

Proyecto “Ejecución del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo IV (MAP IV), en cumplimiento de los compromisos asumidos en la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco”, ejecutado por Pronaturaleza.

PRESENTACION DE RESULTADOS DE CUARTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP IV)

**AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
ZONA DE OPERACIONES
AIRE – ZONA DE OPERACIONES**



JUNIO 2016

Preparado por:
Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza

Para:
Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo

INDICE

1. GENERALIDADES	3
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3. ACTIVIDADES DEL MONITOREO.	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL.....	18
4.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo	18
4.1.2. Determinación de los Caudales	19
4.1.3. Resultados de los Análisis químicos de laboratorio	22
4.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	30
4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	107
4.2.1. Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire	107
4.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.	107
4.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio	108
5. CONCLUSIONES	117
6. RECOMENDACIONES.....	118
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

PRESENTACION DE RESULTADOS DE CUARTA CAMPAÑA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO MAP IV EPOCA HUMEDA AGUA SUPERFICIAL - ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, ZONA DE OPERACIONES – AIRE ZONA DE OPERACIONES

1. GENERALIDADES

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo - MAP.

El MAP está relacionado con los compromisos N° 5, 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 4 Monitoreos Ambientales Participativos

MAP I

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 II

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).

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.

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 III

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 IV

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)

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 cuarta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP IV) – época húmeda - Agua superficial en la zona de abastecimiento de agua, operaciones, Moquegua e Ilo, así como de calidad de aire.

Zona de Abastecimiento de Agua

La zona de abastecimiento de agua 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.

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.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la Cuarta Campaña de MAP IV de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua, zona de operaciones, Moquegua e Ilo, calidad de aire época húmeda – abril 2016.

2.2. Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Agua Superficial - zona de abastecimiento de agua, operaciones, Moquegua e Ilo.
- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la Cuarta Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire.

3. MARGO NORMATIVO

Existe un marco normativo que tiene como principal objetivo la protección y uso sostenible del recurso hídrico, calidad de agua y calidad del aire, el que se menciona a continuación:

3.1. Normas Legales

- **Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 (16/10/2005)**

Las disposiciones contenidas en la presente Ley, así como en sus normas complementarias y reglamentarias, son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, el cual comprende el suelo, subsuelo, el dominio marítimo, lacustre, hidrológico e hidrogeológico y el espacio aéreo.

Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concierta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental.

Toda persona, natural o jurídica, tiene el deber de participar responsablemente en la gestión ambiental, actuando con buena fe, transparencia y veracidad conforme a las reglas y procedimientos de los mecanismos formales de participación establecidos y a las disposiciones de la presente Ley y las demás normas vigentes. (Artículo 47 – inciso 47.1).

- **Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338 (31/03/2009)**

Esta Ley promueve la mitigación de la contaminación de las aguas, ocasionada por los residuos de los pueblos y ciudades y de las actividades productivas, la industria, la minería, la agricultura, entre otras; también prevé la adopción de estrategias para la adaptación a las consecuencias de la desglaciación o cambio climático, que afecta a los nevados que constituyen la reserva de agua para

las futuras generaciones. Asimismo, propicia el cambio en el modo de pensar y en las actitudes sobre el valor, uso y gestión del agua por todos los sectores sociales y productivos, en especial la agricultura, para que su aprovechamiento sea eficiente y productivo, poniendo especial interés en minimizar los impactos en los ecosistemas.

El Artículo 5 de la presente Ley menciona los tipos de agua contemplados para su regulación:

- La de los ríos y sus afluentes, desde su origen natural;
- La que discurre por cauces artificiales;
- La acumulada en forma natural o artificial;
- La que se encuentra en las ensenadas y esteros;
- La que se encuentra en los humedales y manglares;
- La que se encuentra en los manantiales;
- La de los nevados y glaciares;
- La residual;
- La subterránea;
- La de origen minero medicinal;
- La geotermal;
- La atmosférica; y
- La proveniente de la desalación.

- **Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos - D.S N° 001-2010-AG (23/03/2010)**

Tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a ésta, promoviendo la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en la gestión por cuencas hidrográficas y acuíferos, para la conservación e incremento de la disponibilidad del agua, y para asegurar la protección de su calidad, fomentando una nueva cultura del agua.

- **Estándares de Calidad Ambiental para el Agua - D.S N° 015-2015-MINAM (19/12/2015)**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua (ECA agua) establecen los niveles de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

El ECA para agua se divide en las siguientes categorías:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático

Para el presente informe se tomó como referencia la Categoría 3, subcategoría D1 Riego de vegetales y subcategoría D2 bebida de animales, conforme a lo establecido por la RJ N° 202-2010-ANA para la cuenca del río Ilo-Osmore-Moquegua (Código cuerpo de agua 13172), donde se incluye a los ríos Asana, Torata, Tumilaca, Huaracane, Quebrada Quellaveco, Quebrada Millune, Quebrada Sarallene, entre otros.

