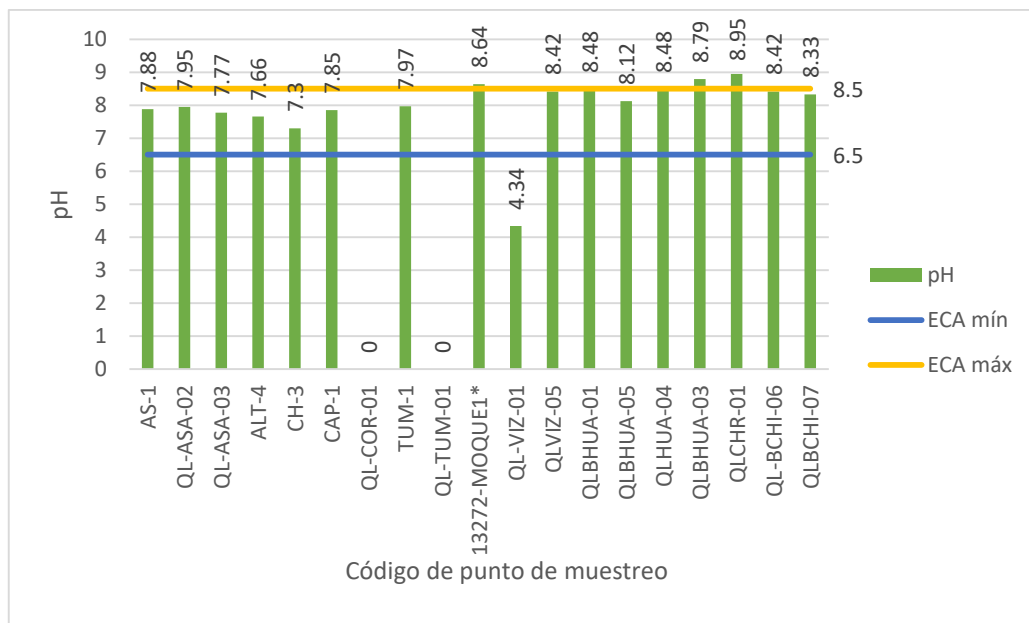
Fuente: Pronaturaleza

- **pH**

Comparando los resultados con el ECA para agua superficial D.S N° 004-2017-MINAM; Categoría 3; Subcategoría D-1; Riego de vegetales; riego no restringido se observa que en el área de operaciones los valores de pH se mantienen dentro de los valores establecidos en el ECA vigente, y sobrepasan en los puntos 13272-

MOQUE1 en el área cerca a la ciudad (Puente Montalvo) y QLBHUA-03 y QLCHR-01 del área de abastecimiento. (Ver Gráfico N° 1)

Gráfico N° 1. Resultados de pH

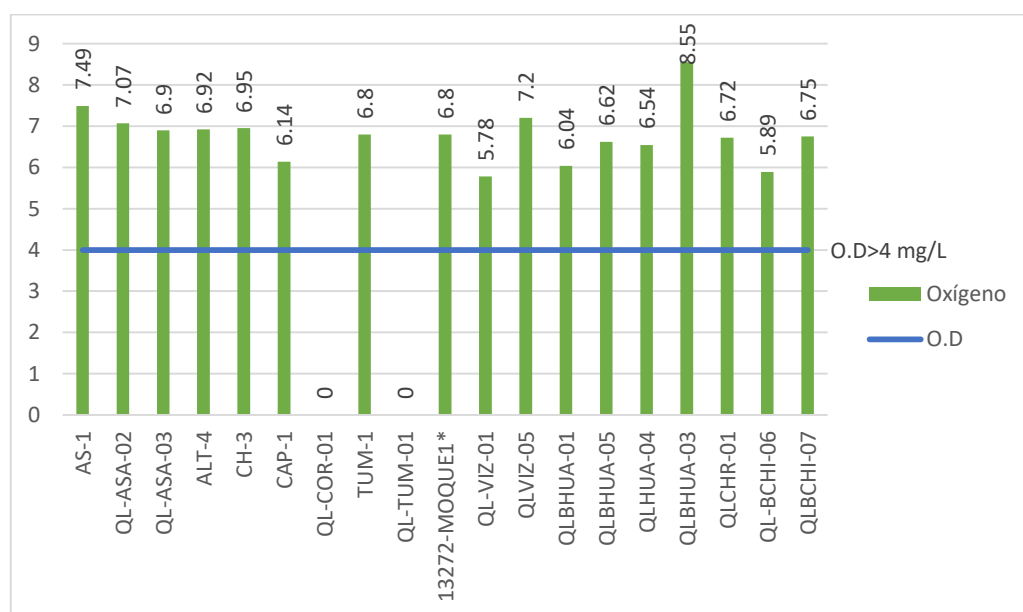


Fuente: Pronaturaleza

- Oxígeno disuelto (OD)**

El oxígeno disuelto es importante para el desarrollo de la vida acuática. En las estaciones de monitoreo se observa que el nivel de oxígeno se mantiene por encima de ECA vigente para agua de riego. (Ver Gráfico N° 2)

Gráfico N° 2. Resultados de Oxígeno Disuelto

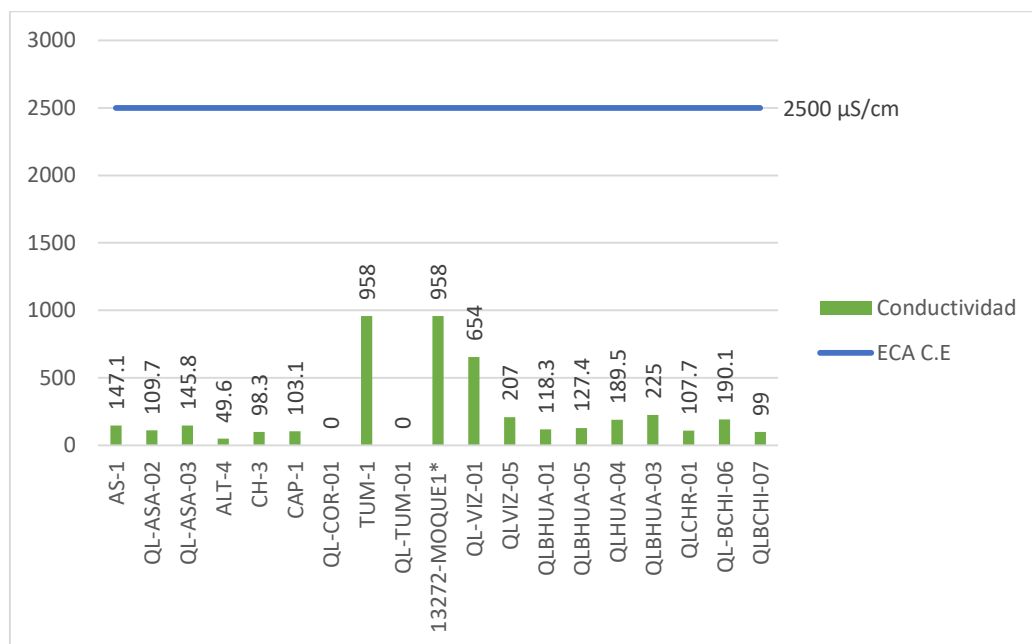


Fuente: Pronaturaleza

- **Conductividad Eléctrica (CE)**

Los valores de conductividad están relacionados al contenido de sales en el medio acuático, a lo largo del río la conductividad suele aumentar aguas abajo por el arrastre generado, o por la presencia de zonas mineralizas. En los resultados vemos que ningún punto excede el valor de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido en el ECA vigente, las estaciones de mayor valor son QL-COR-01 de la quebrada Cortaderas y 13272-MOQUE1 ubicada en Moquegua. (Ver Gráfico N° 3)

Gráfico N° 3. Resultados de Conductividad Eléctrica



Fuente: Pronaturaleza

4.2 Calidad del hábitat

Análisis de calidad de hábitat por la metodología de SVAP (Stream Visual Assessment Protocol)

De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de condición de hábitats correspondiente a la temporada seca 2019, se observó los puntos AS-1, QLBHUA-01, QLCHR-01 Y QLBCHI-07 tiene como condición de hábitat excelente; 5 puntos de monitoreo (QL-ASA-02, QL-ASA-03, QLBHUA-05, QLBHUA-03 y QLBCHI-06) tienen como condición de hábitat buena; 7 puntos de monitoreo tienen como condición regular y 2 puntos de monitoreo (QL-TUM-01 y QL-VIZ-01) tienen como condición pobre. Ver Tabla N° 11.

Tabla N° 11. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

ZONA	ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPORADA SECA 2019		
		VALOR	CATEGORÍA	CONDICIÓN DEL HÁBITAT
Río Asana	AS-1	9.3	I	Excelente
	QL-ASA-02	7.9	II	Bueno
	QL-ASA-03	8.2	II	Bueno
Quebrada Altarani	ALT-4	7.4	III	Regular
Río Charaque	CH-3	6.9	III	Regular
Río Capillune	CAP-1	6.7	III	Regular
Quebrada Cortadera	QL-COR-01		-	-
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.4	III	Regular
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	3.3	IV	Pobre
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	7.1	III	Regular
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	5.5	IV	Pobre
	QLVIZ-05	7.3	III	Regular
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	7.8	II	Bueno
	QLBHUA-01	9.4	I	Excelente
	QLHUA-04	7.4	III	Regular
	QLBHUA-03	8.6	II	Bueno
Río Chincune	QLCHR-01	9.6	I	Excelente
Río Chilota	QLBCHI-06	8.5	II	Bueno
	QLBCHI-07	9.3	I	Excelente

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

4.3 Riqueza específica

Con la identificación de laboratorio, realizado hasta el menor nivel taxonómico posible, se obtuvieron las listas taxonómicas procedentes de los muestreos cualitativos del fitoplancton y perifiton, además del muestreo cuantitativo del bentos. En las tablas N° 13, 15 y 17, se observa la sistemática de las especies identificadas.

4.3.1 Fitoplancton

Composición y Riqueza específica. Se determinaron 81 especies de microalgas del fitoplancton, distribuidas en 46 familias, 28 órdenes, 10 clases y 5 divisiones. La mayoría de especies pertenece a la división Ochrophyta o diatomeas, con 36 especies (tabla N° 13), corroborándose que es grupo más conspicuo y diverso en el fitoplancton continental altoandino.

Las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo fueron *Nitzschia sp* perteneciente a la familia Bacillariaceae, *Navicula sp* perteneciente a la familia Naviculaceae y *Ulnaria sp*, de la familia Ulnaceae, registrándose en los 17 puntos de monitoreo; se registró además a 16 especies de poca presencia, que aparecen en solo 1 punto de monitoreo.

Con respecto a estaciones de muestreo, la del río Chincune (QLCHR-01) es la de mayor diversidad con 48 especies, mientras que las estaciones del río Asana QL-ASA-03 y río Tumilaca TUM-1 son las de menor riqueza con 28 especies.

Tabla N° 12. Número de taxones por punto de muestreo

ZONA	PUNTOS DE MONITOREO	DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Río Asana	AS-1	4	5	17	25	37
	QL-ASA-02	4	5	17	26	29
	QL-ASA-03	4	5	16	24	28
Quebrada Altarani	ALT-4	4	5	17	25	35
Río Charaque	CH-3	4	6	15	21	34
Río Capillune	CAP-1	5	6	16	25	33
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	5	6	15	20	28
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	5	7	22	29	33
Río Vizcachas	QLVIZ-05	5	6	18	24	23
	QL-VIZ-01	5	6	17	21	33
Zona de Huachunta	QLBHUA-03	5	8	21	32	45
	QLHUA-04	5	8	20	29	37
	QLBHUA-05	4	6	18	27	35
	QLBHUA-01	5	7	20	32	36
Río Chilota	QLBCHI-06	4	6	19	29	39
	QLBCHI-07	4	6	18	28	35
Río Chincune	QLCHR-01	4	7	19	25	48

Fuente: Pronaturaleza

Tabla N° 13. Riqueza específica de fitoplancton en los puntos de muestreo.

División	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03		
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1		
				<i>Nitzschia linearis</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	
				<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
				<i>Nitzschia</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i> sp.	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
				<i>Planothidium</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	
				<i>Cymbopleura</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
			Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
				<i>Gomphonema</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
				<i>Gomphonema truncatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
			Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
		Fragilariales	Fragilariaceae	FRAGILARIACEAE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Hannaea</i> sp.	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Ulnaria</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
			Diploneidaceae	<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

División	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03				
			Radiococcaceae	<i>Stauridium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0				
				RADIOCOCCACEAE	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	
			Scenedesmaceae	<i>Acutodesmus sp.</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0		
				<i>Coelastrum sp.</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1		
				<i>Comasiella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
				<i>Desmodesmus sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1		
				<i>Scenedesmus ovalternus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0		
				<i>Scenedesmus sp.</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
				<i>Tetradasmus sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
			<i>Ankistrodesmus sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1		
			<i>Ankistrodesmus spiralis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
			<i>Monoraphidium sp.</i>		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	
			Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Crucigeniella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
						<i>Nephrocytium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
						<i>Oocystis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
			Ulvophyceae	Ulotrichales		ULOTRICHALES	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1		
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium acerosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
				<i>Closterium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0		
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
				<i>Euastrum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	

División	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03			
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Staurastrum sp.</i>	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0		
				<i>Mougeotia sp.</i>	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
				<i>Spirogyra sp.</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
				<i>Zygnema sp.</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1			
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	MICROCOLEACEAE		1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0		
			Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
				OSCILLATORIALES		1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1		
		Synechococcales	Coelosphaeriaceae	<i>Coelomoron sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	
			Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp.</i>		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
				<i>Merismopedia sp.</i>		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
			Pseudanabaenaceae	PSEUDANABAENACEAE		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	
		Nostocophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	APHANIZOMENONACEAE		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
				NOSTOCALES		1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1			
				<i>Trachelomonas sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
		Phacidae	<i>Lepocinclis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Fuente: Pronaturaleza

4-3-2 Perifiton

Para los puntos muestreados se identificó 112 especies divididas en 66 familias, 36 órdenes, 17 clases y 10 Phyla; similar a lo observado con el fitoplancton, las diatomeas u Ochrophyta son las de mayor diversidad con 40 especies, en tanto que el Phylum Nemata solo presenta una morfoespecie no identificada.

Las especies con más presencia son las diatomeas *Navicula*, *Cocconeis*, *Ulnaria* y *Nitzschia sp*, presentes en todas las estaciones evaluadas, mientras que 24 especies solo fueron registrados en una sola estación, pertenecientes a diversas divisiones.

Con respecto a estaciones, en la zona de Huachunta la estación QLHUA-04 presentó 52 especies, siendo la de mayor riqueza, mientras que en el río Asana, similar al fitoplancton, se observó la menor diversidad con 25 especies

Tabla N° 14. Número de taxones de perifiton por punto de muestreo

ZONA	PUNTOS DE MONITOREO	DIVISIÓN/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Río Asana	AS-1	6	7	14	19	25
	QL-ASA-02	8	10	20	32	40
	QL-ASA-03	5	7	19	24	29
Quebrada Altarani	ALT-4	8	12	23	31	42
Río Charaque	CH-3	8	13	23	34	45
Río Capillune	CAP-1	8	11	23	34	43
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	6	8	17	21	28
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	7	11	20	25	27
Río Vizcachas	QLVIZ-05	8	10	21	31	45
	QL-VIZ-01	9	12	21	25	26
Zona de Huachunta	QLBHUA-03	8	9	20	34	47
	QLHUA-04	8	9	20	36	52
	QLBHUA-05	9	10	23	36	40
	QLBHUA-01	7	9	24	38	54
Río Chilota	QLBCHI-06	6	8	14	20	28
	QLBCHI-07	7	9	18	26	34
Río Chincune	QLCHR-01	8	10	20	27	41

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

División / Phylum*	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03		
				<i>Ulnaria sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
			Diadesmidaceae	<i>Luticola sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
			Diploneidaceae	<i>Diploneis sp.</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
			Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Neidiaceae	<i>Neidium sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
			Stauroneidaceae	<i>Craticula sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stauroneis sp.</i>		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia sorex</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Epithemia sp.</i>	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
				<i>Rhopalodia sp.</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella angusta</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
				<i>Surirella sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp.</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
		Thalassiosiphysales	Catenuleaceae	<i>Amphora sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	
		Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp.</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
		Mediophyceae	Eupodiscales	Eupodiscaceae	<i>Pleurosira laevis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stephanodiscales	Stephanodiscaceae		<i>Cyclotella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Aphanochaetaeaceae	<i>Aphanochaete sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0		

División / Phylum*	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03			
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Chlorogonium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
			Tetrasporaceae	<i>Paulschulzia sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				<i>Pandorina sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
				<i>Oedogonium sp.</i>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0			
		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0		
				<i>Pseudopediastrum integrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
				<i>Stauridium tetras</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
				<i>Tetraedron minimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
			Scenedesmaceae	<i>Acutodesmus sp.</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
				<i>Coelastrum sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	
				<i>Desmodesmus armatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
				<i>Desmodesmus sp.</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
				<i>Tetradismus sp.</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
			Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
				<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	
				<i>Ankistrodesmus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
				<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
				<i>Monoraphidium contortum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

División / Phylum*	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03			
				<i>Monoraphidium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0			
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
		Microthamniales	Microthamniaceae	<i>Microthamnion sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Ulvophyceae	Ulotricales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				<i>ULOTRICHALES</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium acerosum</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
				<i>Closterium sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
				<i>Staurostrum sp.</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	
	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
				<i>Spirogyra sp.</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
				<i>Zygnema sp.</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>CHROOCOCCALES</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				<i>Chroococcus sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0			
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Microcoleaceae	MICROCOLEACEAE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0		
				Oscillatoria sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		Synechococcales	Chamaesiphonaceae	Coelosphaeriaceae	<i>OSCILLATORIACEAE</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
					<i>Chamaesiphon sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
					<i>Coelomoron sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Snowella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1			

División / Phylum*	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03			
			Heteroleibleniaceae	HETEROLEIBLEINIACEAE	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0			
			Leptolyngbyaceae	LEPTOLYNGBYACEAE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
			Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Eucapsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
				<i>Merismopedia</i> sp.	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
			Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nostocophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
				<i>Nodularia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Nostocaceae	<i>Nostoc</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	
				NOSTOCACEAE	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i> sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	
			Tolypothrichaceae	<i>Tolypothrix</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
				<i>Trachelonomas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Rotifera*	Eurotatoria	Bdelloidea		BDELLOIDEA	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1			
		Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Lepadellidae	<i>Colurella</i> sp.	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
				<i>Lepadella</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Ciliophora*				ND	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0			
	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	<i>Vorticella</i> sp.	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0			

División / Phylum*	Clase	Orden	Familia	Especie	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QLBCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QL-BHUA-03			
Amoebozoa*	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella vulgaris</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				<i>Arcella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
			Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
			Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cercozoa*	Imbricatea	Euglyphida	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
			Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1		
				<i>Trinema sp.</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1		
Nematoda*				ND	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1			

Fuente: Pronaturaleza

4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados)

Para los puntos muestreados, tomando en cuenta como una unidad a las morfoespecies sin distinción de su estadio (pupa, ninfa, etc) se identificó 56 morfoespecies divididas en 29 familias, 13 órdenes, 6 clases y 3 Phyla; dentro del Bentos el Phylum Arthropoda y específicamente la clase Insecta es la de mayor diversidad, lo cual se observa también en estos resultados con 48 morfoespecies.

La morfoespecie con mayor presencia en los puntos de monitoreo fue una perteneciente a la familia Chironomidae, sub familia Orthoclaadiinae, presente en los 17 puntos de monitoreo; se observaron 11 especies con presencia solo en una estación, pertenecientes a varios ordenes como Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Odonata, etc (tabla N° 17).

La estación TUM-1 del río Tumilaca es la que registra mayor riqueza con 21 especies, mientras que el río vizcachas en su estación QL-VIZ-01 tiene el menor valor de riqueza con 8 morfoespecies.

Tabla N° 16. Número de taxones por punto de muestreo

ZONA	PUNTOS DE MONITOREO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Río Asana	AS-1	3	3	7	12	16
	QL-ASA-02	2	3	6	14	20
	QL-ASA-03	2	3	6	11	15
Quebrada Altarani	ALT-4	2	2	5	11	18
Río Charaque	CH-3	2	3	7	14	19
Río Capillune	CAP-1	1	2	5	11	19
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	2	2	7	13	21
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	3	5	8	13	19
Río Vizcachas	QLVIZ-05	1	3	7	10	14
	QL-VIZ-01	3	5	7	8	8
Zona de Huachunta	QLBHUA-03	3	5	7	8	12
	QLHUA-04	2	5	10	14	20
	QLBHUA-05	3	3	7	12	16
	QLBHUA-01	2	4	9	13	20
Río Chilota	QLBCHI-06	2	4	8	12	19
	QLBCHI-07	1	2	7	10	15
Río Chincune	QLCHR-01	2	4	5	6	10

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

Tabla N° 17. Riqueza específica de Bentos en los puntos de muestreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Estadio	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QL-BCHI-06	QL-VIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Blephariceridae	BLEPHARICERID AE	Larva	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			Ceratopogonidae	CERATOPOGONIDAE	Larva	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				CERATOPOGONIDAE	Pupa	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
			Chironomidae	<i>Alotanypus</i> sp.	Larva	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
				CHIRONOMIDAE	Larva	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
				CHIRONOMINAE	Larva	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
				HEPTAGYIAE	Larva	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Larsia</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
				ORTHOCLADIINAE	Larva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				<i>Pentaneura</i> sp.	Larva	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				PODONOMINAE	Larva	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
				TANYPODINAE	Larva	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
				CHIRONOMIDAE	Pupa	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
			Dolichopodidae	DOLICHOPODID AE	Larva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
			Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	Larva	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
				EMPIDIDAE	Larva	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Hemerodromia</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Estadio	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QL-BCHI-06	QL-VIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03			
				EMPIDIDAE	Pupa	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Ephydriidae	EPHYDRIDAE	Pupa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
			Muscidae	<i>Limnophora</i> sp.	Larva	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0		
				MUSCIDAE	Larva	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
			Psychodidae	PSYCHODIDAE	Larva	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	Larva	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				SIMULIIDAE	Larva	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
				<i>Simulium</i> sp.	Larva	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				SIMULIIDAE	Pupa	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Tabanidae	TABANIDAE	Larva	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
				<i>Tabanus</i> sp.	Larva	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
			Tipulidae	TIPULIDAE	Larva	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				TIPULIDAE	Pupa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Coleoptera	ELMIDAE	Larva	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				<i>Austrelmis</i> sp.	Adulto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
				Dysticidae	DYTISCIDAE	Larva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					<i>Lancetes</i> sp.	Larva	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Hydrophilidae	HYDROPHILOIDE A	Larva	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				<i>Tropisternus</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Baetidae	<i>Andesiops</i> sp.	Ninfa	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0		

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Estadio	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QL-BCHI-06	QL-VIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03		
		Ephemeroptera		BAETIDAE	Ninfa	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1		
				<i>Baetodes</i> sp.	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Camelobaetidius</i> sp.	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Leptophlebiidae	LEPTOPHLEBIIDAE	Ninfa	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Tricorythidae	TRICORYTHIDAE	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i> sp.	Ninfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
				GRIPOPTERYGIDAE	Ninfa	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
		Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Cailloma</i> sp.	Larva	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
				HYDROBIOSIDAE	Larva	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
			Hydroptilidae	HYDROPTILIDAE	Larva	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
				<i>Metrichia</i> sp.	Larva	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
				<i>Neotrichia</i> sp.	Larva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Oxyethira</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
				HYDROPTILIDAE	Pupa	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
				<i>Oxyethira</i> sp.	Pupa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Odonata	Aeshnidae	AESHNIDAE	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Coenagrionidae	COENAGRIONIDAE	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
		Hemiptera	Corixidae	<i>Trichocorixa</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
				CORIXIDAE	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especies	Estadio	CAP-1	QL-ASA-03	CH-3	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	TUM-1	13272 - MOQUE1	QL-VIZ-01	QLBHUA-05	QLBHUA-01	QL-BCHI-06	QL-VIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03			
	Arachnida	Prostigmata	Hydrachnidae	<i>Trichocorixa sp.</i>	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
				<i>Hydrachna sp.</i>	Ninfa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				HYDRACHNIDAE	Ninfa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
				<i>Hydrachna sp.</i>	Adulto	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	HYDRACHNIDAE	Adulto	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	Juvenil	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			HYALELLIDAE	Juvenil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1			
Platyhelminthes	Rhabditophora	Tricladida	Dugesidae	DUGESIIDAE	ND	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1			
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	GLOSSIPHONIIDAE	ND	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1			
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	LUMBRICULIDAE	ND	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Haplotaxida	Naididae	NAIDIDAE	ND	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0		

Fuente: Pronaturaleza

4.4 Diversidad (Índice de Shannon- Wiener) y equidad (Índice de Pielou)

Se obtuvieron resultados por punto de monitoreo de las evaluaciones cuantitativas, para cada una de las comunidades hidrobiológicas muestreadas, exceptuando los peces.

4.4.1 Fitoplancton

En la tabla N° 18 se observa los valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 17 estaciones de monitoreo.

Se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (Log2), las estaciones QL-ASA-02, CAP-1, TUM-1, 13272-MOQUE1, QL-VIZ-05, QLBHUA-01, QL-HUA-04 y QL-CHR-01 presentaron una diversidad alta; las 9 estaciones restantes presentaron una diversidad media, resaltando que según el valor del índice de Shannon-Wiener ninguna estación presentó un índice de diversidad baja. De igual forma, los valores de equidad fueron en su mayoría por encima de 0.5, lo cual influencia en valores de diversidad mayores, con excepción de QL-VIZ-01 y QLHUA-03 con 0.49 (tabla N° 18).

Para el fitoplancton, los valores de diversidad en cuerpos de agua altoandinos frecuentemente son de valores altos, a pesar que los ambientes lóticos son poco estables para el asentamiento de una comunidad mayor debido a las corrientes de agua. Debido a la exposición solar acentuada, la transparencia y presencia de nutrientes es que se aprecia una comunidad con riqueza y diversidad considerables.

Tabla N° 18. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Fitoplancton

Sector	Estación	Por punto de monitoreo		
		H'	Diversidad	J'
Río Asana	AS-1	2.75	Media	0.83
	QL-ASA-02	3.08	Alta	0.81
	QL-ASA-03	2.75	Media	0.79
Quebrada Altarani	ALT-4	2.76	Media	0.71
Río Charaque	CH-3	1.86	Media	0.54
Río Capillune	CAP-1	3.12	Alta	0.84
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	3.13	Alta	0.77
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	3.29	Alta	0.82
Río Vizcachas	QLVIZ-05	3.16	Alta	0.83
	QL-VIZ-01	1.80	Media	0.49
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	2.91	Media	0.92
	QLBHUA-01	3.31	Alta	0.71
	QLHUA-04	3.17	Alta	0.88
	QLBHUA-03	1.77	Media	0.49
Río Chincune	QLCHR-01	3.18	Alta	0.78
Río Chilota	QLBCHI-06	2.19	Media	0.53
	QLBCHI-07	2.42	Media	0.64

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

J' = Índice de Equidad de Pielou

* Inicialmente con código MQ-1
Fuente: Pronaturaleza

4.4.2 Perifiton

En la tabla N° 19 se observa los valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 17 estaciones de monitoreo.

Se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (Log2), en cinco estaciones: CAP-1, QL-VIZ-05, QLBHUA-05, QLBHUA-04 y QLCHR-01, presentaron diversidad alta; en 10 estaciones restantes presentaron una diversidad media, mientras que en dos estaciones se observó baja diversidad: AS-1 y QL-ASA-03. Con respecto a la equitabilidad, los menores valores se observan precisamente en estas dos últimas estaciones, con 0.19 y 0.11 respectivamente.

La comunidad del perifiton en ambientes altoandinos es incluso más diversa que el fitoplancton, debido a condiciones de transparencia del agua y exposición solar continua, a pesar de las corrientes de agua, para lo cual las especies han desarrollado mecanismos de fijación, lo cual los torna más estables. Los valores bajos de diversidad observados en dos estaciones obedecen a la dominancia acentuada de dos especies de Cyanobacteria, una en cada estación, lo cual induce valores bajos de Shannon-Wiener e indica que podría existir cierta perturbación de la comunidad por la presencia abundante de Cyanobacteria. No se considera que la comunidad tenga una disminución de su estructura comunitaria, ya que el valor mínimo de riqueza es de 25 especies.

Tabla N° 19. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Perifiton

Sector	Estación	Índices de Diversidad		
		H'	Diversidad	J'
Río Asana	AS-1	0.44	Baja	0.19
	QL-ASA-02	2.00	Media	0.43
	QL-ASA-03	0.34	Baja	0.11
Quebrada Altarani	ALT-4	1.85	Media	0.40
Río Charaque	CH-3	2.34	Media	0.52
Río Capillune	CAP-1	3.05	Alta	0.64
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	1.88	Media	0.57
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	1.30	Media	0.31
Río Vizcachas	QLVIZ-05	3.42	Alta	0.70
	QL-VIZ-01	2.47	Media	0.82
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	3.16	Alta	0.81
	QLBHUA-01	2.73	Media	0.61
	QLHUA-04	4.01	Alta	0.74
	QLBHUA-03	2.73	Media	0.53
Río Chincune	QLCHR-01	3.70	Alta	0.75
Río Chilota	QLBCHI-06	1.88	Media	0.49
	QLBCHI-07	2.92	Media	0.72

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener
J' = Índice de Equidad de Pielou

* Inicialmente con código MQ-1
Fuente: Pronaturaleza

4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados)

En la tabla N° 20 se observa los valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 17 estaciones de monitoreo. Se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (\log_2), las estaciones 13272-MOQUE1 y QLBHUA-01 presentaron diversidad alta, mientras que las 17 estaciones restantes presentaron diversidad media, sin estaciones que presenten diversidad baja.

Los valores del índice de equitabilidad de Pielou presentan en su mayoría un rango entre 0.5 y 0.75, lo que indica una relativa equidad en la abundancia de las especies, salvo en cuatro estaciones con menos de 0.5, con valores de diversidad media, lo que implica la dominancia de algunos taxones, particularmente de las familias Chironomidae y Baetidae.

Tabla N° 20. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos

Sector	Estación	Por punto de monitoreo		
		H'	Diversidad	J'
Río Asana	AS-1	1.97	Media	0.49
	QL-ASA-02	2.26	Media	0.52
	QL-ASA-03	2.94	Media	0.75
Quebrada Altarani	ALT-4	2.37	Media	0.57
Río Charaque	CH-3	1.84	Media	0.43
Río Capillune	CAP-1	2.95	Media	0.69
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	2.79	Media	0.63
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	3.14	Alta	0.74
Rio Vizcachas	QLVIZ-05	2.71	Media	0.71
	QL-VIZ-01	2.16	Media	0.72
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	1.56	Media	0.39
	QLBHUA-01	3.14	Alta	0.73
	QLHUA-04	2.26	Media	0.52
	QLBHUA-03	1.63	Media	0.45
Río Chincune	QLCHR-01	2.56	Media	0.77
Río Chilota	QLBCHI-06	2.40	Media	0.56
	QLBCHI-07	2.07	Media	0.53

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

J' = Índice de Equidad de Pielou

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

4.5 Índice Biótico Andino (ABI)

La evaluación de la calidad del agua a partir de indicadores es un concepto ampliamente utilizado y tradicionalmente basado en parámetros fisicoquímicos. 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 el índice ABI, cuyo resumen de valores se presenta en la Tabla N° 21. A continuación, se presenta los resultados de las 17 estaciones de monitoreo.

Tabla N° 21. Valores obtenidos para los Índices Biótico Andino

Sector	Estación	ABI	Categoría
Río Asana	AS-1	64	Bueno
	QL-ASA-02	72	Bueno
	QL-ASA-03	50	Bueno
Quebrada Altarani	ALT-4	46	Bueno
Río Charaque	CH-3	59	Bueno
Río Capillune	CAP-1	50	Bueno
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	65	Bueno
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	57	Bueno
Río Vizcachas	QLVIZ-05	53	Bueno
	QL-VIZ-01	29	Moderado
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	51	Bueno
	QLBHUA-01	56	Bueno
	QLHUA-04	58	Bueno
	QLBHUA-03	33	Moderado
Río Chincune	QLCHR-01	22	Malo
Río Chilota	QLBCHI-06	52	Bueno
	QLBCHI-07	55	Bueno

Fuente: Pronaturaleza

De acuerdo a los resultados, 14 de las 17 estaciones presentan categoría ambiental de Bueno, debido principalmente a la presencia de numerosas familias que aportan en la diversidad y en la suma del índice, además de la presencia de familias indicadoras de buena a excelente calidad ambiental, como Gripopterygidae.

Las estaciones con calificativo de Moderado, QL-VIZ-01 y QLBHUA-03 son de las de menor riqueza con 8 y 12 especies. La estación QLCHR-01 es la única que obtuvo el calificativo de Malo, que también tiene una de las menores riquezas con 10 especies, además de una mayor dominancia de morfoespecies de Chironomidae y Oligochaeta entre otros, lo que implica una condición ambiental reducida debido a contaminación orgánica

en apariencia, aunque es probable otro tipo de contaminación ya que estos organismos son resistentes a distintas formas de polución.

4.3 Factor de condición (K)

Un total de 335 ejemplares que fueron medidos y pesados. La talla mínima fue de 6.3 cm, y la máxima de 40 cm, situándose la talla promedio de 21.3 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), bagre (*Trichomycterus rivulatus*) e Ispi (*Orestias ispi*) está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo.

Respecto al peso individual, el valor mínimo es 2.4 g. y el máximo de 908 g. con un peso promedio 42.3 g.

Tabla N° 22. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

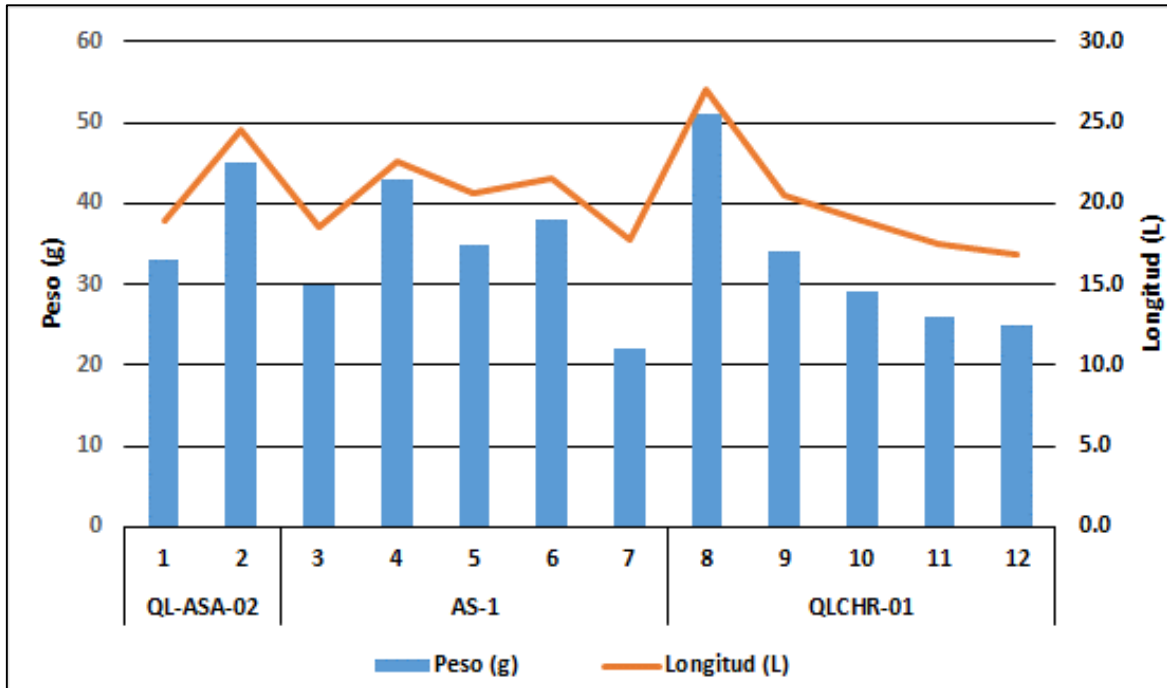
Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K)
QL-ASA-02	33	18.9	0.49
	45	24.6	0.30
AS-1	30	18.5	0.47
	43	22.6	0.37
	35	20.6	0.40
	38	21.5	0.38
	22	17.7	0.40
QLCHR-01	51	27.0	0.26
	34	20.5	0.39
	29	18.9	0.43
	26	17.5	0.49
	25	16.9	0.52

* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

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

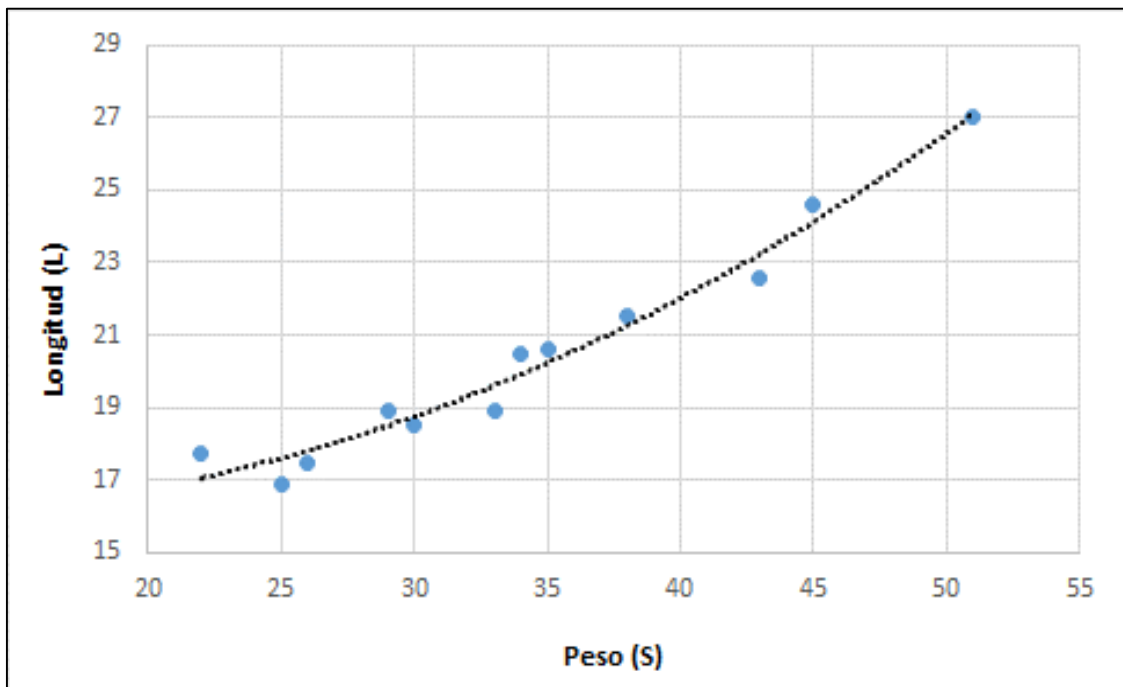
Gráfico N° 4. Histograma de tallas con líneas de peso



Fuente: Pronaturaleza

Los datos obtenidos siguieron un patrón muy definido en cuanto a la relación de estas variables. (Ver Gráfico N° 5).

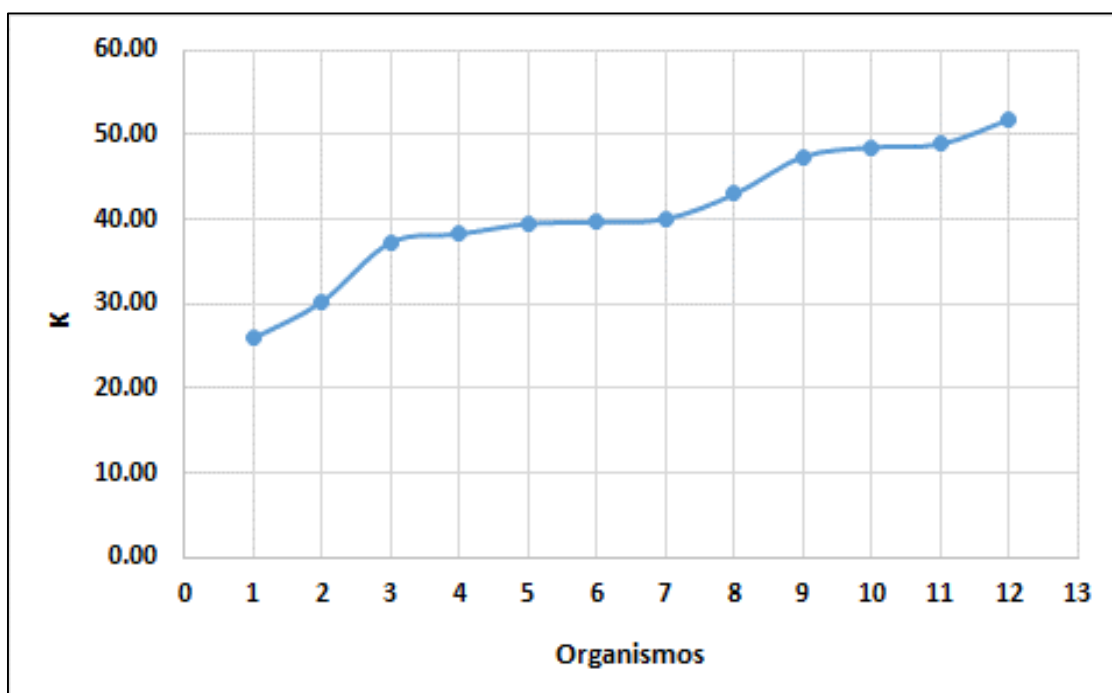
Gráfico N° 5. Relación Longitud - Peso



Fuente: Pronaturaleza

En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre K=25.91 a 51.79, situándose el valor promedio en K=40.86

Gráfico N° 6. Tendencia del factor de condición



Fuente: Pronaturaleza

En este sentido, resulta significativo el hecho de que acuerdo a la talla aumenta el factor de condición se incremente gradualmente hasta alcanzar su máximo.

4.4 Captura por unidad de esfuerzo (peces)

En la siguiente tabla, se observan los valores obtenidos en la captura de peces

Tabla N° 23. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo

Código	Muestreo			Observaciones
	Descargas *	Capturados	Captura/ descarga	
AS-1	11	33	6	19 Avistamientos
ALT-4	6	3	1	4 avistamientos.
QL-ASA-02	10	16	2	10 avistamientos. Muestra tomada en el P-11 aguas arriba del punto original
QL-ASA-03**	15	10	2	18 avistamientos.
CH-3	25	12	1	3 avistamientos.
CAP-1	No se realizo			Caudal muy bajo
QL-COR-01	No se realizó			Punto seco
TUM-1	11	2	0	2 avistamientos. Reciente reencauce del río, presenta turbidez producto de trabajos aguas arriba, cauce actual con pocos sitios para el desarrollo de peces

Código	Muestreo			Observaciones
	Descargas *	Capturados	Captura/ descarga	
QL-TUM-01	No se realizó			Punto original seco, con reencauce del río, se firmó acta de constatación
13272-MOQUE1*	17	Sin resultados	0	Se atraparon 3 camarones (1 adulto y dos juveniles) y un anfibio especie Rhinella
QL-VIZ-01	6	Sin resultados	0	Bofedal con poco caudal
QLBHUA-01	8	20	3	6 avistamientos. Se encontró alevines de Ishpi
QLBHUA-05	23	60	3	3 avistamientos. Se encontró alevines de bagre y trucha
QL-BCHI-06	11	10	1	
QLVIZ-05	9	2	0	1 avistamiento.
QLBCHI-07	16	44	3	
QLHUA-04	15	20	2	4 avistamientos. Se encontró 2 anfibios de especie Telmatobius
QLCHR-01	16	72	7	40 avistamientos.
QLBHUA-03	15	31	3	3 avistamientos. Se encontró alevines de Ishpi y bagre.

* El número de descargas está en relación a la cantidad de pozas y otros lugares de refugio de los peces

**Antes del muestreo los peces fueron trasladados aguas arriba

- La conductividad y el tamaño de peces influye en el funcionamiento del electrofisher

CONCLUSIONES

4.5 Parámetros de campo

Los puntos muestreados en la zona de operaciones no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental vigente (DS 004-2017 MINAM) para los valores de conductividad, oxígeno y pH. En abastecimiento los valores se mantienen en el rango excepto los puntos QL-VIZ-01, QLBHUA-03 y QLCHR-01 que sobrepasan el estándar de pH.

Comparando los resultados con el ECA para agua superficial D.S N° 004-2017-MINAM, Categoría 3, Subcategoría D-1, Riego de vegetales, riego no restringido se observa que los valores de pH para la zona de operaciones se mantienen dentro de los valores del ECA. En el Area de abastecimiento, el punto QL-VIZ-01 ubicado a la salida de la represa Pasto Grande se encuentra con un pH por debajo del ECA.

4.6 Riqueza específica

- En fitoplancton se registraron 81 especies de microalgas, distribuidas en 46 familias, 28 órdenes, 10 clases y 5 divisiones. La dominancia pertenece a las diatomeas del Phylum Ochrophyta, grupo más conspicuo de la comunidad. La riqueza en las estaciones osciló entre 28 a 48 especies especies.
- Para perifiton se identificó 112 especies divididas en 66 familias, 36 órdenes, 17 clases y 10 Phyla; el Phylum Ochrophyta es el de mayor diversidad con 40 especies. La riqueza se considera alta, oscilando netre 25 a 52 especies entre las estaciones.
- En el muestreo de bentos se identificaron 56 morfoespecies divididas en 29 familias, 13 órdenes, 6 clases y 3 Phyla. Los insectos son la clase dominante. Las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo son de a la familia Chironomidae y en menor proporción de Baetidae. La riqueza osciló entre 8 a 21 especies.

4.7 Índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou

- **Fitoplancton**

Según el Índice de Shannon poseen una alta diversidad los puntos QL-ASA-02, CAP-1, TUM-1, 13272-MOQUE1, QL-VIZ-05, QLBHUA-01, QL-HUA-04 y QL-CHR-01, los dos primeros en los ríos Asana y Capillune respectivamente, además de la zona de Huachunta. En los demás puntos de muestreo se tiene una diversidad media, no encontrándose puntos con baja diversidad ni valores bajo de equidad de Pielou. La comunidad del fitoplancton mantiene valores de alta diversidad propias de ecosistemas antioandinos sin grave contaminación del agua.

- **Perifiton**

Se presenta una alta diversidad en perifiton en cinco estaciones, CAP-1, QL-VIZ-05, QLBHUA-05, QLBHUA-04 y QLCHR-01, mientras que en 10 estaciones se observó media diversidad y en dos se registran valores de baja diversidad. Las dominancia de Cyanobacteria en estas dos estaciones de baja diversidad a pesar de una alta riqueza, podría indicar perturbación de estos ambientes estaciones: AS-1 y QL-ASA-03.

- **Bentos**

Se observó una alta diversidad de Macroinvertebrados bentónicos en dos estaciones: 13272-MOQUE1 y QLBHUA-01, el resto de los puntos reportan diversidad media. De acuerdo al índice de Pielou, hay dominancia en algunas pocas estaciones, particularmente por la presencia de Chironomidae y Baetidae.

4.8 ABI

Se obtuvo que en la mayoría de estaciones, 14 de 17, la calidad ambiental es Buena, mientras que dos estaciones calificaron como Moderado (QL-VIZ-01 y QLBHUA-03), además que la estación QLCHR-01 es la única que obtuvo el calificativo de Malo. En las estaciones de Moderado y Malo se observaron los menores valores de riqueza, además en la última se observa una dominancia de Chironomidae y Oligochaeta, indicando aguas o ecistema con evidencia de polución.

4.9 Factor de condición (K)

En la relación de longitud-peso dados en el factor de condición k, se evidenció similares patrones de crecimiento en los especímenes evaluados y por tanto en los puntos de muestreo. Para la totalidad de individuos analizados fue posible encontrar estadios juveniles y adultos, por lo cual los hábitats de dichas poblaciones constituyen centros de desarrollo para la especie.

4.10 Captura por unidad de esfuerzo (peces)

De los diecinueve puntos se obtuvo resultados en AS-1, ALT-4, QL-ASA-02, QL-ASA-03, CH-3, QLBHUA-01, QLBHUA-03, QLBHUA-05, QLBCHI-06, QLBCHI-07, QLHUA-04, QLCHR-01, de los cuales la mejor relación captura/ esfuerzo se dieron en los puntos AS-1 y QLCHR-01; en el primero se registraron 33 ejemplares con medida menor a 25 cm. En el punto QLCHR-01 se obtuvo capturas de los peces en diferentes estadios. En el punto ALT-4, CH-3 y QL-BCHI-06 fue donde se obtuvo la menor relación captura/ esfuerzo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, C., Ríos B., Rieradevall, M. & N. Prat (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.

ARMITAGE, P. D., D. MOSS Y M.T. FURSE. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*, 17: 33-347.

Domínguez, E. & H. Fernández. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 pp.

Forster, K. (1982). Das phytoplankton des süßwassers, 8 teil 1 hälfte Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u. obermiller, Stuttgart - Germany.

Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. *Revista del Museo de la Plata*. Tomo V, Botánica N°20.

Froese, r. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.

Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.

Komárek J. (2005). *Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales*. Band/Volume 19/2.

Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.

Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). *Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively*. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.

Krammer, K. (1991). *Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Printed in Germany.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.

MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. *Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahía, Brasil*. 250 p.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de 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.

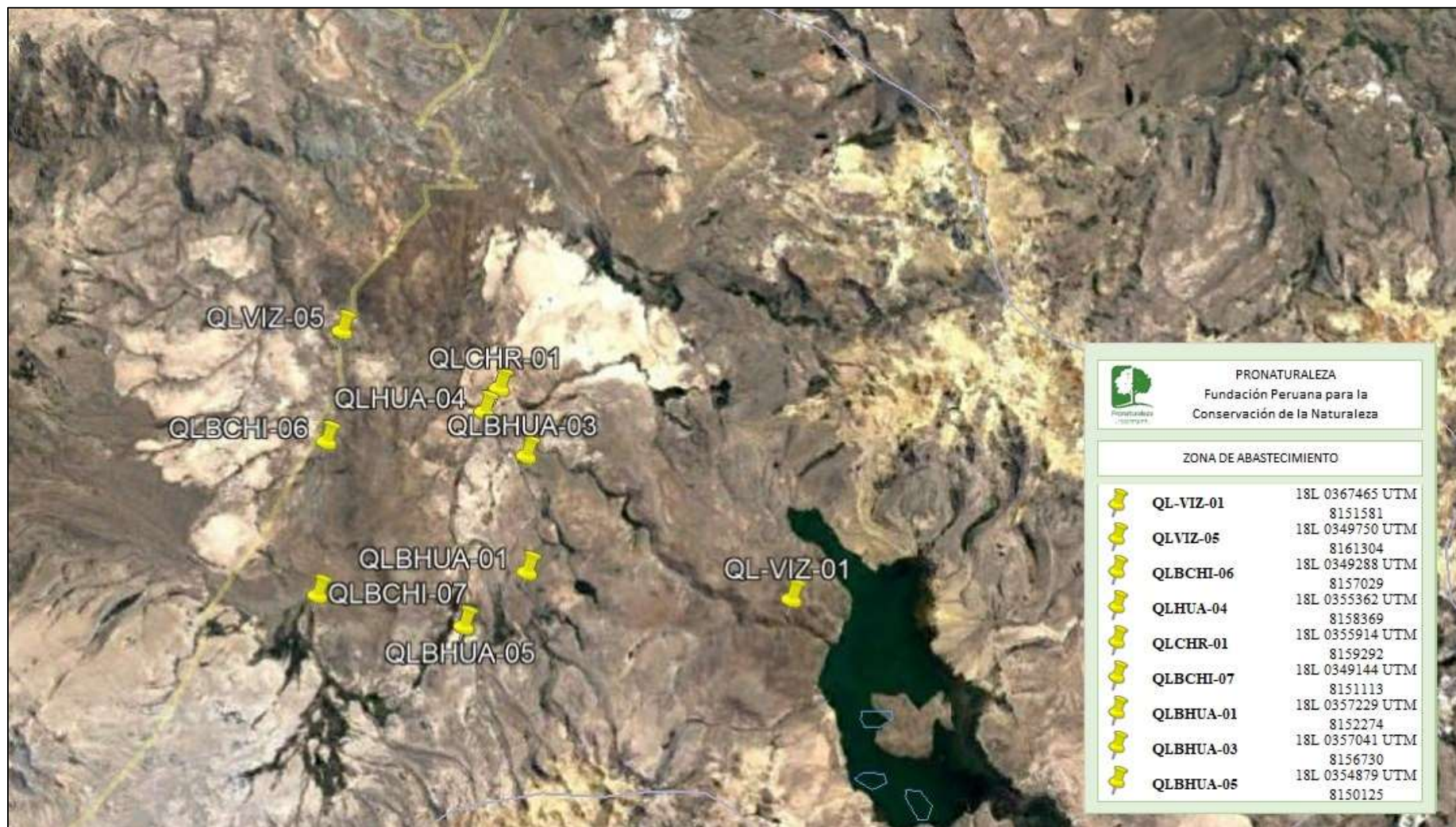
ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.

Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.

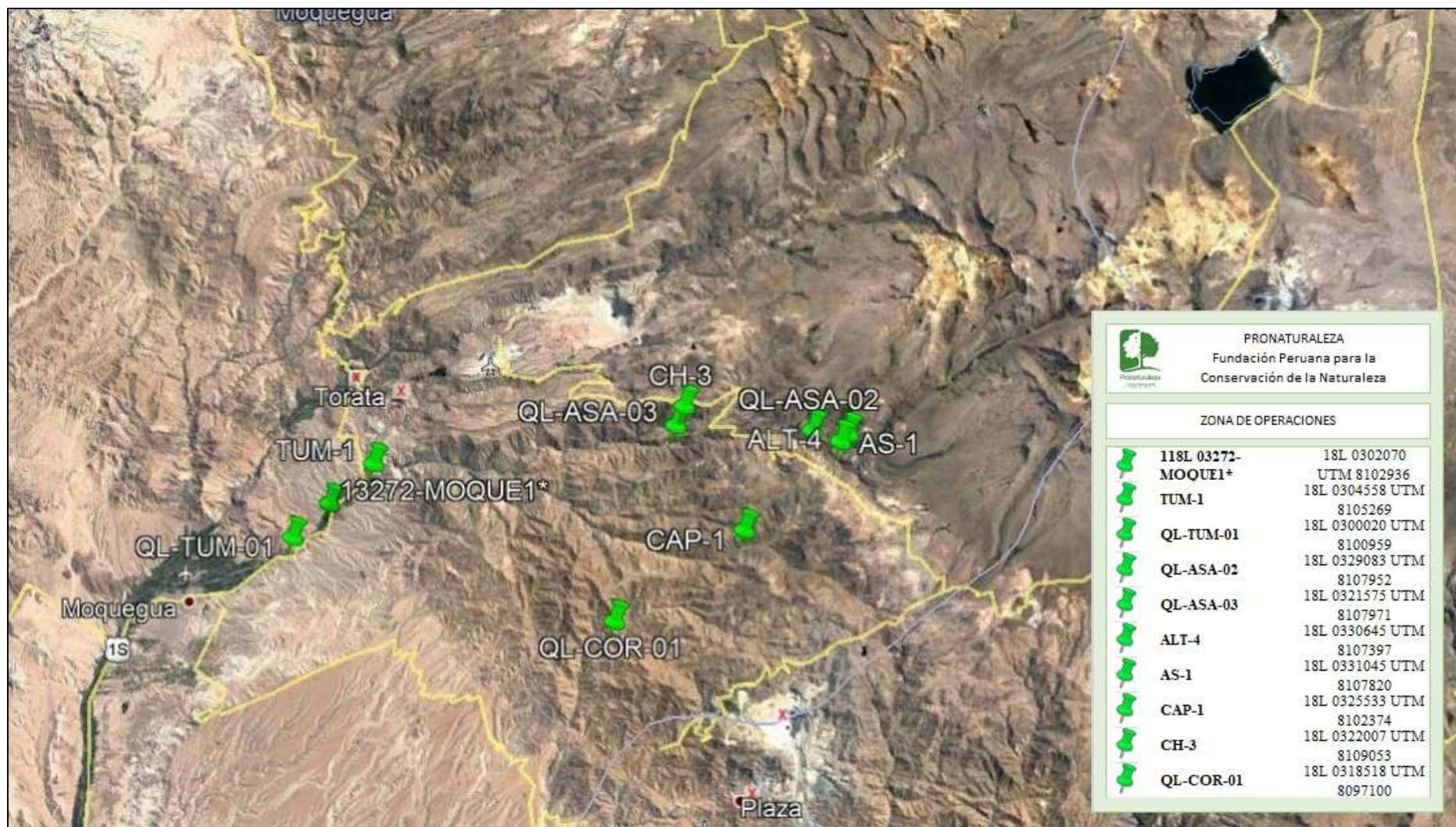
WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Pronaturaleza



Fuente: Pronaturaleza

Anexo 2. Certificado de acreditación del laboratorio

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Renovación de la Acreditación a:

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Servicios Analíticos Generales S.A.C.
Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-02P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

Sede Acreditada: Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 17 de junio de 2016
Fecha de Vencimiento: 17 de junio de 2020

Registro N° LE - 047
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016
DA-acr-02P-02M Ver. 00


Augusto Mollo Romero
Director - Dirección de Acreditación

Anexo 3. Certificados de calibración del equipo Multiparámetro WTW 3630



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG0233-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (pH) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08
 MARCA: WTW RANGO DE MEDICIÓN: 0.00 a 14.00 (pH)
 MODELO: MULTI 3630 IDS RESOLUCIÓN: De 0,001pH - 0.1 pH
 SERIE: 17492448 CONDICIÓN: NUEVO
 SERIE DE LA SONDA: C174734035

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación directa y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	N° DE CERTIFICADO	SERIE	VENCIMIENTO
BAROTERMÓHIGROMETRO	51645-11388-CLT-2017	130134541	17-07-2018
DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
SOLUCION BUFFER pH 4.01	HANNA/HI5004	0204	Mayo 2021
SOLUCION BUFFER pH 10.01	HANNA/HI5007	9824	Febrero 2018
SOLUCION BUFFER pH 7.01	HANNA/HI2010	9322	Setiembre 2020

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

VALOR CERTIFICADO A 25°C (pH)	TEMPERATURA MEDICIÓN (°C)	VALOR REFERENCIAL A 20°C (pH)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (pH)	CORRECCIÓN (pH)	INCERTIDUMBRE (pH)
4.01	22	4.00	4.01	-0.01	0.05
7.01	22	7.03	7.04	-0.01	0.05
10.01	22	10.04	10.05	-0.01	0.05

9.- OBSERVACIONES:

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Erwin Edgardo Paz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Edwin...
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Arequipa, 26 de Febrero del 2018

FEC-001 REV. 01

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY*

000254



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG0234-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (CE) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08
 MARCA: WTW RANGO MEDICIÓN: 0,01 µS/cm a 200 mS/cm
 MODELO: MULTI 3630 IDS RESOLUCIÓN: 0,01 µS/cm
 SERIE: 17492448 CONDICIÓN: NUEVO
 SERIE DE LA SONDA: 17492528

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	N° DE CERTIFICADO	SERIE	VENCIMIENTO
BAROTERMÓHIGROMETRO	51645-11388-CLT-2017	130134541	17-07-2018
DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
SOL. EST. CE 1413 µS/cm	HANNA/HI7031	8963	Junio 2020

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

VALOR CERTIFICADO A 25°C (µS/cm)	TEMPERATURA DE MEDICIÓN °C	VALOR REFERENCIAL A 20°C (µS/cm)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (µS/cm)	CORRECCIÓN (µS/cm)	INCERTIDUMBRE (µS/cm)
1413	22	1401	1402	+1.0	±4.0
1413	22	1401	1403	+2.0	±4.0
1413	22	1402	1404	+2.0	±4.0

9.- OBSERVACIONES:

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se de a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 26 de Febrero del 2018

Erwin Edgardo Piz Gonzales
 Erwin Edgardo Piz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Edmar T. Torres
 Edmar T. Torres
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000285



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG0235-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
 2.- DATOS DEL EQUIPO:
 INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (OD) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08
 MARCA: WTW RANGO MEDICIÓN: 0,01 mg/L a 20 mg/L
 MODELO: MULTI 3630 IDS RESOLUCIÓN: 0,01 mg/L
 SERIE: 17492448 CONDICIÓN: NUEVO
 SERIE DE LA SONDA: 17492196

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:
 INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:
 Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	N° DE CERTIFICADO	SERIE	VENCIMIENTO
BAROTERMOHIGROMETRO	51645-11388-CLT-2017	130134541	17-07-2018
DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
SOLUCIÓN OXIGENO ZERO - I	HANNA/HI7040-1	0333 12G	Julio 2021
SOLUCIÓN OXIGENO ZERO - II	HANNA/HI7040-2	0431	Julio 2021

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

REFERENCIA (mg/L)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (mg/L)	CORRECCIÓN (mg/L)	INCERTIDUMBRE (mg/L)
0,00	0,00	0,00	0,01

9.- OBSERVACIONES:
 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El período de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Erika Edgardo Paz Gonzalez
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Arequipa, 26 de Febrero del 2018

 Eduardo Torres Chisón
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000235

FEC-001 REV. 01



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-AG0236-02

1.- CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (T°) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08
 MARCA: WTW ALCANCE: 0,0 °C a 60 °C
 MODELO: MULTI 3630 IDS RESOLUCIÓN: 0,1 °C
 SERIE: 17492448 CONDICIÓN: NUEVO
 SERIE DE LA SONDA: C174734035

3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0°C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.
 Comparación y ajuste con patrones.
 Reporte de valores.

7.- PATRONES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	N° DE CERTIFICADO	SERIE	VENCIMIENTO
BAROTERMÓHIGROMETRO	51645-11388-CLT-2017	130134541	17-07-2018
DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMÓMETRO DIGITAL	TP3001	060001531	06-02-2018

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

TEMPERATURA REFERENCIAL (°C)	PATRÓN (°C)	LECTURA INSTRUMENTO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
10,0	10,20	10,22	0,02	0,08
25,0	25,25	25,27	0,02	0,08
35,0	35,35	35,39	0,04	0,08

*TCV = Temperatura convencionalmente verdadera (Indicación del instrumento + corrección)

9.- OBSERVACIONES:

TCV: Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del termómetro + corrección.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de mediana que resulta de multiplicar la incertidumbre asociada por el factor de cobertura k=2.
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
 Los resultados reportados son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.
 El período de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 26 de Febrero del 2018

Erwin Edgardo Paz González
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Edmar Bragado Lucón
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

Oficina: Calle Oscar Benavides N° 602, Yanahuara - Arequipa
 ☎ (054) 655069 RPC: 953766470 - 959010230
 web: www.pazlaboratorios.com Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000237

Anexo 4. Informes de Ensayo

**INFORME DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
DEL MONITOREO AMBIENTAL
PARTICIPATIVO (MAP 7) ÉPOCA SECA
FLORA y FAUNA**

Elaborado por:

**MAP 7
ÉPOCA SECA**



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la
Conservación de la Naturaleza



Febrero, 2020

Tabla de contenido

1. GENERALIDADES.....	5
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo general:.....	5
2.2 Objetivos específicos:.....	5
3. METODOLOGÍA.....	6
3.1. Estaciones de muestreo	6
3.2. Metodología para la flora silvestre	10
3.3. Metodología para la fauna silvestre.....	10
3.3.1. Mastozoología (Mamíferos)	11
3.3.2. Ornitología (Aves).....	12
3.3.3. Herpetología (Anfibios y Reptiles).....	13
IV. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES	14
4.1. Flora silvestre	14
4.1.1. Zona de operaciones (ZO)	14
4.1.2. Zona de abastecimiento de agua (ZA).....	20
4.2. Mastozoología (mamíferos)	34
4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO)	34
4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA).....	40
4.3. Ornitología (aves).....	46
4.3.1. Para la Zona de operaciones (ZO)	46
4.3.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA).....	50
4.4. Herpetología (reptiles)	55
4.4.1. Para la Zona de operaciones (ZO)	55
4.4.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA).....	58
V. CONCLUSIONES	61
5.1. FLORA SILVESTRE.....	61
5.2. MAMÍFEROS	62
5.3. AVES	63
5.4. REPTILES	64

Cuadro N° 1 Número de estaciones de muestreo.....	6
Cuadro N° 2 Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente.....	6
Cuadro N° 3 Composición de la flora y cobertura por puntos	15
Cuadro N° 4 Riqueza y abundancia relativa en porcentaje.....	15
Cuadro N° 5 Índice de diversidad por cada transecto del matorral.....	18
Cuadro N° 6 Índice de diversidad por cada transecto del bosque de Polylepis.....	19
Cuadro N° 7 Índice de diversidad por tipo de vegetación.....	19
Cuadro N° 8 Composición de la flora y cobertura por puntos	21
Cuadro N° 9 Riqueza y abundancia relativa en porcentaje según puntos	23
Cuadro N° 10 Índice de diversidad de puntos de bofedales	30
Cuadro N° 11 Índice de diversidad de puntos de césped de puna	31
Cuadro N° 12 Índice de diversidad por tipo de vegetación.....	31
Cuadro N° 13 Estado de conservación	34
Cuadro N° 14 Registro de mamíferos en la ZO.....	35
Cuadro N° 15 Registro de Guanacos mamíferos en la ZO.....	35
Cuadro N° 16 Composición de mamíferos menores avistados	36
Cuadro N° 17 Composición de mamíferos mayores avistados	37
Cuadro N° 18 Riqueza taxonómica por puntos según localidades.....	37
Cuadro N° 19 Índice de diversidad por cobertura vegetal.....	40
Cuadro N° 20 Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO	41
Cuadro N° 21 Composición de especies avistadas.....	41
Cuadro N° 22 Riqueza taxonómica por puntos de por localidades.....	42
Cuadro N° 23 Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA.....	42
Cuadro N° 24 Índice de diversidad por cobertura vegetal.....	44
Cuadro N° 25 Estado de conservación	45
Cuadro N° 26 Composición de especies en la ZO según vegetación.....	46
Cuadro N° 27 Riqueza y abundancia de aves en la ZO	46
Cuadro N° 28 Índice de diversidad por cobertura vegetal.....	49
Cuadro N° 29 Composición de especies en la ZA.....	50
Cuadro N° 30 Riqueza y abundancia	51
Cuadro N° 31 Índice de diversidad por cobertura vegetal.....	52
Cuadro N° 32 Estado de conservación	53
Cuadro N° 33 Composición de especies de la herpetofauna según vegetación en la ZO.....	55
Cuadro N° 34 Riqueza de la herpetofauna en los puntos de la ZO	55
Cuadro N° 35 Índice de diversidad por cobertura vegetal en la zona de operaciones.....	57
Cuadro N° 36 Composición de especies de la herpetofauna en la ZA	58
Cuadro N° 37 Riqueza de especies de la herpetofauna en los puntos de la ZA.....	59
Cuadro N° 38 Índice de diversidad por cobertura vegetal en la zona de abastecimiento.....	59
Cuadro N° 39 Estado de conservación	60

GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Representatividad de familias botánicas para la zona de operaciones.....	14
Gráfico N° 2 Riqueza de Flora por tipo de vegetación en ZO.....	17
Gráfico N° 3 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el matorral.....	17
Gráfico N° 4 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el matorral.....	18

Gráfico N° 5 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) Jaccard.....	19
Gráfico N° 6 Representatividad de familias botánicas para la zona de abastecimiento	20
Gráfico N° 7 Riqueza de especies por tipo de vegetación en ZA	29
Gráfico N° 8 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el bofedal	29
Gráfico N° 9 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el césped de puna	30
Gráfico N° 10 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) Jaccard.....	32
Gráfico N° 11 Número de especies registradas por orden y familia en la ZO.....	38
Gráfico N° 12 Abundancia de mamíferos menores observados en la ZO	38
Gráfico N° 13 Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO	39
Gráfico N° 14 Análisis de Similitud en Zona de operaciones (ZO) Jaccard.....	40
Gráfico N° 15 Número de especies registradas por orden y familia en la ZA.....	42
Gráfico N° 16 Abundancia de mamíferos observados en la ZA.....	43
Gráfico N° 17 Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA.....	43
Gráfico N° 18 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) Jaccard	44
Gráfico N° 19 Abundancia de aves observadas en la ZO.....	48
Gráfico N° 20 Riqueza por cobertura vegetal en la ZO	48
Gráfico N° 21 Análisis de Similitud por Zona de operaciones (ZO) Jaccard	49
Gráfico N° 22 Abundancia de aves observados en la ZA.....	51
Gráfico N° 23 Riqueza por cobertura vegetal en la ZA.....	52
Gráfico N° 24 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) Jaccard	53
Gráfico N° 25 Abundancia de especies de la herpetofauna observadas en la ZO	56
Gráfico N° 26 Riqueza de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO.....	57
Gráfico N° 27 Similitud de jaccard entre los puntos de muestreo por Zona de operaciones (ZO)	57
.....	57
Gráfico N° 28 Riqueza por cobertura vegetal en la ZA.....	59
Gráfico N° 29 Similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo de Zona de abastecimiento (ZA)	60

FIGURAS

Figura N° 1 Ubicación de las estaciones de muestreo	9
Figura N° 2 Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982)	10
Figura N° 3 Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores	11
Figura N° 4 Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto	12

1. GENERALIDADES

El Programa de Monitoreo de los Componentes de Flora y Fauna del MAP 7, realizó durante el mes de octubre del presente año las evaluaciones de la Época Seca en el Proyecto Quellaveco. El personal especializado de la empresa PRONATURALEZA, realizó las evaluaciones, que se complementan con la realizada en Época Húmeda.

El Proyecto Quellaveco tiene por finalidad la explotación de una mina de cobre y molibdeno a tajo abierto, y se ubica políticamente en los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto, y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Esta área no involucra algún Área Natural Protegida (ANP) o su zona de amortiguamiento.

El proyecto Quellaveco abarca una gran área (39279.42 ha; según la Cuarta Modificación del EIA-d), y se extiende desde el nivel del mar hasta los 4500 msnm. Dentro de esta área se puede reconocer diferentes zonas en las que se llevan a cabo diversas operaciones. Estas zonas son: a) la Zona de Abastecimiento de agua, en la cual se instalará la infraestructura para satisfacer la demanda hídrica del proyecto; b) la Zona de operaciones, donde se prevé se instalará la mina y se dispondrán los relaves; y, para efectos del presente monitoreo, c) la zona de los ríos Moquegua y Osmore, por su relevancia para el proceso y el proyecto.

El presente estudio se basa en el monitoreo de la flora y fauna de las dos grandes áreas del proyecto (zona de abastecimiento de agua y zona de operaciones), y es la continuación de monitoreos ambientales de flora y fauna que se han venido realizando.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Evaluar la flora y fauna en las áreas: Zona de Abastecimiento de agua y Zona de Operaciones. Dichas áreas abarcan los distritos de Carumas, Torata y Moquegua en la provincia de Mariscal Nieto pertenecientes a la región Moquegua.

2.2 Objetivos específicos:

- a. Monitorear la flora y fauna, evaluando la composición, abundancia, riqueza específica y la diversidad de ambientes en las áreas mencionadas.
- b. Monitorear las poblaciones de Guanaco (*Lama guanicoe*), Suri (*Rhea pennata*), Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*) en las localidades específicas donde se han registrado anteriormente.
- c. Realizar un análisis de concentración de metales en muestras representativas de flora y fauna.

3. METODOLOGÍA

3.1. Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo se mantienen como en la Época Humeda, para fines de comparación. La prospección, fue para el monitoreo de flora = 63 estaciones de muestreo, aves = 24 (20 puntos de conteo y 4 transectos para evaluación de Suri), mamíferos = 27 (20 estaciones de trapeo, 6 transectos para evaluación de Taruca y Vicuña y 1 transecto para evaluación de Guanaco), anfibios y reptiles = 20 estaciones de muestreo.

En el cuadro N°1 se presenta el número de estaciones de muestreo que se monitorearon por zona (operaciones y abastecimientos) y por componente (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

Cuadro N° 1 Número de estaciones de muestreo

Zona de monitoreo	Componente				Total
	Flora Botánica	Aves Ornitología	Mamíferos Mastozoología	Anfibios y rept. Herpetología	
Zona de Operaciones	19	16	16	16	68
Zona de Abastecimiento	44	8	11	4	66
Total	63	24	27	20	134

Fuente: elaboración propia

En el cuadro N°2 se observa en detalle la ubicación geográfica en UTM de cada estación de muestreo. Cabe indicar que algunos componentes comparten más de una estación de muestreo. Y en la figura N°1 se muestra un mapa donde se ubican las estaciones de muestreo para los diferentes componentes a lo largo de las áreas evaluadas del Proyecto Quellaveco.

Cuadro N° 2 Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente

N°	Estación de monitoreo	Coordenada UTM		Zona de monitoreo	Componente			
		Este	Norte		Botánica	Ornitología	Mastozoología	Herpetología

1	06b	329711	8109757	Operaciones	X			
2	Control O3/O03c	322405	8095932	Operaciones	X	X	X	X
3	M-52	323757	8096481	Operaciones		X	X	X
4	O03	320204	8097670	Operaciones	X			
5	O03b	322759	8096128	Operaciones	X			
7	O04	312658	8102471	Operaciones	X			
8	O06	328646	8109057	Operaciones	X			
9	O07	326401	8108181	Operaciones	X			
10	O08	325287	8102263	Operaciones	X			
11	O09	322279	8106665	Operaciones	X			
12	O10	319776	8105518	Operaciones	X			
13	O10	319856	8105528	Operaciones		X	X	X
14	O15	328507	8107158	Operaciones	X			
15	O15	328376	8107245	Operaciones		X	X	X
17	O15bbb	328958	8107004	Operaciones	X			
18	O15PC1	329201	8106785	Operaciones		X	X	X
19	O15PC8/O15a	327991	8107153	Operaciones	X	X	X	X
20	O26	326984	8109914	Operaciones	X			
21	O29	321560	8103698	Operaciones	X			
22	O29	321616	8103827	Operaciones		X	X	X
23	O30	330826	8110787	Operaciones	X			
24	O31	329552	8109863	Operaciones		X	X	X
26	O32/O32	314369	8103762	Operaciones	X	X	X	X
27	O33	315258	8097981	Operaciones	X	X	X	X
28	O34	320252	8100059	Operaciones	X	X	X	X
29	O6	328667	8109072	Operaciones		X	X	X
30	O8	325564	8102309	Operaciones		X	X	X
31	O9	322248	8106663	Operaciones		X	X	X
32	T-14	331006	8107872	Operaciones		X	X	X
33	T-6	328938	8101222	Operaciones		X	X	X
34	A17-T1	354618	8150940	Abastecimiento	X			
35	A17-T2	354592	8150719	Abastecimiento	X			
36	A25-T1	354087	8149698	Abastecimiento	X			
37	A25-T2	354002	8149662	Abastecimiento	X			
38	A34-T2	357406	8159337	Abastecimiento	X			
39	F01-T1	358814	8159076	Abastecimiento	X			
40	F02-T1	358691	8158978	Abastecimiento	X			
41	F02-T2	358649	8158995	Abastecimiento	X			
42	F03-T1	358520	8159015	Abastecimiento	X			
43	F04-T1*	359186	8156875	Abastecimiento	X			

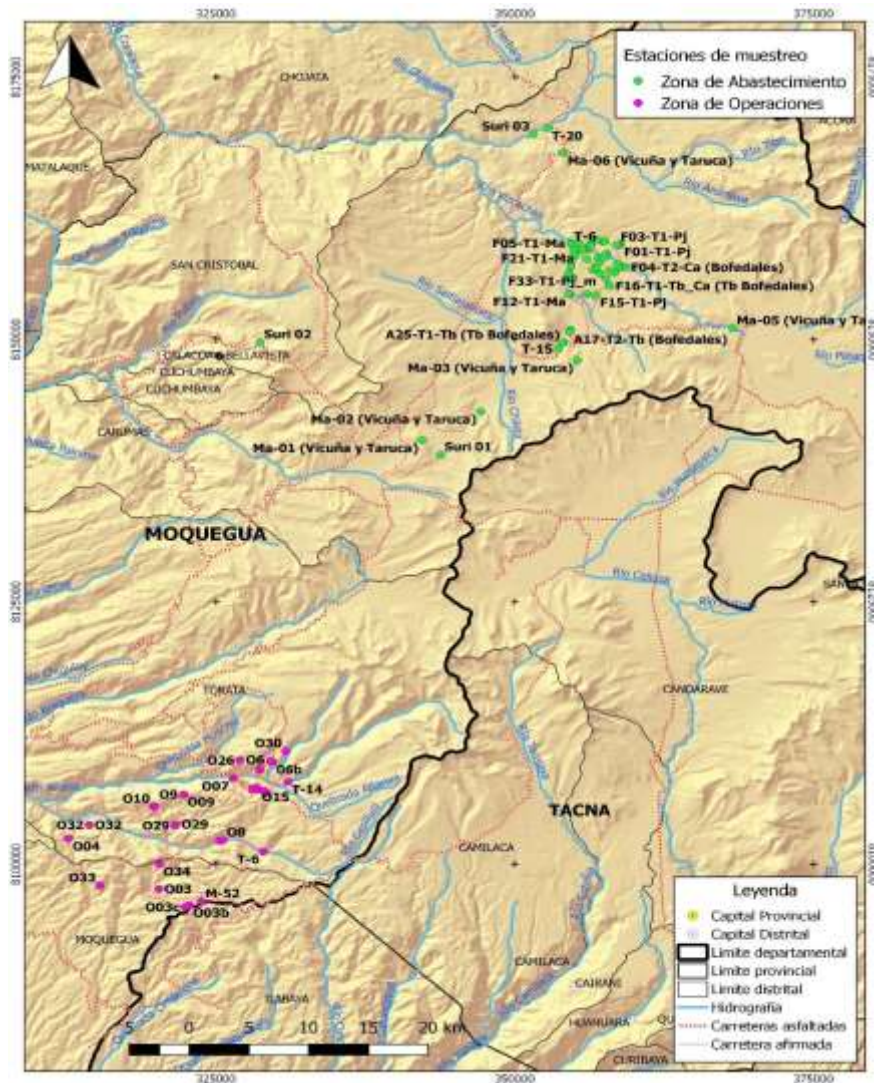
44	F04-T2	359259	8156873	Abastecimiento	X			
45	F05-T1	354680	8159159	Abastecimiento	X			
46	F05-T2	354724	8159124	Abastecimiento	X			
47	F06-T1	356495	8156636	Abastecimiento	X			
48	F07-T1	356986	8157799	Abastecimiento	X			
49	F08-T1	358323	8156377	Abastecimiento	X			
50	F09-T1	358702	8156903	Abastecimiento	X			
51	F10-T1	357682	8158131	Abastecimiento	X			
52	F11-T1	357516	8159363	Abastecimiento	X			
53	F12-T1	354600	8154317	Abastecimiento	X			
54	F13-T1	354489	8154328	Abastecimiento	X			
55	F14-T1	354859	8155870	Abastecimiento	X			
56	F14-T2	354813	8155856	Abastecimiento	X			
57	F15-T1	356783	8154246	Abastecimiento	X			
58	F16-T1	357955	8155101	Abastecimiento	X			
59	F17-T1	357641	8155740	Abastecimiento	X			
60	F18-T1	356135	8158593	Abastecimiento	X			
61	F19-T1	355934	8158655	Abastecimiento	X			
62	F20-T1	356083	8158742	Abastecimiento	X			
63	F21-T1	355266	8158437	Abastecimiento	X			
64	F22-T1	354893	8158456	Abastecimiento	X			
65	F23-T1	356772	8156880	Abastecimiento	X			
66	F24-T1	356996	8157261	Abastecimiento	X			
67	F25-T1	358568	8157196	Abastecimiento	X			
68	F26-T1	357895	8156565	Abastecimiento	X			
69	F27-T1	357626	8158107	Abastecimiento	X			
70	F28-T1	356841	8159484	Abastecimiento	X			
71	F29-T1	355638	8158613	Abastecimiento	X			
72	F30-T1	355991	8157704	Abastecimiento	X			
73	F31-T1	354498	8156278	Abastecimiento	X			
74	F32-T1	354697	8156980	Abastecimiento	X			
75	F33-T1	357127	8156280	Abastecimiento	X			
76	F34-T1	355076	8158018	Abastecimiento	X			
77	F35-T1	357425	8157828	Abastecimiento	X			
78	Ma-01	342251	8140381	Abastecimiento			X	
79	Ma-02	347118	8143130	Abastecimiento			X	
80	Ma-03	355200	8148000	Abastecimiento			X	
81	Ma-04	355282	8159230	Abastecimiento			X	
82	Ma-05	368233	8151054	Abastecimiento			X	
83	Ma-06	354064	8167761	Abastecimiento			X	

84	Suri 01	343781	8139027	Abastecimiento		X		
85	Suri 02	328667	8149738	Abastecimiento		X		
86	Suri 03	351552	8169562	Abastecimiento		X		
87	Suri 04	356364	8159114	Abastecimiento		X		
88	T-15	353628	8149098	Abastecimiento		X	X	X
89	T-16	356038	8154350	Abastecimiento		X	X	X
90	T-20	352757	8170111	Abastecimiento		X	X	X
91	T-6	356352	8158916	Abastecimiento		X	X	X

Fuente: Pronaturaleza

A continuación, se muestra un mapa del área a evaluar con los puntos de transecto en flora y fauna

Figura N° 1 Ubicación de las estaciones de muestreo



Fuente: Pronaturaleza

3.2. Metodología para la flora silvestre

- Época y fecha de evaluación

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 10 al 21 de octubre del 2019.

- Descripción de la metodología de campo

Previo a las evaluaciones en campo, se planificó el ingreso al área de estudio por medio de cartografía base (INEI, Carta Nacional IGN 1: 100,000, red vial MTC) y temática (Mapa de cobertura vegetal del MINAM, entre otros).

Se evaluó la flora y vegetación. Al igual que la época húmeda, en 63 estaciones de muestreo (44 en la Zona de Abastecimiento y 19 en la Zona de Operaciones; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se realizó un transecto de 50 m, siguiendo la metodología de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982), que consiste en contar el número de veces en que una varilla contacta a cada especie de planta en puntos ubicados a lo largo del transecto, al descender a través de la vegetación hasta el suelo, lo que permitió obtener valores, tanto de cobertura repetida como de cobertura porcentual de las especies (Fig. N°2).

Figura N° 2 Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982)



Fuente: Pronaturaleza

En los transectos se registró considerando las siguientes categorías: cobertura vegetal (total), suelo desnudo, agua, mantillo (materia orgánica en descomposición, hojarasca), musgo, entre otros, y se realizó registro de todas las especies de plantas que se encuentren en las estaciones de muestreo.

Por último, se seleccionó 4 muestras de diferentes individuos de las especies vegetales de mayor abundancia, para realizar análisis de concentración de metales (Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio). La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones. Dichas muestras fueron conservadas para su envío a laboratorio.

3.3 Metodología para la fauna silvestre

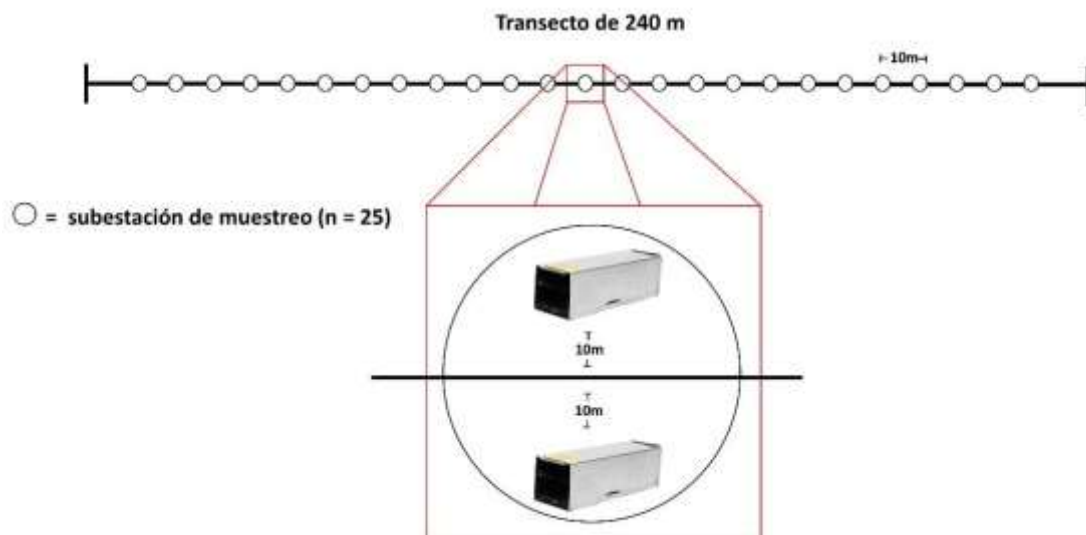
3.3.1. Mastozoología (Mamíferos)

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 10 al 26 de octubre del presente año.

a. Monitoreo de mamíferos menores no voladores

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de mamíferos menores en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 240m, el cual será dividido en 25 subestaciones separadas 10 m entre sí. En cada subestación se colocó 02 trampas de captura viva, tipo Sherman, separadas 10 m del transecto principal (Fig. N°3). Las trampas se colocaron durante el día y se revisaron y recolectaron durante la mañana siguiente. Como cebo se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla.

Figura N° 3 Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores



Fuente: Pronaturaleza

Los individuos capturados fueron inmovilizados y se les tomó los siguientes datos: edad, sexo, peso, condición reproductiva y medidas externas.

Por último, se colectaron 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de mamíferos en general

Se realizó búsquedas oportunistas de evidencias de presencia de mamíferos (p.e. heces, huellas, madrigueras, pelos, restos, olor, orina, o algún otro tipo de rastro). Estas búsquedas se realizaron en los traslados entre estaciones de muestreo.

c. Monitoreo de Guanaco (*Lama guanicoe*)

Se realizó un censo simultáneo de Guanaco, con el fin de evitar recuentos y datos inexactos que pudieran sobreestimar la población de esta especie en la zona de evaluación. Los datos que se registrados incluyen: avistamientos y registros indirectos de la especie, tales como revolcaderos, estercoleros, huellas, caminos, entre otros. Los recorridos se realizaron a pie y/o en camioneta (según el acceso). El censo se realizó en las siguientes zonas: Pampa Tolar, quebrada Lloquene, río Capillune y en la cabecera de quebrada Cortadera.

d. Monitoreo de Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*)

Se realizaron transectos a pie o en camioneta a una velocidad constante de 20 km/h a lo largo de caminos y carreteras (según el acceso), teniendo como referencia los puntos de monitoreo Taruca y Vicuña (Cuadro 2). Los transectos tuvieron un ancho de banda de 1 km a ambos lados de la línea de transecto. De manera complementaria, se realizaron registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

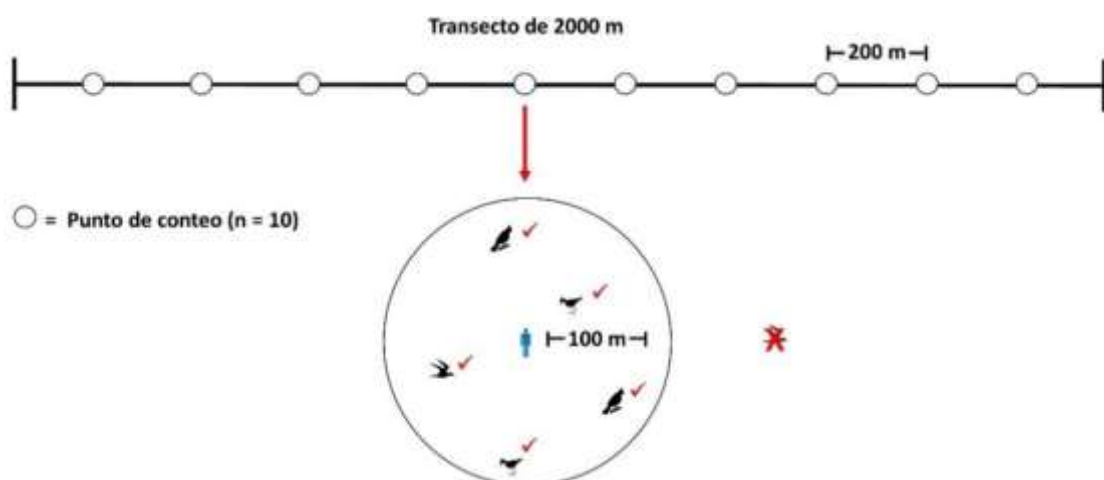
3.3.2. Ornitología (Aves)

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 10 al 16 de octubre del presente año.

a. Monitoreo de aves en general

Se realizó monitoreo de aves en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 2000 m, el cual fue dividido en 10 puntos de conteo separados 200 m entre sí. En cada punto de conteo se realizó dos conteos de 5 minutos, uno después de otro (Bibby et al. 2000). La determinación de especies se basó en la detección visual, utilizando binoculares 10 x 42, y por medio del reconocimiento de cantos de las diferentes especies de aves que se encuentren dentro de un radio de 100 m. (Fig. N°4).

Figura N° 4 Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto



Fuente: Pronaturaleza

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de Suri (*Rhea pennata*)

Se realizó transectos o recorridos en camioneta a una velocidad constante de 25 km/h, a lo largo de caminos y carreteras, teniendo como referencia los puntos de monitoreo de Suri, en los tramos que corresponden a Túnel Jachacuesta – Quebrada Vallecito – Pampa Chilota (un total aproximado de 15 km), Canal Pasto Grande – Embalse Pasto Grande (33 km), los alrededores del futuro embalse Vizcachas (20 km), y el tramo Humajalso – Titire (49 km), vías que corresponden al área de abastecimiento de agua. De manera complementaria, se realizó registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

3.3.3. Herpetología (Anfibios y Reptiles)

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 08 de mayo del presente año.

a. Monitoreo de reptiles y anfibios en general

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de reptiles y anfibios en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto lineal de 100 m de longitud, donde se hizo búsquedas de reptiles y anfibios. Estos transectos fueron recorridos por un periodo aproximado de 20 minutos. En cada estación de muestreo también se realizó VES intensivos (Visual Encounter Survey, por sus siglas en inglés; Crump & Scott, 1994), que consisten en búsquedas de reptiles y anfibios en la vegetación, rocas, piedras, entre otros. Los VES tuvieron también una duración de 20 minutos.

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se hizo en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

b. Monitoreo de *Liolaemus tacnae* (lagartija)

En las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones, se realizó búsquedas intensivas de la lagartija *Liolaemus tacnae*.

c. Monitoreo del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*)

En todas las estaciones de muestreo, se realizó búsquedas intensivas del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*).

IV. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

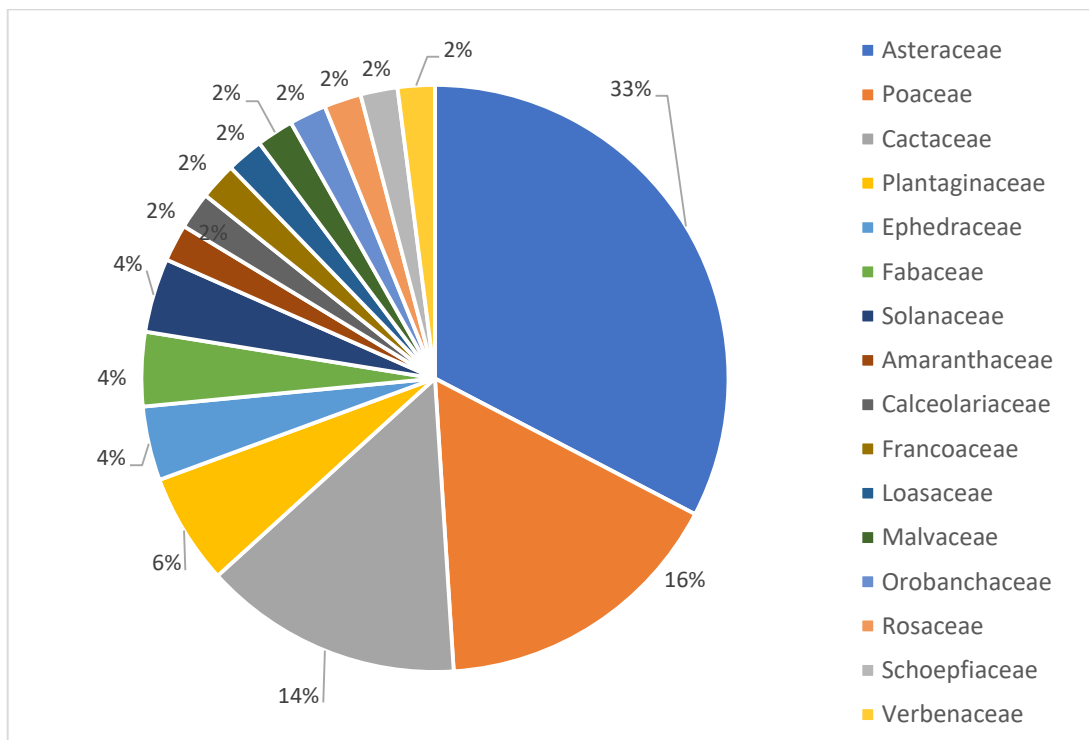
4.1. Flora silvestre

4.1.1. Zona de operaciones (ZO)

4.1.1.1. Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona de operaciones se registró un total de 49 especies y agrupadas en 16 familias, donde las familias que presentaron mayor riqueza fueron: Asteraceae (33%), Poaceae (16%) y Cactaceae (14%).

Gráfico N° 1 Representatividad de familias botánicas para la zona de operaciones

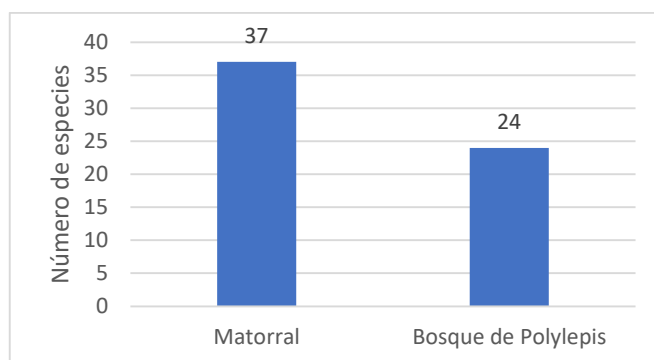


Fuente: Pronaturaleza

NR: No Registra Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 2 de barras se puede mostrar el número de especies registradas en los transectos en totalidad por tipo de vegetación, como son matorral y bosque de Polylepis en la zona de operaciones del proyecto Quellaveco.

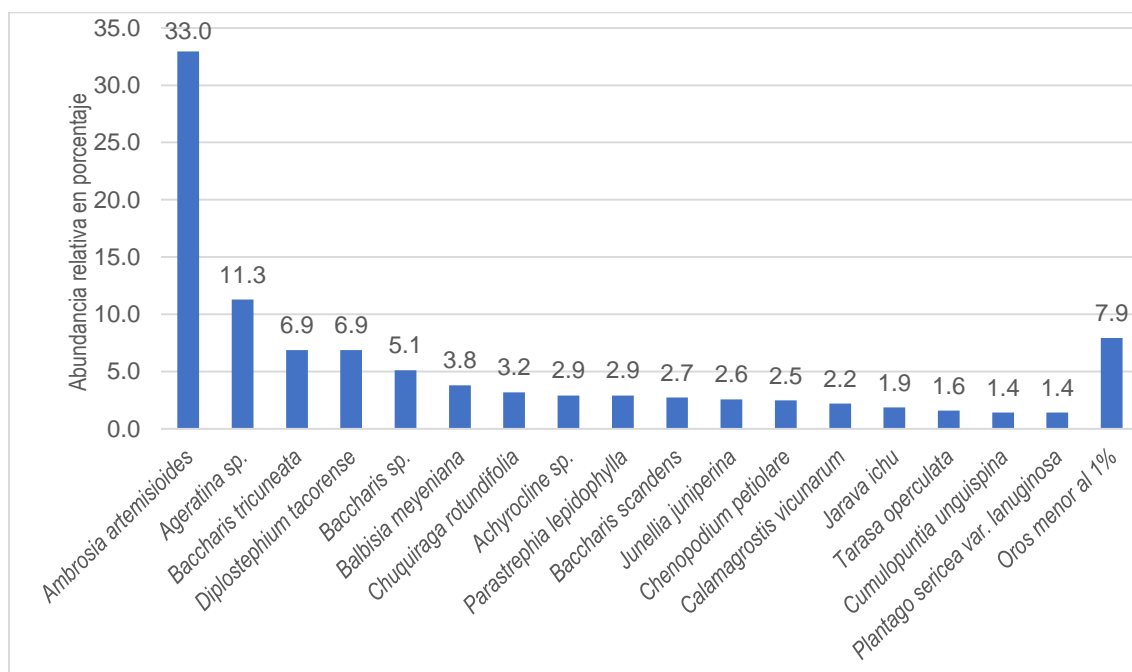
Gráfico N° 2 Riqueza de Flora por tipo de vegetación en ZO



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente grafico se muestra la abundancia relativa de las especies en la vegetación tipo matorral de la zona de operaciones.

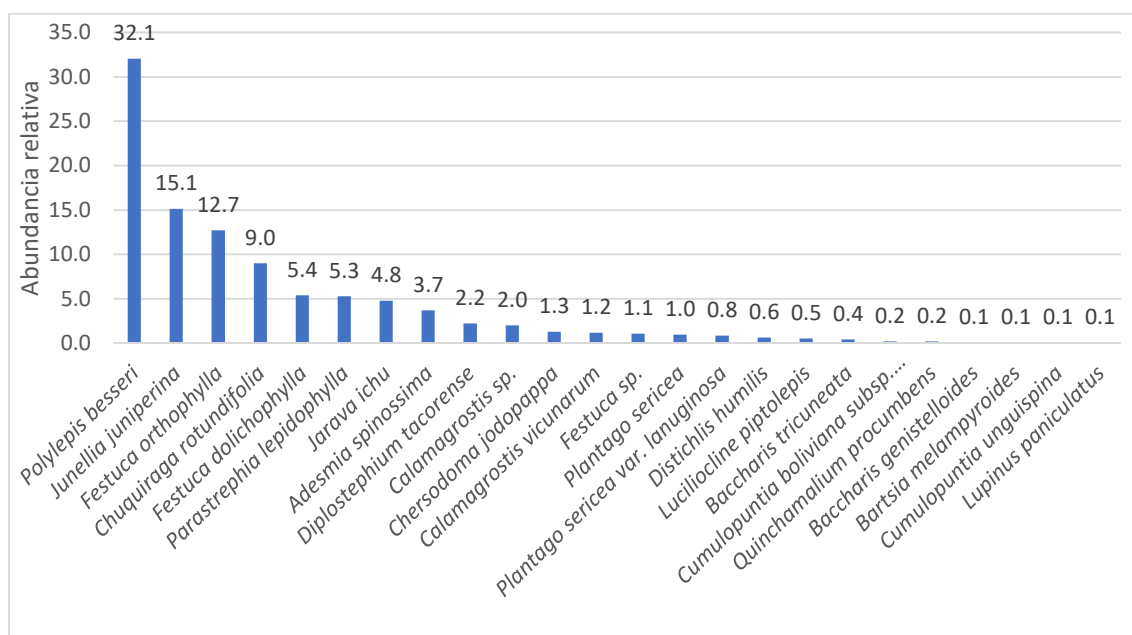
Gráfico N° 3 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el matorral



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente grafico N°4 se muestra la abundancia relativa en porcentaje de las especies registradas en los transectos en la vegetación tipo bosque de Polylepis de la zona de operaciones.

Gráfico N° 4 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el matorral



Fuente: Pronaturaleza

4.1.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por transecto, tanto de matorral como del bosque de Polyplepis y se calculó también el promedio de los índices de diversidad por cada tipo de vegetación. Los índices de diversidad considerados fueron el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), también el índice de Pielou (J'), el índice de Margalef (d) y el índice de Simpson ($1-D$), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5 Índice de diversidad por cada transecto del matorral

Indice	Control_03/O3c	O03	O03b	O04	O08	O09	O10	O26	O29	O32/O32	O34	O33
Simpson_1-D	0.7197	0.548	0.2107	0.4407	0.6848	0.6155	0.661	0.7994	0.4273	0.1884	0.1893	0.5652
Shannon_H	1.32	0.9018	0.466	0.6754	1.517	1.107	1.471	1.822	0.799	0.4331	0.4433	1.185
Margalef	1.059	0.711	0.7298	0.4502	1.451	0.6163	1.408	1.653	0.6619	0.6866	0.8543	1.517
Equitability_J	0.952	0.6505	0.3362	0.6148	0.6906	0.7988	0.7559	0.876	0.5763	0.3124	0.2754	0.6611

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente cuadro se muestra los índices de diversidad de los transectos identificados con vegetación tipo bosque de Polylepis.

Cuadro N° 6 Índice de diversidad por cada transecto del bosque de Polylepis

Indices	O030	O06	O06b	O15	O15bbb	O15PC8/O15a
Simpson_1-D	0.702	0.8659	0.5042	0.5769	0.689	0.5417
Shannon_H	1.42	2.137	1.133	1.271	1.37	1.094
Margalef	1.452	2.289	1.333	1.286	1.068	1.294
Equitability_J	0.683	0.891	0.5824	0.6112	0.7041	0.5262

Fuente: Pronaturaleza

A continuación, se muestra el cuadro con los promedios de los índices de diversidad se los puntos según el tipo de vegetación.

Cuadro N° 7 Índice de diversidad por tipo de vegetación

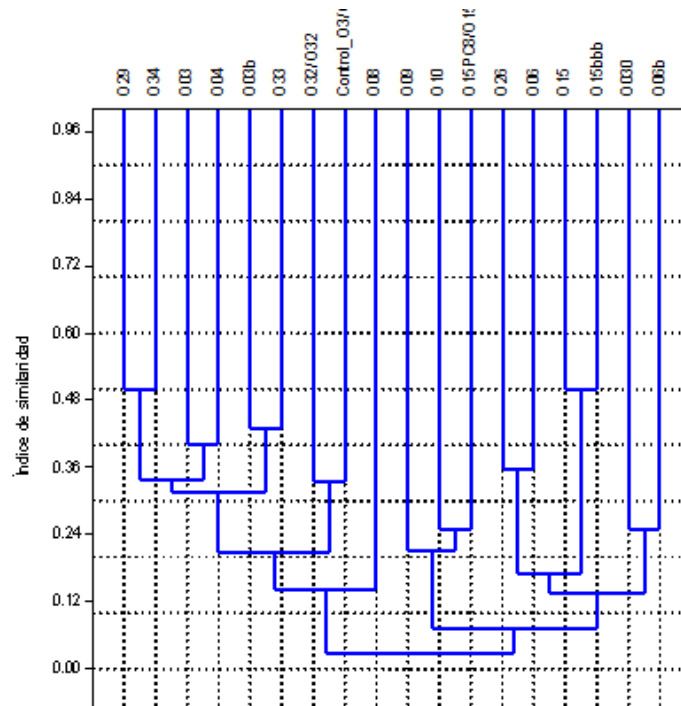
Cobertura vegetal ES	Matorral	Bosque de Polylepis
Simpson_1-D	0.5	0.65
Shannon_H	1.01	1.4
Margalef	0.98	1.45
Equitability_J	0.63	0.67

Fuente: Pronaturaleza

4.1.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa los resultados de similitud según criterios de Jaccard entre los puntos evaluados para confrontar con su vegetación. (Matorral y Bosque de Polylepis)

Gráfico N° 5 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) Jaccard



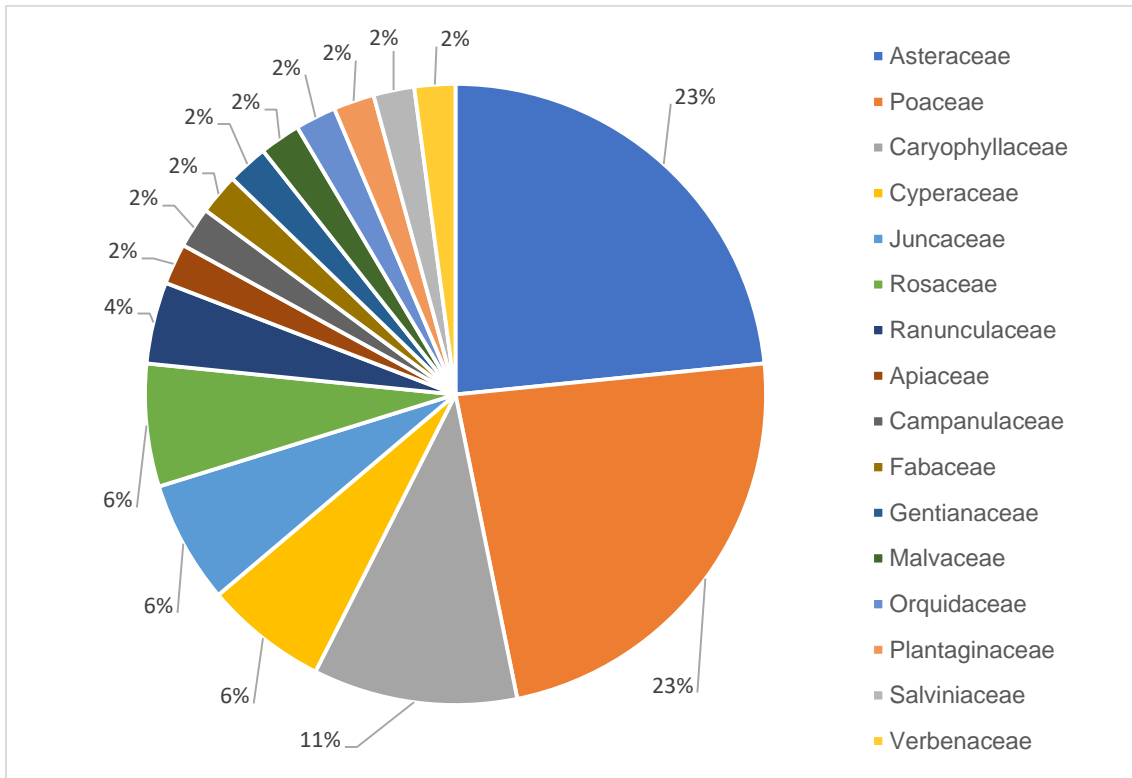
Fuente: Pronaturaleza

4.1.2. Zona de abastecimiento de agua (ZA)

4.1.2.1. Composición florística

De los resultados obtenidos de los transectos, en esta zona de abastecimiento se registró un total de 47 especies y agrupadas en 16 familias, donde las familias que presentaron mayor riqueza fueron: Asteraceae (23%), Poaceae (23%) y Caryophyllaceae (11%).

Gráfico N° 6 Representatividad de familias botánicas para la zona de abastecimiento



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente cuadro se puede observar el número de familias y especies, como la cobertura vegetal en porcentaje por puntos de monitoreo.

Cuadro N° 8 Composición de la flora y cobertura por puntos

Punto	Vegetación	Número de familia	Número de especie	Cobertura vegetal en %
A17-T1	Bofedal	8	14	86
A17-T2	Bofedal	8	12	95
A25-T1	Bofedal	5	10	96
A25-T2	Bofedal	6	9	63
A34-T2	Bofedal	7	12	96
F02-T1	Bofedal	9	15	83
F02-T2	Bofedal	8	15	94
F04-T1*	Bofedal	7	12	85
F04-T2	Bofedal	4	8	90
F11-T1	Bofedal	8	15	84
F13-T1	Bofedal	6	9	81
F16-T1	Bofedal	11	17	93
F17-T1	Bofedal	7	11	90
F25-T1	Bofedal	7	11	61
F27-T1	Bofedal	7	13	96
F28-T1	Bofedal	6	12	71
F31-T1	Bofedal	7	10	89
F24-T1	Bofedal	9	13	98

F19-T1	Césped de Puna	1	2	1
F01-T1	Césped de Puna	4	7	23
F03-T1	Césped de Puna	5	8	27
F05-T1	Césped de Puna	5	6	19
F05-T2	Césped de Puna	5	7	16
F06-T1	Césped de Puna	2	4	24
F07-T1	Césped de Puna	4	6	11
F08-T1	Césped de Puna	3	4	17
F09-T1	Césped de Puna	4	4	24
F12-T1	Césped de Puna	3	3	10
F14-T1	Césped de Puna	4	6	24
F14-T2	Césped de Puna	3	5	19
F15-T1	Césped de Puna	4	6	40
F21-T1	Césped de Puna	6	7	39
F23-T1	Césped de Puna	4	5	28
F26-T1	Césped de Puna	5	10	46
F29-T1	Césped de Puna	4	6	67
F30-T1	Césped de Puna	4	5	24
F32-T1	Césped de Puna	4	4	27
F33-T1	Césped de Puna	4	6	19
F34-T1	Césped de Puna	4	7	19
F35-T1	Césped de Puna	4	7	30
F18-T1	Césped de Puna	3	4	25
F20-T1	Césped de Puna	3	4	30
F10-T1	Césped de Puna	5	7	33
F22-T1	Césped de Puna	5	6	26

NR: No Registra Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia

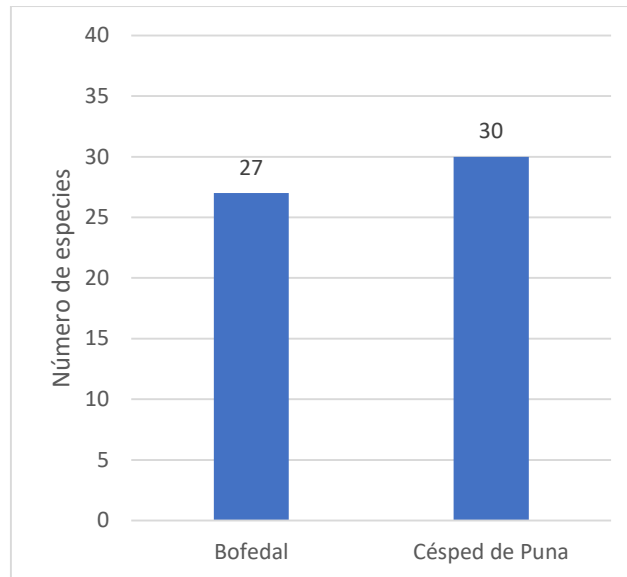
En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

Cuadro N° 9 Riqueza y abundancia relativa en porcentaje según puntos

NR: No Registra Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N° 7 se muestra el número de especies en los transectos por tipo de vegetación, matorral y bosque de Polylepis, registrado en la zona de abastecimiento.

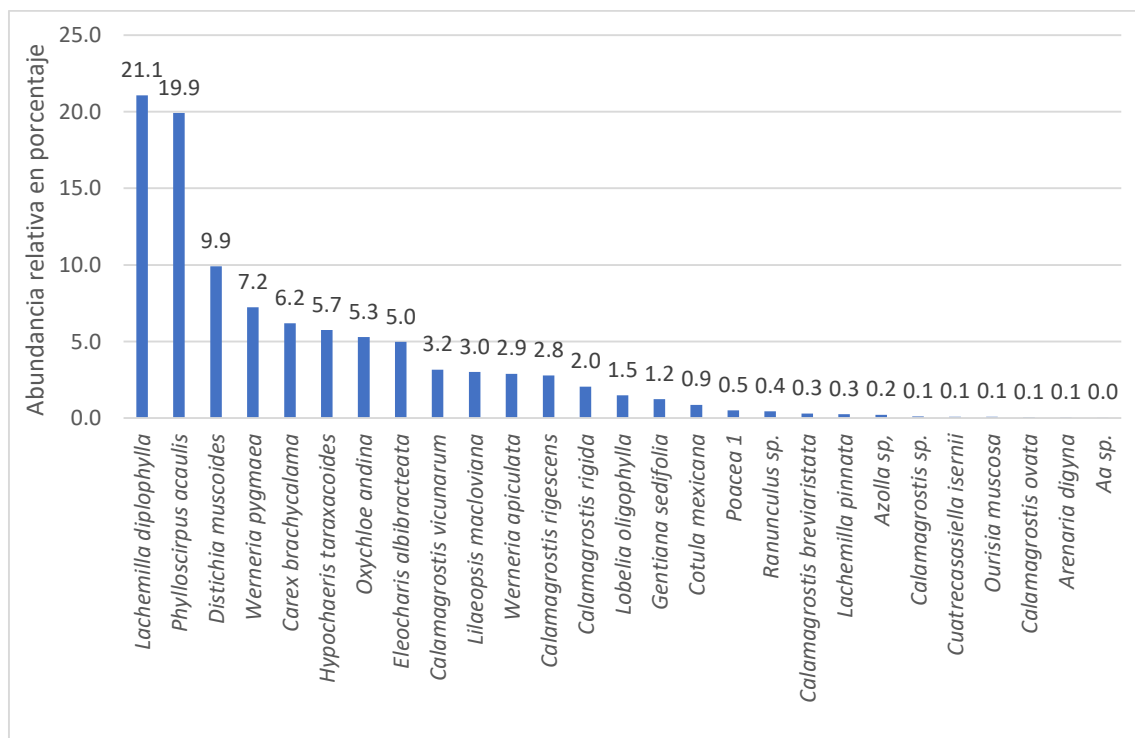
Gráfico N° 7 Riqueza de especies por tipo de vegetación en ZA



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente grafico se muestra la abundancia relativa de las especies en la vegetación tipo bofedal de la zona de abastecimiento.

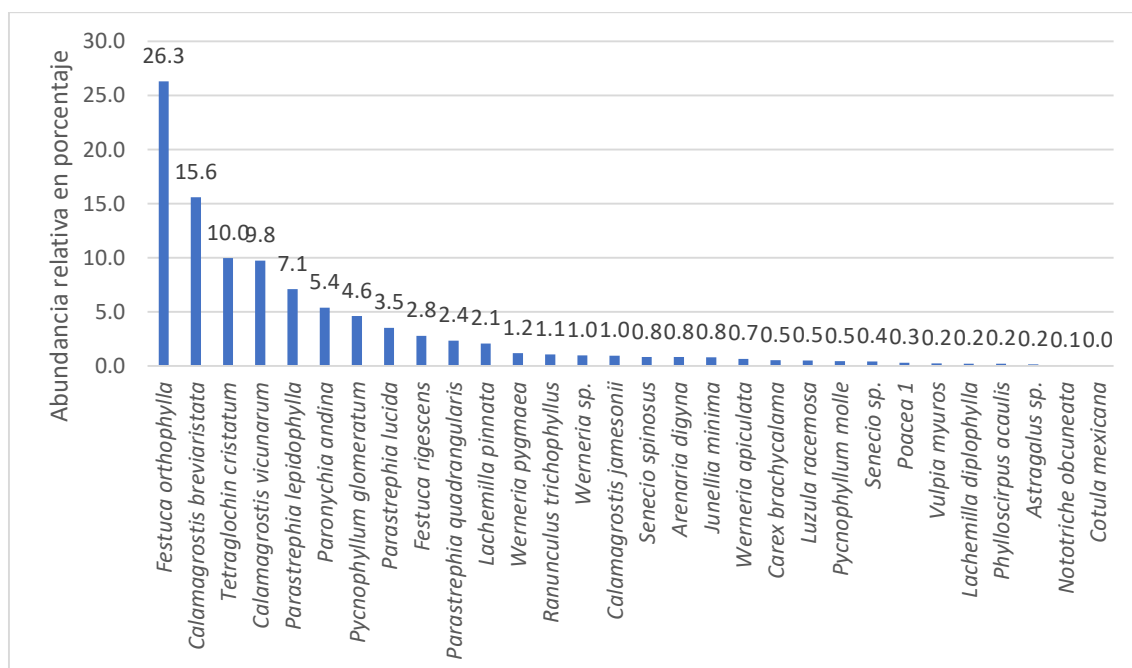
Gráfico N° 8 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el bofedal



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se muestra la abundancia relativa de las especies en la vegetación tipo césped de puna de la zona de abastecimiento.

Gráfico N° 9 Abundancia relativa en porcentaje de las especies de flora en el césped de puna



Fuente: Pronaturaleza

4.1.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Bofedal y Césped de Puna) mediante el índice de diversidad de Shannon- Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J'), el índice de Margalef (d) y el índice de Simpson ($1-D$), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 10 y 11.

Cuadro N° 10 Índice de diversidad de puntos de bofedales

Índices	A17-T1	A17-T2	A25-T1	A25-T2	A34-T2	F02-T1	F02-T2	F04-T1*	F04-T2	F11-T1	F13-T1	F16-T1	F17-T1	F24-T1	F25-T1	F27-T1	F28-T1	F31-T1
Simpson_1-D	0.827	0.827	0.799	0.767	0.848	0.777	0.853	0.610	0.771	0.795	0.792	0.897	0.837	0.814	0.702	0.869	0.782	0.815
Shannon_H	2.034	1.982	1.866	1.735	2.105	1.929	2.247	1.435	1.739	1.961	1.823	2.483	1.989	1.995	1.536	2.175	1.850	1.942
Margalef	2.360	1.904	1.557	1.572	1.975	2.526	2.514	1.864	1.311	2.372	1.504	2.708	1.675	2.089	1.792	2.029	2.029	1.647
Equitability_J	0.771	0.798	0.810	0.790	0.847	0.713	0.830	0.578	0.836	0.724	0.830	0.876	0.829	0.778	0.641	0.848	0.745	0.843

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef, Simpson ($1-D$)

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente cuadro se muestra los índices de diversidad para los puntos con vegetación tipo Césped de puna.

Cuadro N° 11 Índice de diversidad de puntos de césped de puna

Índices	F01-T1	F03-T1	F06-T1	F07-T1	F08-T1	F09-T1	F12-T1	F14-T1	F14-T2	F15-T1	F19-T1	F21-T1	F23-T1
Simpson_1-D	0.81 9	0.82 1	0.72 8	0.74 9	0.62 4	0.55 2	0.15 8	0.70 4	0.77 1	0.76 4	0.37 5	0.76 0	0.73 7
Shannon_H	1.81 7	1.86 4	1.33 9	1.53 3	1.15 7	1.04 5	0.33 9	1.41 0	1.53 9	1.54 7	0.56 2	1.58 5	1.40 1
Margalef	1.41 2	1.63 2	0.79 3	1.32 9	0.79 3	0.69 3	0.52 0	1.16 9	0.97 7	1.18 5	0.48 1	1.28 9	0.96 2
Equitability_J	0.93 4	0.89 6	0.96 6	0.85 5	0.83 5	0.75 4	0.30 9	0.78 7	0.95 6	0.86 3	0.81 1	0.81 4	0.87 1
Índices	F26-T1	F29-T1	F30-T1	F32-T1	F33-T1	F34-T1	F35-T1	F18-T1	F20-T1	F10-T1	F22-T1	F05-T1	F05-T2
Simpson_1-D	0.83 4	0.72 8	0.58 8	0.48 1	0.68 2	0.70 6	0.67 9	0.58 2	0.26 2	0.72 5	0.61 8	0.78 5	0.80 6
Shannon_H	2.00 0	1.46 5	1.14 7	0.89 7	1.34 0	1.46 5	1.39 2	0.99 7	0.54 4	1.51 1	1.27 7	1.62 0	1.76 1
Margalef	1.81 6	0.88 2	0.98 5	0.80 3	1.21 6	1.44 3	1.35 8	0.65 3	0.64 9	1.36 2	1.18 5	1.33 8	1.71 6
Equitability_J	0.86 9	0.81 7	0.71 3	0.64 7	0.74 8	0.75 3	0.71 5	0.71 9	0.39 3	0.77 7	0.71 3	0.90 4	0.90 5

Fuente: Pronaturaleza

A continuación, se muestra un cuadro con los promedios de los índices de diversidad de los puntos según tipo de vegetación.

Cuadro N° 12 Índice de diversidad por tipo de vegetación

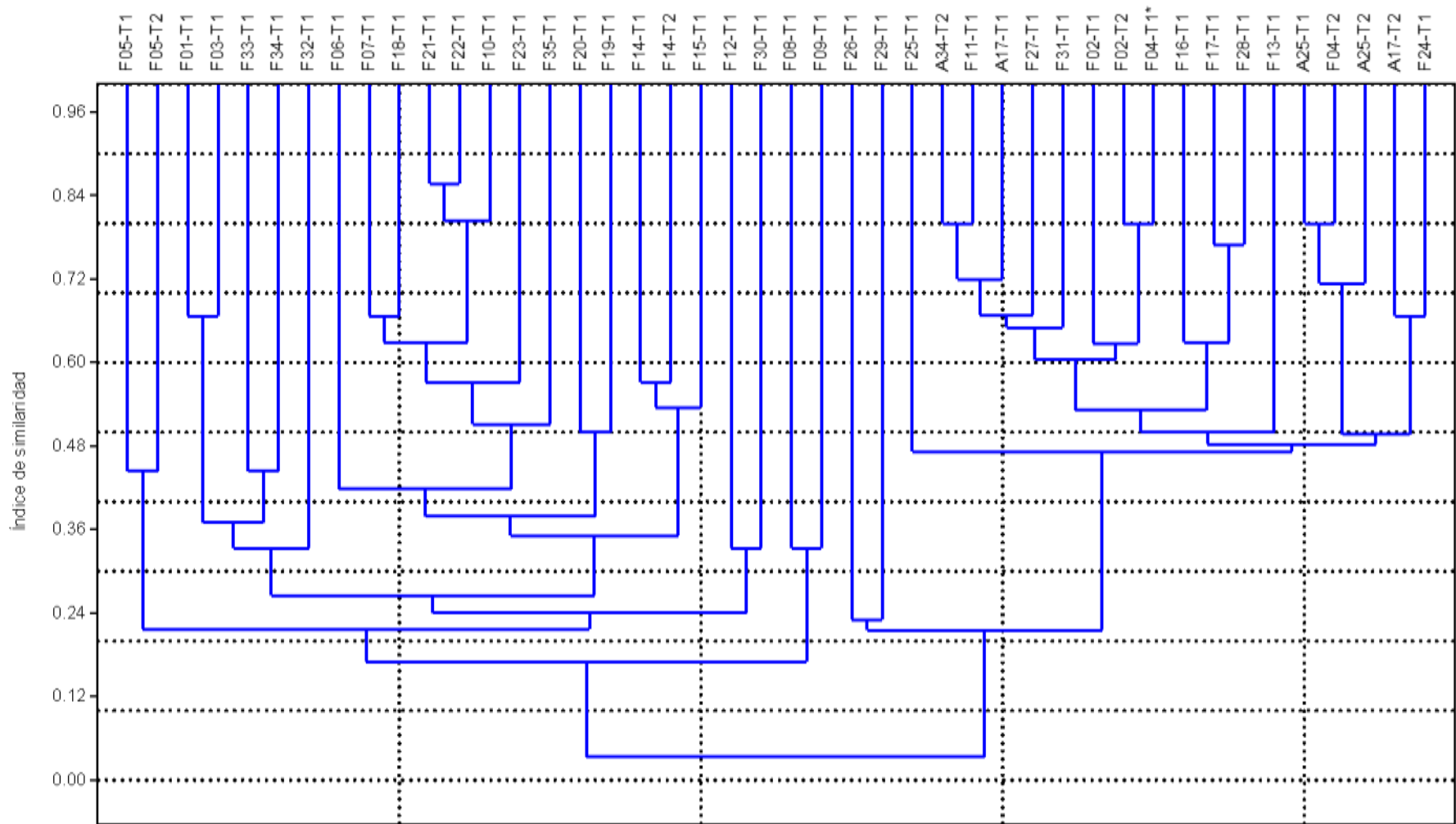
Índices	Bofedal	Césped de Puna
Simpson_1-D	0.799	0.655
Shannon_H	1.935	1.329
Margalef	1.968	1.101
Equitability_J	0.782	0.782

Fuente: Pronaturaleza

4.1.2.3. Análisis de Similitud

En el siguiente gráfico se observa el resultado de similitud según criterios de Jaccard entre la totalidad de los puntos de la zona de abastecimiento, para poder ser corroborado con su tipo de vegetación.

Gráfico N° 10 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) Jaccard



Fuente: Pronaturaleza

4.1.3. Estado de Conservación de especies

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 13 Estado de conservación

Orden	Familia	Especie	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 043-2006-AG ⁽³⁾
Apiales	Apiaceae	<i>Azorella compacta</i>	VU	---	VU
Asparagales	Orquidaceae	Aa sp.	---	Apendice II	---
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	---	---	VU
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cumulopuntia boliviana subsp. Ignescens</i>	LC	Apendice II	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cumulopuntia unguispina</i>	---	Apendice II	---
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	LC	---	CR
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra rupestris</i>	LC	---	CR
Rosales	Rosaceae	<i>Polylepis besseri</i>	VU	---	VU

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre. LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

4.2. Mastozoología (mamíferos)

4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

4.2.1.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 14 Registro de mamíferos en la ZO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control	M-52	T-6	08	031	06	010	09	029	032/032	033	015PC1	015PC8/015	015	T-14	034
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix sp.</i>															C	
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>			C	C	C	C	C	C	C			C		C		C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>						C							C			
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>				C	C	C	C		C			C		C	C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>		C	C	C			C	C	C		C	C		C	C	C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R	R	R		R	R	R					R	R	R	R	R
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>				R		R	R	R				R	R	R	R	
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	R															

capturas (C), avistamientos y rastros (R)

Fuente: Pronaturaleza

Censo de Guanaco (*Lama guanicoe*)

Se logró observar 3 guanacos (2 adultos y 1 cría) en la zona de Cortaderas. Así mismo se halló rastros (huellas, revolcaderos y estiércol) en Capillune y cercanías a la Quebrada Lloquene.

Cuadro N° 15 Registro de Guanacos mamíferos en la ZO

Zona	Especie observada	Nombre Común	Individuos	Fecha	Punto de observación			Observaciones
					Este	Norte	Altura	
Camino a Cortaderas	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	3	11/10/2019	327820	8095846	3691	Pertenece a la zona de Cortaderas, no fue durante el censo
Cortaderas	-		-	19/10/2019	-	-		No se observó individuos
Capillune	-		-	19/10/2019	-	-		huellas, revolcaderos y estiércol
Pampa Tolar	-		-	19/10/2019	-	-		No se observó individuos

Quebrada Lloquene	-		-	19/10/2019	-	-		huellas, revolvederos y estiércol
-------------------	---	--	---	------------	---	---	--	-----------------------------------

Fuente: Pronaturaleza

4.2.1.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 142 individuos divididas en 6 especies y agrupadas en una sola familia, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

Cuadro N° 16 Composición de mamíferos menores avistados

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	Control	M-52	T-6	O8	O31	O6	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O15PC1	O15PC8/O15a	O15	T-14	O34
Cricetidae	<i>Abrothrix sp.</i>	No registrado	-														2	
Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i> (Thomas, 1897)	Ratón de pajonal de vientre blanco; Ratón de vientre blanco	-		6	4	3	1	2	2	1			8		4		2
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño	-					1							1			
Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	El ratón de orejas de hoja maestro; ratón orejón andino	-			1	2	1	1		1			2		2	1	1
Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral	-	1	2	3			3	1	1		1	3		4	3	2

Fuente: Pronaturaleza

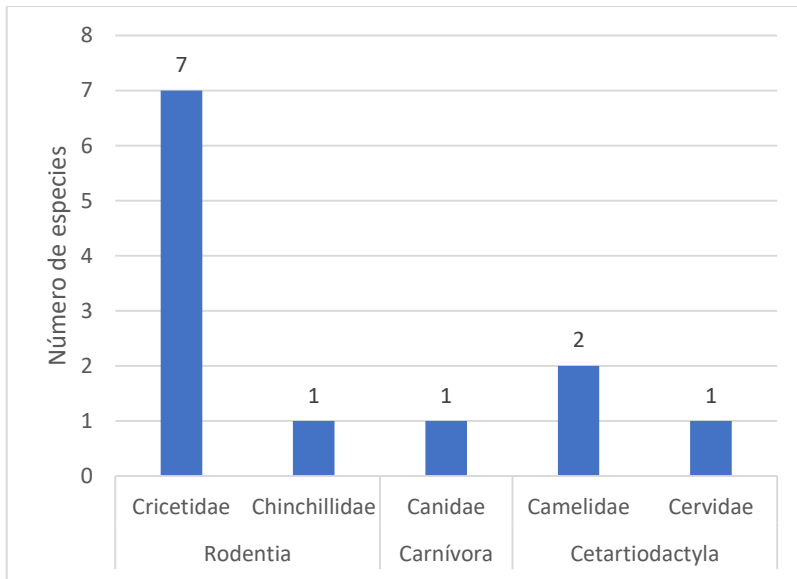
En el siguiente cuadro se muestra los registros de dos especies: Vicuña y Taruca en seis puntos.

		<i>Vicugna vicugna</i>											X	X	X	X
	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>														X

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Operación.

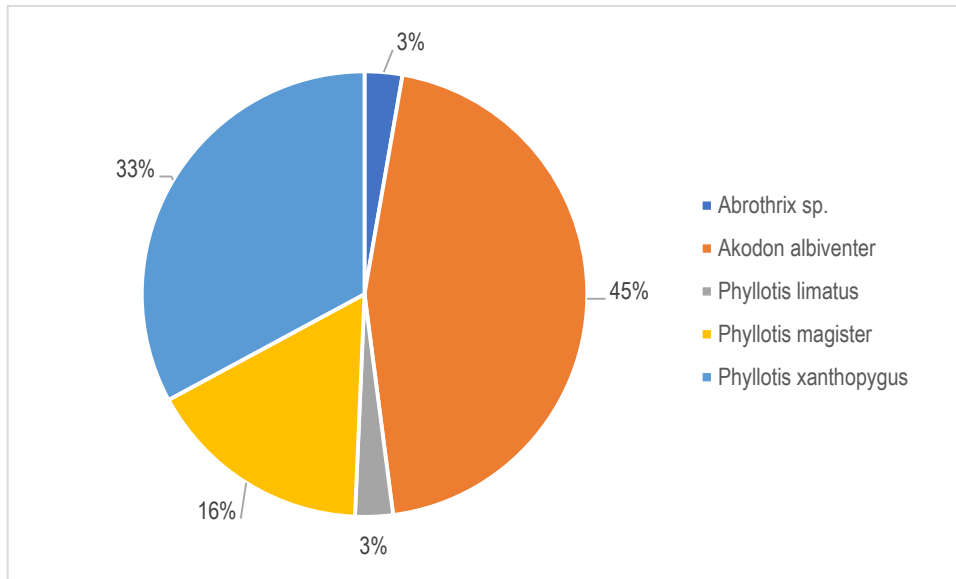
Gráfico N° 11 Número de especies registradas por orden y familia en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia de mamíferos menores en porcentaje en la Zona de operación.

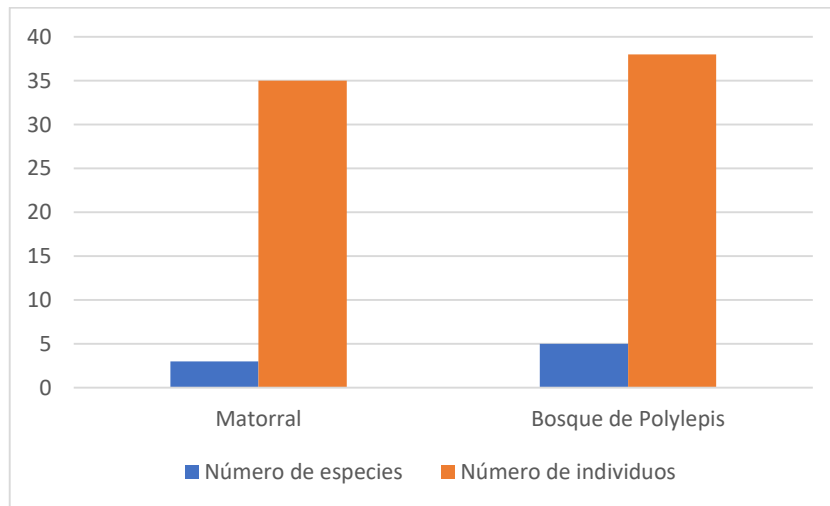
Gráfico N° 12 Abundancia de mamíferos menores observados en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 13 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal de la Zona de operación.

Gráfico N° 13 Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.2.1.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Campamento (parte alta), Asana, Sarallénque, Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y carretera de Cortaderas) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 19 Índice de diversidad por cobertura vegetal

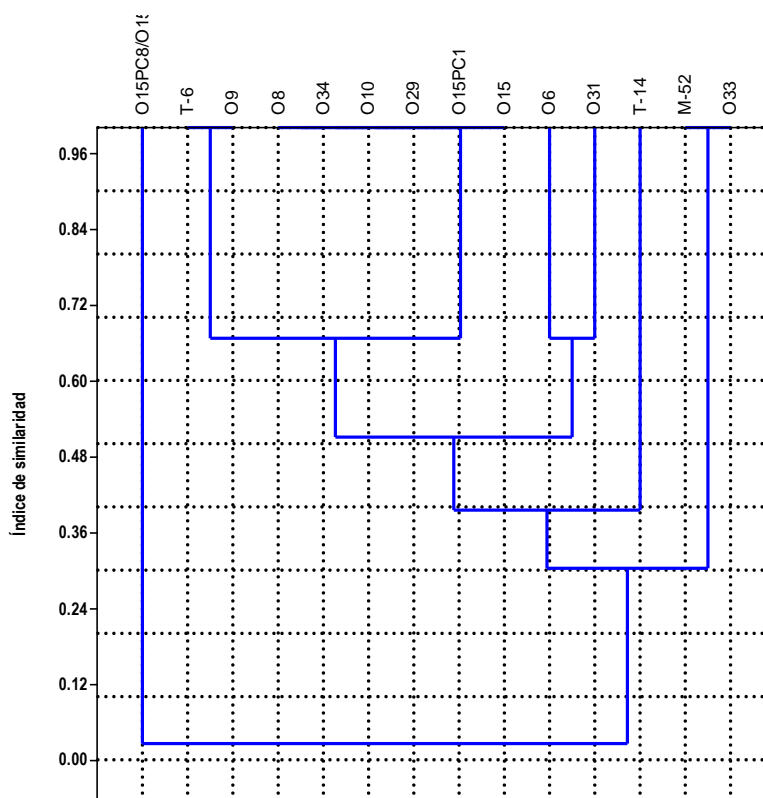
Índice de diversidad	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Matorral	0.667	0.687	0.816
Bosque de Polylepis	0.794	0.782	0.868

Fuente: Pronaturaleza

4.2.1.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre puntos de muestreo de mamíferos menores en la zona de operaciones.

Gráfico N° 14 Análisis de Similitud en Zona de operaciones (ZO) Jaccard



Fuente: Pronaturaleza

4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA)

4.2.2.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

Cuadro N° 20 Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-6	T-16	T-15
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix sp.</i>		C		
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>				C
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	C	C	C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	C			
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>				C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R	R		R
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	R	R	R	R
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>				R

capturas (C) y rastros (R)

Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 18 individuos de mamíferos menores, divididas en 6 especies y agrupadas en 1 familias, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

Cuadro N° 21 Composición de especies avistadas

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	T-20	T-6	T-16	T-15
		<i>Abrothrix sp.</i>	No registrada		1		
		<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui				1
		<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco			4	1
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina	1	1	1	2
		<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño	4			
		<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris				2

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia

En el Cuadro N° 21 se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos los datos del Cuadro N° 22 la riqueza taxonómica.

Cuadro N° 22 Riqueza taxonómica por puntos de por localidades

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Puente Bello	Satélite	Pampa	Entrada a
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix sp.</i>	No registrada		X		
		<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui				X
		<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco			X	X
		<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina	X	X	X	X
		<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño	X			
		<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris				X
	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha	X	X		X
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	X	X	X	X
	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca				X

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente cuadro se muestra la riqueza taxonómica de mamíferos, tanto mayores como menores en la zona de abastecimiento.

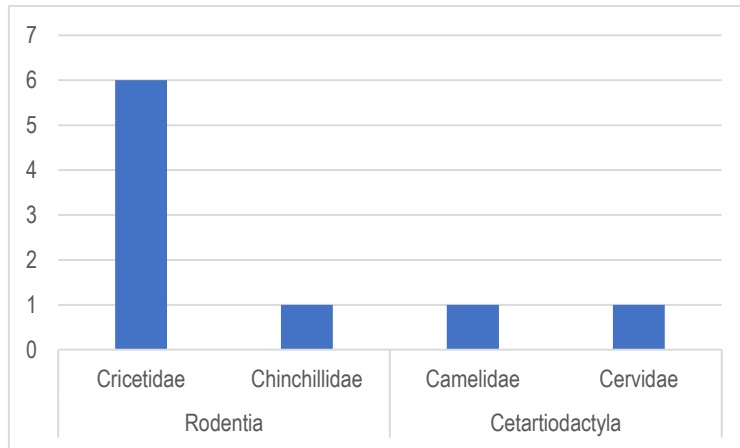
Cuadro N° 23 Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA

Ordenes	Familias	Espécies
Rodentia	Cricetidae	6
	Chinchillidae	1
Cetartiodactyla	Camelidae	1
	Cervidae	1

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Abastecimiento.

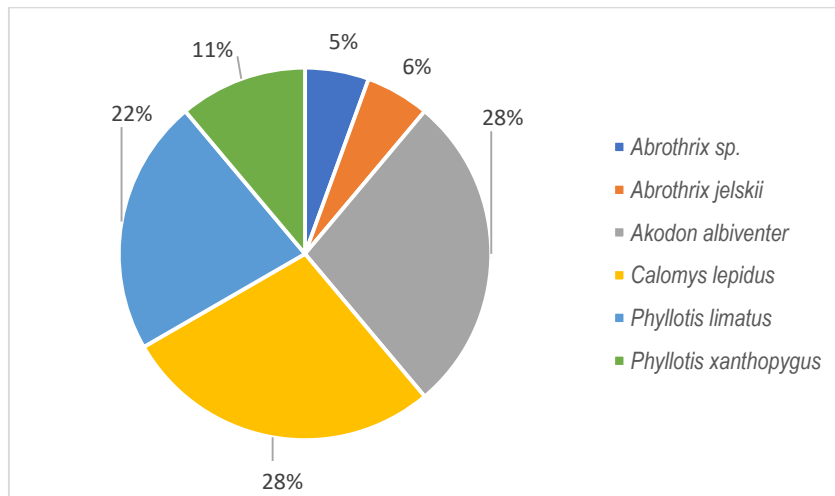
Gráfico N° 15 Número de especies registradas por orden y familia en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el porcentaje de individuos por especies observadas en la Zona de abastecimiento.

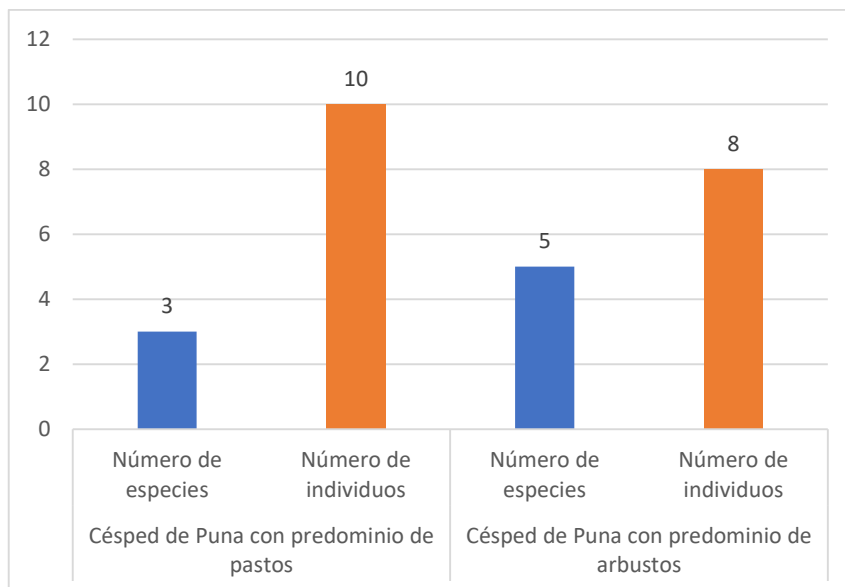
Gráfico N° 16 Abundancia de mamíferos observados en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 17 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal de la Zona de Abastecimiento.

Gráfico N° 17 Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Césped de Puna con predominio de pastos y otro con predominio de arbustos). Los parámetros fueron el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 24 Índice de diversidad por cobertura vegetal

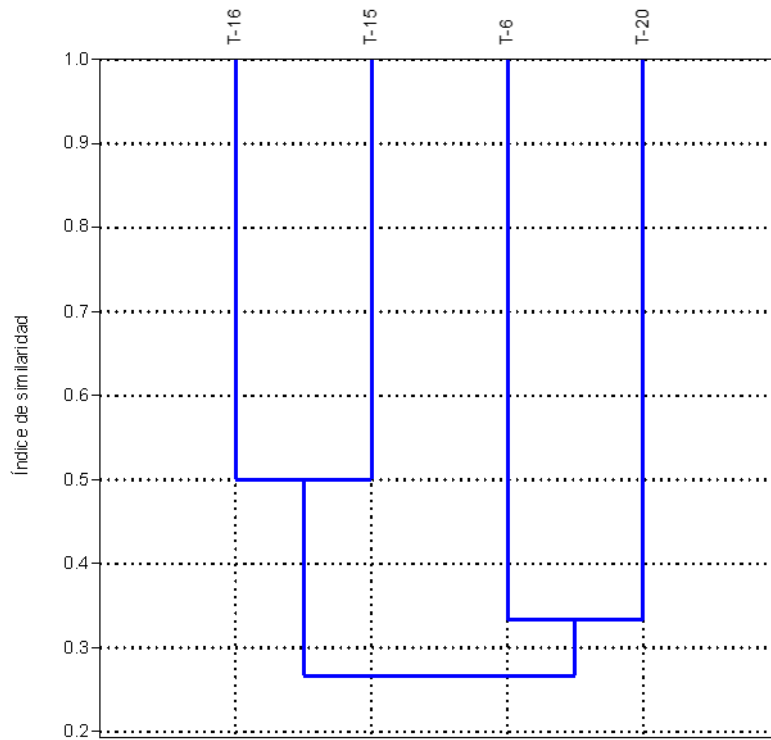
Cobertura vegetal	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Césped de Puna con predominio de pastos	0.500	0.722	0.621
Césped de Puna con predominio de arbustos	1.012	0.980	1.559

Fuente: Pronaturaleza

4.2.2.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre coberturas vegetales (Césped de Puna con predominio de pastos y otro con arbustos)

Gráfico N° 18 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) Jaccard



Césped de Puna con predominio de pastos CP P.1 y CP P.2 y otro Césped de Puna con predominio de arbustos CP A.1 y CP A.2

Fuente: Pronaturaleza

4.2.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 25 Estado de conservación

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN(1)	CITES(2)	D.S. N° 004-2014-MINAGRI(3)
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	LC	Apéndice II	---
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	LC	Apéndice II	CR
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	LC	Apéndice II	NT
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	VU	Apéndice I	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix sp.</i>	---	---	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	LC	---	---

Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	LC	---	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	LC	---	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	LC	---	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	LC	---	---
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	LC	---	---
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	LC	---	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, Categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre. LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

4.3. Ornitología (aves)

4.3.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

4.3.1.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 378 individuos, distribuidos en 26 especies (23 en Matorral y 18 en Bosque de Polylepis), agrupadas en 10 familias (7 en Matorral y 8 en Bosque de Polylepis) 6 ordenes (3 en Matorral y 5 en Bosque de Polylepis) en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por punto de muestreo en la zona de operaciones.

Cuadro N° 26 Composición de especies en la ZO según vegetación

Cobertura Vegetal	Órdenes	Familias	Especies
Matorral	3	7	23
Bosque de Polylepis	5	8	18

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

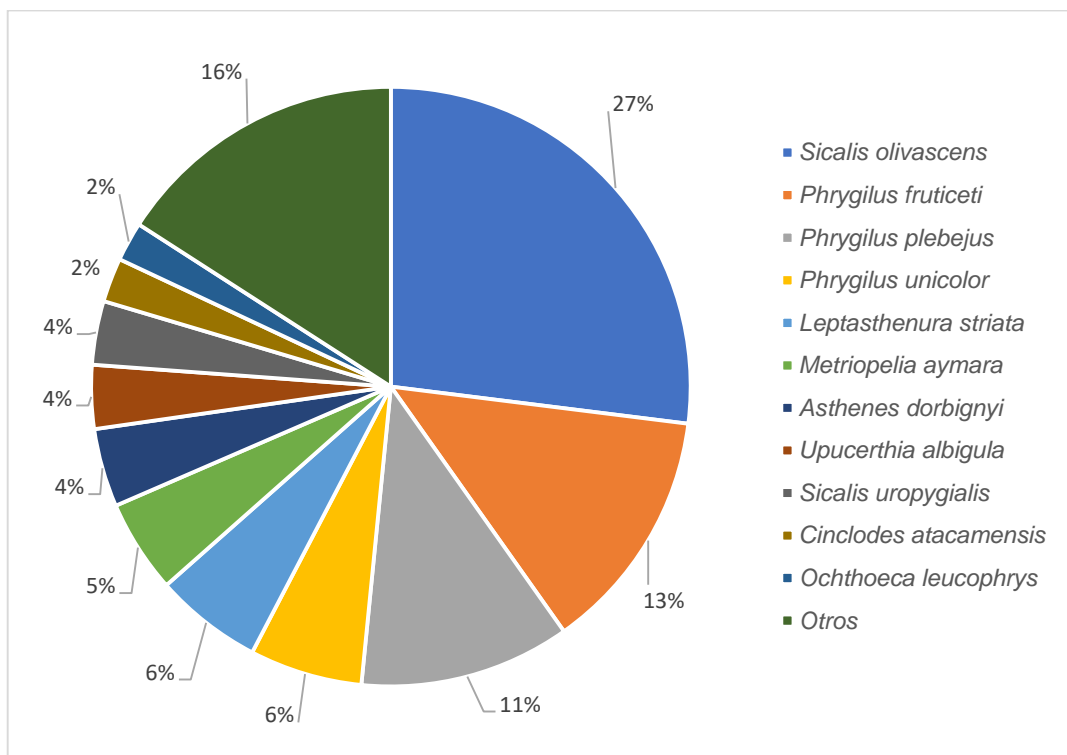
Cuadro N° 27 Riqueza y abundancia de aves en la ZO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control	M-52	T-6	O8	O15	O15PC1	T-14	O15PC8/O15	O6	O31	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O34
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>										1						
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>												1				
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>			6	3			6							4		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>												3				
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>									1							
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>			1													
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	1	1		3	1		1	2		3	2		1		1	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	2			2	2		2									1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	1		4		8					4				2	1	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia albigula</i>					5	1	3	1					1		2	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Atticora fasciata</i>		1								4		1				
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	1						1									4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>			1	1						2			1	2		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>							1	1		2				3		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	4	5	11	3	1		2	1		4			2	6	3	8
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	5	6	5	6	1		4		1	1	1	1	2	4		6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>				2			4									
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	2		6		6	3	4							2		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	16		2	14	5			3		8		4	6	17	8	19
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis uropygialis</i>		2	9						2							
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes flavirostris</i>			1													4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>		1					2				1					
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>			1		1											3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	4		1				1			2						
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca oenanthoides</i>							5	1								
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>																1

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Sicalis olivascens* con 102 individuos (27%), *Phrygilus fruticeti* con 50 individuos (13.2%).

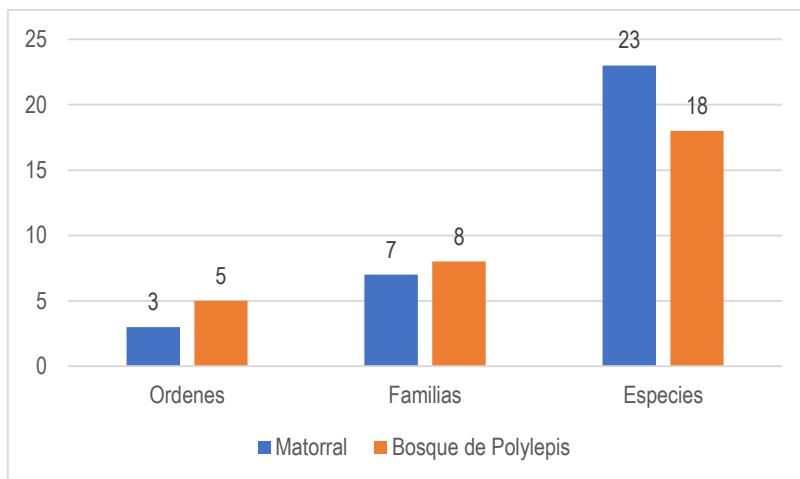
Gráfico N° 19 Abundancia de aves observadas en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 20 se observa la riqueza y abundancia de especies, familias y ordenes por cobertura vegetal en la Zona de operación.

Gráfico N° 20 Riqueza por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.3.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 28 Índice de diversidad por cobertura vegetal

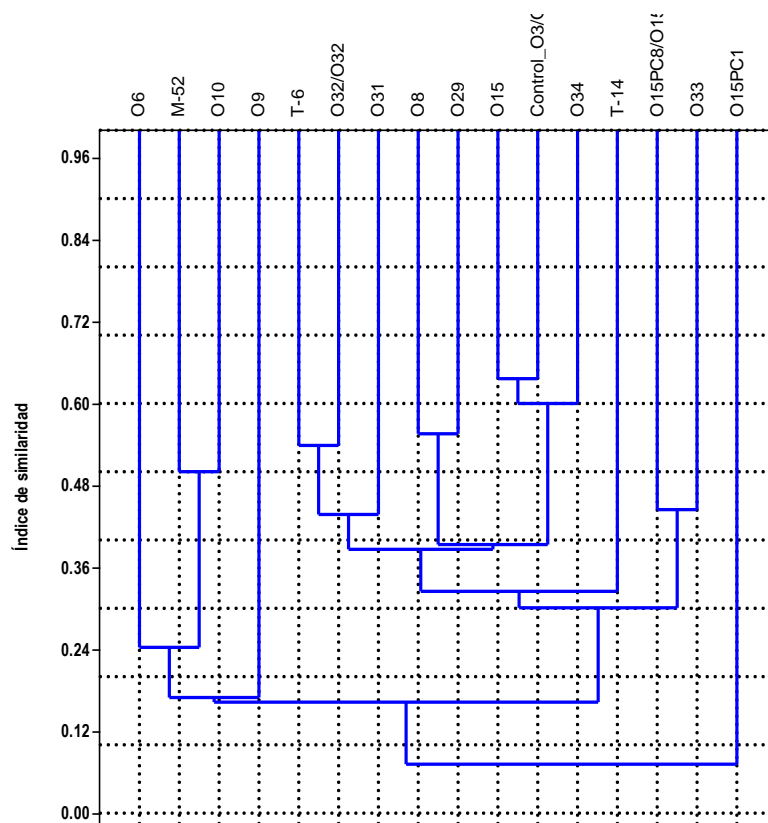
Cobertura vegetal	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Matorral	1.627	0.882	2.097
Bosque de Polylepis	1.587	0.848	1.836

Fuente: Pronaturaleza

4.3.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre los diferentes puntos de la zona de operaciones.

Gráfico N° 21 Análisis de Similitud por Zona de operaciones (ZO) Jaccard



Fuente: Pronaturaleza

4.3.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA)

4.3.2.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 186 individuos, distribuidos en 27 especies, agrupadas en 16 familias y 10 órdenes. En el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal.

Cuadro N° 29 Composición de especies en la ZA

Cobertura Vegetal	Ordenes	Familias	Especies
Césped de Puna con predominio de pastos	7	8	10
Césped de Puna con predominio de arbustos	8	14	22

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies de aves observadas en campo (según puntos de muestreos) y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia.

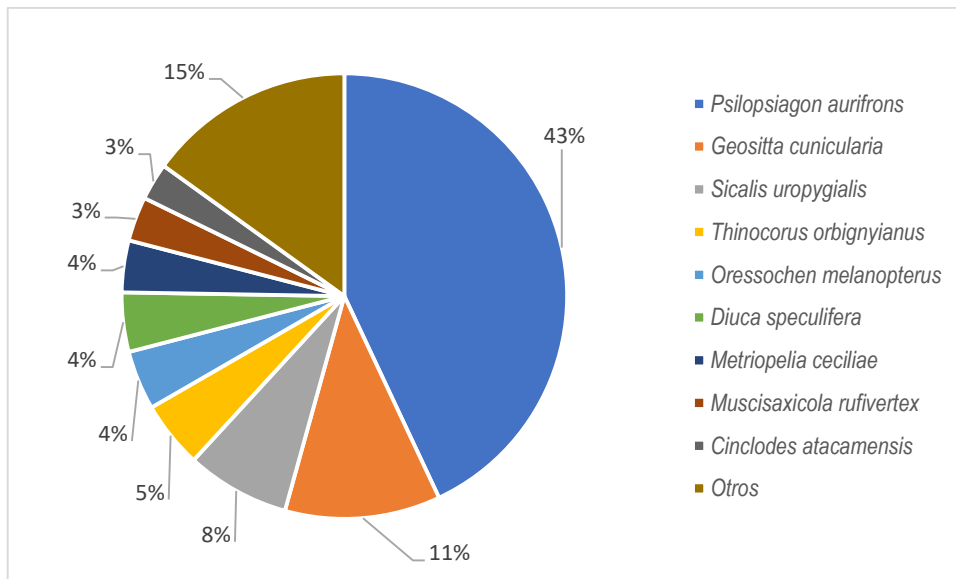
Cuadro N° 30 Riqueza y abundancia

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-6	T-16	T-15
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>			1	1
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Parabuteo unicinctus</i>			2	
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Anas flavirostris</i>				2
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>				2
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Oressochen melanopterus</i>	4			4
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Vultur gryphus</i>				1
CHARADRIIFORMES	CHARADRIIDAE	<i>Vanellus resplendens</i>		1		1
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>				9
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>			2	
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia ceciliae</i>	3	4		
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	1			
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		1		
PASSERIFORMES	FRINGILLIDAE	<i>Spinus atratus</i>				2
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Cinclodes atacamensis</i>	1		2	2
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Geositta cunicularia</i>	8	2	11	
PASSERIFORMES	HIRUNDINIDAE	<i>Atticora fasciata</i>				1
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Diuca specularifera</i>				8
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus punensis</i>	2			
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Sicalis uropygialis</i>			12	2
PASSERIFORMES	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>				1
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Lessonia oreas</i>				2
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola juninensis</i>			1	
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>				6
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Ochthoeca leucophrys</i>				1
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>	1			1
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	80			
RHEIFORMES	RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>			1	

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Psilopsiagon aurifrons* con 80 individuos (43%), *Geositta cunicularia* con 21 individuos (11%).

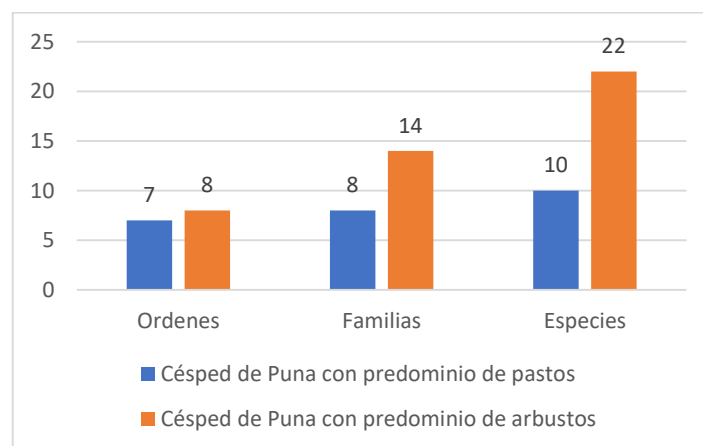
Gráfico N° 22 Abundancia de aves observados en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 23 se observa la riqueza y abundancia de aves por cobertura vegetal de la Zona de abastecimiento.

Gráfico N° 23 Riqueza por cobertura vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

4.3.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Césped de puna) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 31 Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Césped de Puna con predominio de pastos	1.02195	0.6373	1.4815

Césped de Puna con predominio de arbustos	2.041	0.8214	3.0995
--	-------	--------	--------

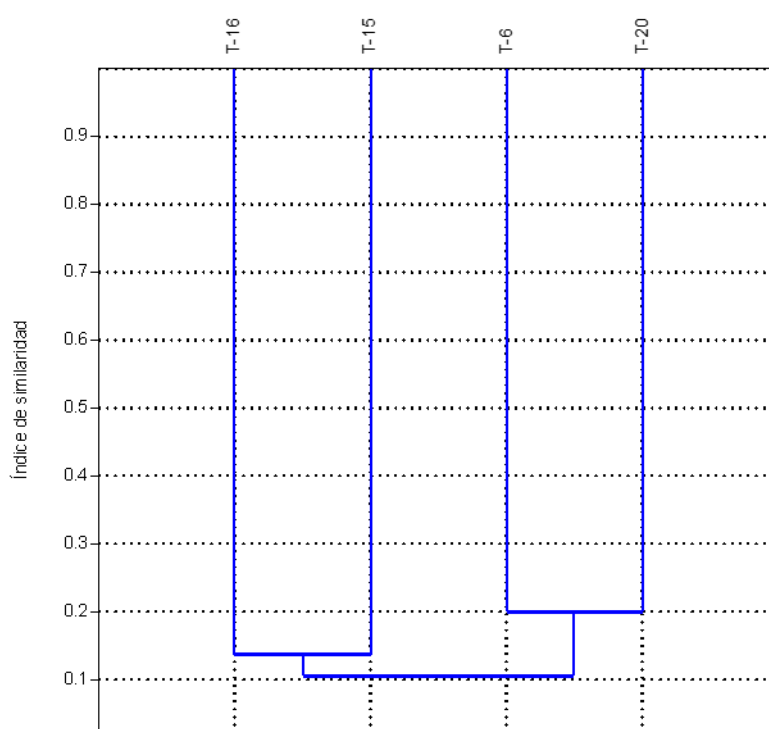
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

4.3.2.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre puntos de monitoreo de la zona de abastecimiento.

Gráfico N° 24 Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) Jaccard



Fuente: Pronaturaleza

4.3.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 32 Estado de conservación

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN ⁽¹⁾	CITES ⁽²⁾	D.S. N° 004-2014-MINAGRI ⁽³⁾
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	Geranoaetus polyosoma	LC	II	---
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	Parabuteo unicinctus	LC	II	---

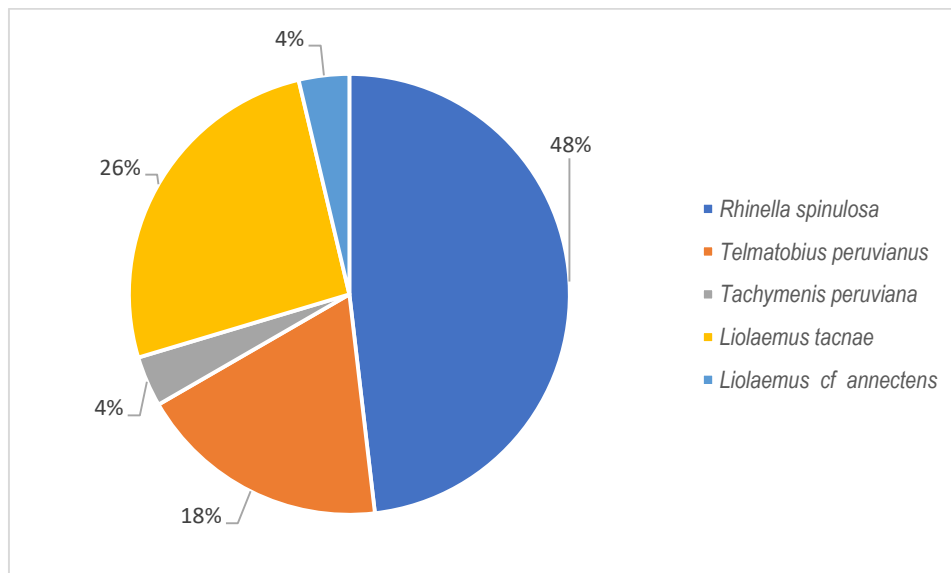
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Anas flavirostris</i>	LC	---	---
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>	LC	---	---
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Oressochen melanopterus</i>	LC	---	---
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	LC	II	---
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Oreotrochilus estella</i>	LC	II	---
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Patagona gigas</i>	LC	II	---
CAPRIMULGIFORMES	CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	LC	---	---
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	LC	---	---
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	LC	---	---
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Vultur gryphus</i>	NT	I	NT
CHARADRIIFORMES	CHARADRIIDAE	<i>Vanellus resplendens</i>	LC	---	---
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	LC	---	---
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>	LC	---	---
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia ceciliae</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	LC	I	NT
PASSERIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	LC	II	---
PASSERIFORMES	FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	LC	II	---
PASSERIFORMES	FRINGILLIDAE	<i>Spinus atratus</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Cinclodes atacamensis</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Geositta cunicularia</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Leptasthenura striata</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Upucerthia albigula</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	HIRUNDINIDAE	<i>Atticora fasciata</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Catamenia inornata</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Conirostrum cinereum</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Diuca speculifera</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus atriceps</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus fruticeti</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus plebejus</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus punensis</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus unicolor</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Sicalis olivascens</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Sicalis uropygialis</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Anairetes flavirostris</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Lessonia oreas</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	LC	---	---
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	LC	---	---

Anfibio	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anfibio	Anura	Telmatobii dae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	0	1	0
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf annectens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde la especie más abundante fue: *Rhinella spinulosa* con 13 individuos (48%).

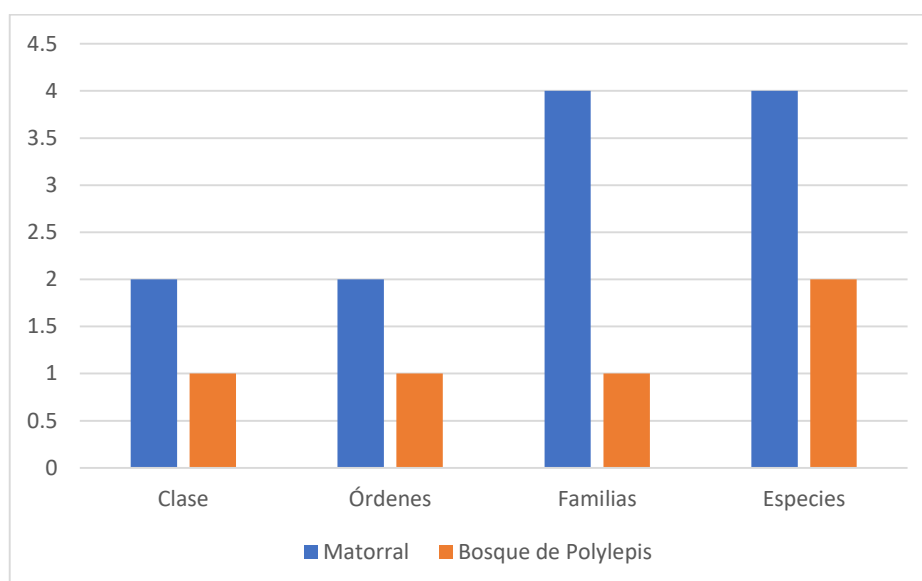
Gráfico N° 25 Abundancia de especies de la herpetofauna observadas en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 34 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal.

Gráfico N° 26 Riqueza de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

4.4.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 35 Índice de diversidad por cobertura vegetal en la zona de operaciones

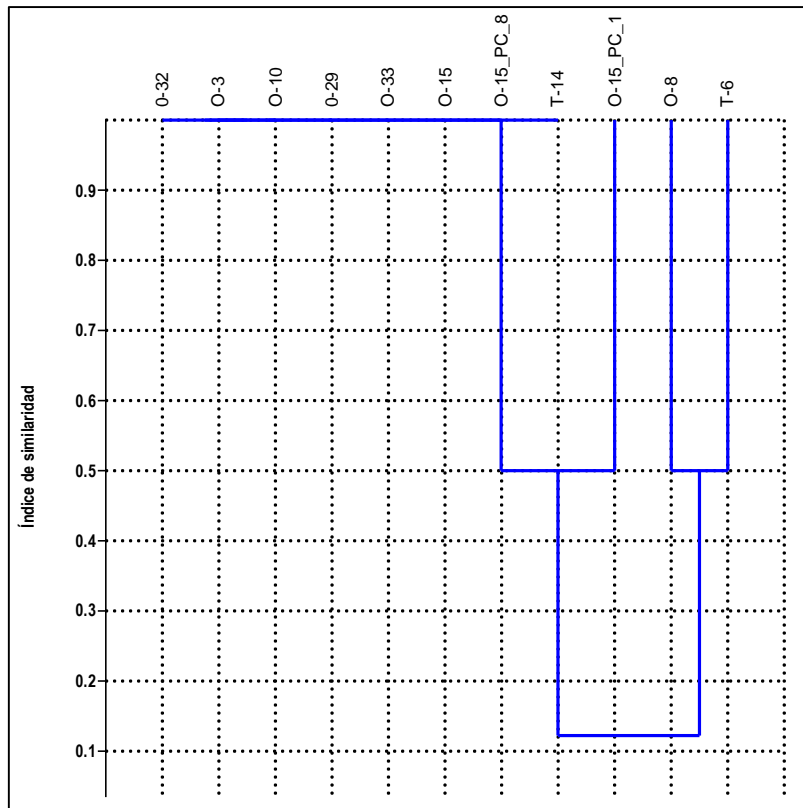
Vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Matorral	0.216	0.192	0.244
Bosque de Polylepis	0.168	0.243	0.155

Fuente: Pronaturaleza

4.4.1.3. Análisis de Similitud

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

Gráfico N° 27 Similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo por Zona de operaciones (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

4.4.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZA)

4.4.2.1. Composición de especies

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas y capturadas según la vegetación en la zona de abastecimiento (ZA).

Cuadro N° 36 Composición de especies de la herpetofauna en la ZA

Vegetación	Clase	Órdenes	Familias	Especies
Bofedal	1	1	1	1
Césped de Puna	2	2	2	2

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza

En el siguiente cuadro se presenta las especies observadas en campo utilizando los métodos mencionados y con esto obtenemos la riqueza de la herpetofauna de la zona de abastecimiento del proyecto Quellaveco.

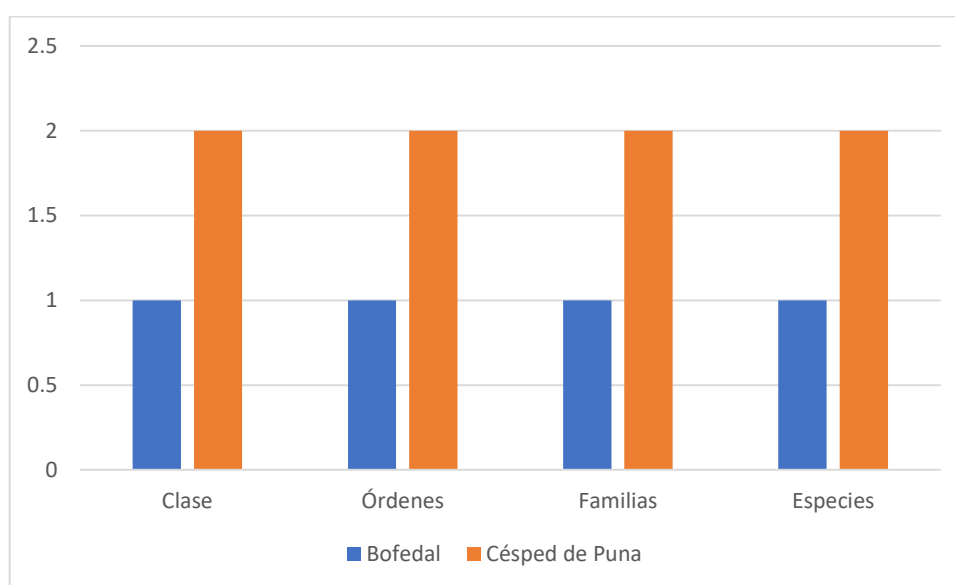
Cuadro N° 37 Riqueza de especies de la herpetofauna en los puntos de la ZA

Clase	Orden	Familia	Especies	T-6	T-20	T-16	T-15
Anfibia	Anfibia	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	0	1	0	0
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus annectens</i>	2	0	9	1

Fuente: Pronaturaleza

En los gráficos N° 28 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal de la Zona de abastecimiento.

Gráfico N° 28 Riqueza por cobertura vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

4.4.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Bofedal y Césped de Puna) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), se calculó también el índice de Pielou (J') y el índice de Margalef (d).

Cuadro N° 38 Índice de diversidad por cobertura vegetal en la zona de abastecimiento

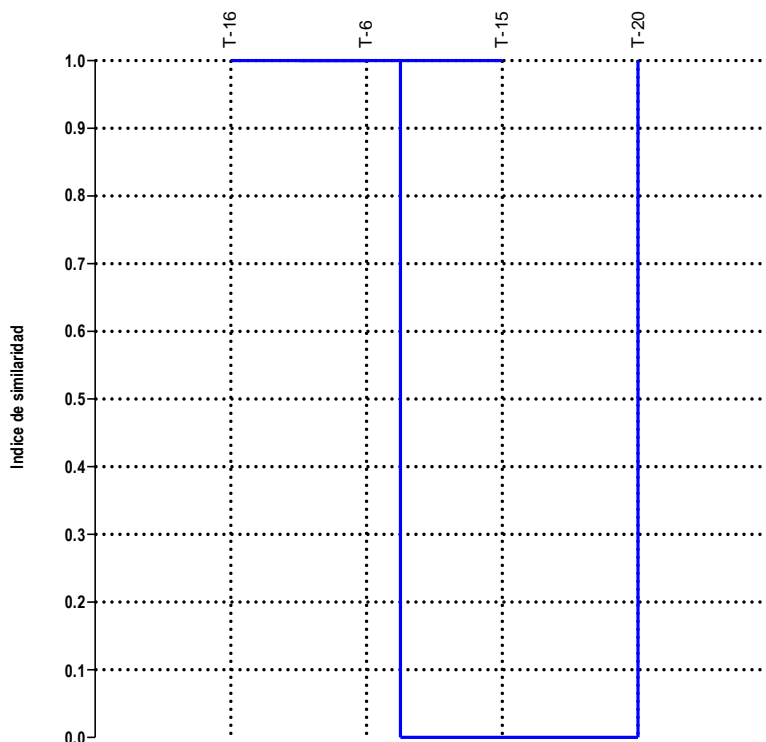
Vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Bofedal	0	0	0
Césped de Puna	0	0	0

Fuente: Pronaturaleza

4.4.2.3. Análisis de Similitud

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard entre puntos de evaluación.

Gráfico N° 29 Similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo de Zona de abastecimiento (ZA)



Fuente: Pronaturaleza

4.4.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 39 Estado de conservación

Zona	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	IUCN ⁽¹⁾	D.S. N° 004- 2014- MINAGRI ⁽³⁾	CITES ⁽²⁾
Operaciones	Anura	Anura	Bufoiidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	LC	---	---
Operaciones	Anura	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	VU	VU	---
Operaciones	Squamata	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	LC	---	---

Operaciones	Squama ta	Squama ta	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	NE	---	---
Operaciones	Squama ta	Squama ta	Liolaemidae	<i>Liolaemus annectens</i>	LC	---	---
Opera/Abast ec	Anura	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	LC	---	---
Abastecimie nto	Squama ta	Squama ta	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	LC	---	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre. LC: Preocupación menor VU: Vulnerable

Fuente: Pronaturaleza

V. CONCLUSIONES

5.1. FLORA SILVESTRE

El estudio de la flora, en la temporada seca de las zonas del Proyecto Quellaveco, presenta especies propias de ecosistemas naturales de la región andina y altoandina, registrando un total de 49 especies de flora en la zona de operaciones y 47 especies para la zona de abastecimiento, en su composición se encuentran especies adaptadas a la temporada seca.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, la familia Asteraceae fue la familia con mayor riqueza y la especie con mayor abundancia relativa fue *Ambrosia artemisioides* con el 33% para la vegetación tipo matorral y *Polylepis besseri* con el 32.1% en el bosque de Polylepis. Para la zona de abastecimiento las familias Asteraceae y Poaceae fueron las familias con mayor riqueza, ambas con un 23% de las especies registradas y la especie con mayor abundancia fue *Festuca orthophylla* con una abundancia relativa de 26.3% en el césped de Puna y *Lachemilla diplophylla* con 21.1% en la vegetación tipo bofedal.

Para la zona de operaciones, el punto de monitoreo con mayor riqueza fue el punto O06 con 11 especies, que presenta vegetación tipo bosque de Polylepis y en la zona de abastecimiento el punto con mayor riqueza fue F16-T1, con 17 especies y de vegetación bofedal.

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal con mayor diversidad (H') fue el Bosque de Polylepis, con un índice de 1.4; según el índice de Pielou tanto matorral (0.63) como bosque de Polylepis (0.67) tienen un índices muy próximos e indica que muchas de las especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 0.98 lo que nos indica muy baja biodiversidad y el Bosque de Polylepis con 1.45 indica algo similar. Según el índice de Simpson el Bosque de Polylepis poseen una alta dominancia con un valor de 0.65 a diferencia del matorral con 0.5.

Para la Zona de abastecimiento, la formación vegetal con mayor diversidad (H') fue el Bofedal con un índice de 1.329. Según el índice de Pielou, bofedal y césped de Puna tienen un índice de

0.782 lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Bofedal tiene un índice de 1.96 lo que nos indica la diversidad. Según el índice de Simpson, el Bofedal posee una alta dominancia comparado al Césped de Puna.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Jaccard de los puntos de monitoreo nos indica que hay poca similitud entre los puntos con vegetación matorral y Bosque de Polylepis. En la Zona de Abastecimiento, el análisis de Similitud según Jaccard, Césped de Puna y Bofedal presen tan poca similitud, pero comparten algunas especies.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Azorella compacta* y *Polylepis berterii* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo, esto aplica también a la especie *Parastrephia lepidophylla* que se encuentra como vulnerable solo en el D.S. N° 043- 2006-AG, En cuanto a *Baccharis genistelloides*, *Chuquiraga rotundifolia* y *Mutisia acuminata* se encuentran en la categoría de NT (casi amenazado) esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Ephedra rupestri* y *Ephedra breana* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN. Según el D.S. N° 043-2006-AG; *Cumulopuntia boliviana* subsp. *Ignescens* se encuentra como LC (preocupación menor) según la IUCN, y según la CITES se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

5.2. MAMÍFEROS

En la zona de operaciones se registró un total de 73 individuos de mamíferos menores distribuidos en 5 especies, pertenecientes a 1 sola familias y mamíferos mayores distribuidos en 3 especies (Chinchilla, Zorro y Guanacos); para la zona de abastecimiento se registró 18 individuos de mamíferos menores divididas en 6 especies y agrupadas en 1 familias y mamíferos mayores (Chinchilla, Vicuña y Taruca)

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Akodon albiventer* fue la especie con mayor abundancia el 45.21% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Akodon albiventer* y *Calomys lepidus* fueron las especie con mayor abundancia el 27.8% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, según la riqueza por cobertura vegetal, en matorral fue de 3 especies y en bosque de Polylepis es 5 especies, sin embargo, la abundancia es mayor en Bosque de Polylepis con 38 individuos. Para la zona de abastecimiento, según la riqueza por cobertura vegetal, Césped de Puna con predominio de pastos presenta 3 especies y Césped de Puna con predominio de arbustos tiene 5 especies registradas, en abundancia es mayor en Césped de Puna con predominio de pastos con 10 individuos a comparación del otro tipo con solo 8.

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon- Wiener (H') en Bosque de Polylepis se tiene 0.794 y matorral 0.667, en ambos casos el valor menor a 2 lo que nos indica baja diversidad. Según el índice de Pielou, matorral tienen un valor de 0.687, menor al bosque de Polylepis con 0.782, lo que indica que pocas especies son abundantes y según el

índice de Margalef, tanto matorral (0.816) como bosque de *Polylepis* (0.868) tiene un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja diversidad.

Para la Zona de Abastecimiento, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') tanto Césped de Puna con predominio de arbustos (1.012) y Césped de Puna con predominio de pastos (0.500), poseen un valor menor a 2, lo que nos indica baja diversidad. Según el índice de Pielou, tanto Césped de Puna con predominio de arbustos (0.980) y Césped de Puna con predominio de pastos (0.722) poseen un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes. Según el índice de Margalef, para ambos tipos de Césped de Puna tanto tienen un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja diversidad.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud de los puntos evaluados según Jaccard, nos indica que poseen varias especies compartidas entre los puntos con los dos tipos de vegetación. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Jaccard nos indica que poseen algunas especies compartidas entre los dos tipos de césped de Puna.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Hippocamelus antisensis* se encuentran como VU (vulnerable) en la IUCN, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo; en cuanto a *Vicugna vicugna* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Lama guanicoe* se encuentra como CR (peligro crítico) dentro del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país. Las especies *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización, sin embargo estas mismas especies según la CITES se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.

5.3. AVES

En la zona de operaciones se registró un total de 377 individuos de aves distribuidos en 26 especies, divididas en 10 familias; para la zona de abastecimiento se registró 186 individuos distribuidas en 27 especies y agrupadas en 16 familias.

Tomando en cuenta los resultados para la zona de operaciones, *Sicalis olivascens* fue la especie con mayor abundancia con el 27% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Psilopsiagon aurifrons* fue la especie con mayor abundancia con el 43% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, por cobertura vegetal, matorral (23 especies) posee mayor riqueza sobre bosque de *Polylepis* (18 especies). Para la zona de abastecimiento, por cobertura vegetal, Césped de Puna con predominio de arbustos posee mayor riqueza (22 especies) que Césped de Puna con predominio de pastos (10 especies).

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon- Wiener (H') tanto Matorral (1.626) como Bosque de Polylepis (1.586), poseen un valor menor a 2 por lo que nos indica diversidad baja. Según el índice de Pielou, bosque de Polylepis tienen un valor de 0.848, menor al matorral con 0.882, lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes. Según el índice de Margalef, solo el matorral tiene un valor mayor a 2 pero menor a 5, comparado a bosque de Polylepis lo que nos indica diversidad baja. Para la Zona de Abastecimiento, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener (H') el Césped de Puna con predominio de arbustos (2.041) posee un valor entre 2 y 3 lo que nos indica diversidad media, en cambio en el Césped de Puna con predominio de pastos (1.021) su diversidad es baja. Según el índice de Pielou, en la vegetación Césped de Puna con predominio de arbustos posee un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes a diferencia de la otra población de aves en la otra vegetación. Según el índice de Margalef, la población de aves en Césped de Puna con predominio de arbustos (3.095) tiene un valor entre 2 y 5 lo que nos indica diversidad media a comparado con Césped de Puna con predominio de pastos con solo 1.481 con diversidad baja.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Jaccard entre los puntos evaluados de aves nos indica que no poseen muchas especies compartidas entre los dos tipos de vegetación. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Jaccard de los cuatro puntos evaluados nos indica que hay escasa similitud entre la avifauna de los dos tipos de vegetación encontrada.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Falco peregrinus* y *Vultur gryphus* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) y *Rhea pennata* se encuentra como CR (peligro crítico) lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país según el D.S. N° 004-2014- MINAGRI y la especie *Rhea pennata* se encuentra en NT en la IUCN, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico. Según la CITES, nueve de las especies se encuentra en el apéndice II, que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación; todas las demás especies se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización.

5.4. REPTILES

En la zona de operaciones se registró un total de 18 individuos de anfibios distribuidos en 2 especies (*Rhinella spinulosa* y *Telmatobius peruvianus*), pertenecientes a dos familias diferentes y 17 individuos de reptiles distribuidos en 3 especies (*Tachymenis peruviana*, *Liolaemus tacnae* y *Liolaemus cf. annectens*), pertenecientes a 2 familias. En la zona de abastecimiento se registró 12 individuos pertenecientes a la especie *Liolaemus annectens* de la clase reptilia y 1 individuo de la especie *Rhinella spinulosa* de la clase anfibia.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Rhinella spinulosa* fue la especie de la herpetofauna con mayor abundancia el 48.% del total de individuos observados

(13 individuos), en cuanto a la zona de abastecimiento se observó que la especie mas abundante con el 92.3% es *Liolaemus annectens*.

Para la zona de operaciones, según la cobertura vegetal la mayor riqueza de la herpetofauna fue en el matorral con 4 especies, distribuidas en 4 familia, divididas en 2 órdenes, uno para anfibios y otro para reptiles. En la zona de abastecimiento, según la cobertura vegetal, en Césped de Puna se registraron 2 especies (*Rhinella spinulosa* -anfibio- y *Liolaemus annectens*- reptil-) a diferencia del bofedal donde solo se registró una sola especie *Liolaemus annectens* -reptil-.

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal del Matorral, cuenta con un índice de 0.216, lo que nos indica una diversidad baja según el índice de Shannon- Wiener; según el índice de Pielou tienen un índice de 0.192 lo que indica que no todas las especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 0.244 lo que nos indica muy baja diversidad. En cuanto al Bosque de *Polylepis*, según el índice de Shannon- Wiener con 0.168 nos indica una baja diversidad, según el índice de Pielou tienen un índice de 0.243 lo que indica también que no todas las especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, el bosque de *Polylepis* tiene un índice de 0.155 lo que nos indica muy baja diversidad. Para la Zona de Abastecimiento, se registró índices de diversidad igual a cero, debido a que solo se registró una especie en cada punto.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Jaccard de los puntos evaluados con registros, nos indica que poseen muchas especies compartidas, pero se comparte entre los dos tipos de vegetación. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Jaccard de los puntos evaluados con registros, nos indica que poseen muchas especies compartidas entre tres puntos de evaluación que se agrupan y diferencian con otro punto. Las especies se distribuyen en los diferentes tipos de vegetación.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Telmatobius peruvianus* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004- 2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo. Sobre la especie *Liolaemus tacnae* se encuentra como en peligro en la UICN; en cuanto a *Rhinella spinulosa*, *Tachymenis peruviana* y *Liolaemus annectens* se encuentran en la categoría de LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.