- **Estándares de Calidad Ambiental para el Aire**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el aire son aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, están distribuidos en las normas Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y ampliado en el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM.

Para el presente informe se realizó la medición del dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado PM-10, material particulado PM-2.5, monóxido de carbono y plomo, en las estaciones KPA2: Zona de campamento al este de la chancadora, KPA3: Cerro Samanape, KPA4: Tala punto ubicado al este de la chancador, KPA5: Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves, KPA7: Centro poblado San Antonio.

- **R.M. N° 304-2008-MEM-DM Normas que regulan el Proceso de Participación Ciudadana en el Subsector Minero.**

Según el Artículo 5, de los derechos y principios en los procesos de participación ciudadana. La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas en un proceso de participación ciudadana referido a la actividad minera, deberán observar en todas sus actuaciones las siguientes disposiciones generales: a) Del derecho a la participación (El derecho de participación en asuntos referidos a la actividad minera, se ejercita actuando con buena fe, transparencia y veracidad conforme a las reglas y procedimientos de los mecanismos de participación establecidos); b) Del derecho al acceso a la Información (La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas, tienen derecho a solicitar, acceder o recibir información pública, de manera adecuada); c) Del principio de respeto a la diversidad cultural (Un proceso de participación ciudadana deben actuar con respeto a las características y particularidades de las diversas culturas). d) Del principio de

no discriminación (un proceso de participación ciudadana promueven la participación efectiva de toda persona en dicho proceso, sin distinguir raza, etnia, género, religión, cultura, idioma, opinión política, origen nacional o social, posición económica, orientación sexual, nacimiento o cualquier otra condición). e) Del principio de vigilancia ciudadana (Las poblaciones involucradas tienen el derecho de efectuar el monitoreo, control y seguimiento de las medidas, acciones, obligaciones y compromisos adoptados por el titular minero. f) Del principio del diálogo continuo (La autoridad competente, los titulares mineros y las poblaciones involucradas en un proceso de participación ciudadana, deberán mantener el diálogo continuo a fin de promover y mantener un adecuado relacionamiento social)

3.2. Protocolos Consultados

Se tomó como referencia los Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua aprobado por R.J-182-2011-ANA y el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA.

Estos protocolos y guías establecen los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios, que contienen los parámetros establecidos para el monitoreo, la ubicación de los puntos de muestreo y los registros de campo, la medición de caudales, la frecuencia de monitoreo y pautas del muestreo, preservación, conservación y envío de muestras al laboratorio de análisis, permitiendo además incorporar el aseguramiento y control de calidad de monitoreo.

4. ACTIVIDADES DEL MONITOREO

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de abastecimiento de agua

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

Monitoreo de Calidad del Agua superficial - zona de operaciones

En el MAP IV época húmeda, se monitorearon 4 estaciones de monitoreo de agua superficial (AS-4, P-12, CH-3, CAP-2) correspondientes al área de influencia de la zona de operaciones del proyecto, como se observa en la tabla 02.

Monitoreo de Calidad del Agua superficial – Moquegua e Ilo

En el MAP IV época húmeda, se monitorearon 4 de estaciones de monitoreo incluidos en la red del ANA (13172RTUM 1, 13172RMOQU1, 13172RMOQU2 y 13172Rosmo1), como se observa en la tabla 02.

Monitoreo de Calidad del aire

En el MAP IV época húmeda, se monitorearon 05 estaciones de monitoreo de aire como se observa en la tabla 03. Los puntos KPA2, KPA3, KPA4, KPA5 y KPA7, como se observa en la tabla 03

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP IV

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Área de captación	
	Este	Norte	Altura	Ubicación	Descripción
CHB-1	350 135	8 161 160	4 301	Río Chilota antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto está ubicado en el río Chilota, 100 m antes de la confluencia con el río Vizcachas y al costado derecho de la carretera que va desde Humalzo a Puno. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia de vegetación y pedregosidad en la orilla. El fondo del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas, el agua del río presentaba una coloración amarilla oscura.
CHL-4	349 168	8 151 527	4 325	Río Chilota, antes de la confluencia con el río Saltiajuira	Punto ubicado en el Río Chilota, antes de la confluencia con el Río Saltiajuira, los márgenes están cubiertos de vegetación herbacea y en el fondo se apreció plantas acuáticas y material sedimentario. Cercano al punto encontramos ganado camélido.
CHL-8	349 532	8 158 316	4 350	Río Chilota, aguas abajo de confluencia con la quebrada Pujulacaya	Punto ubicado en el Río Chilota, cercano al vertedero que utiliza Minera Quellaveco para las mediciones de caudal, el ancho del río es de aproximadamente 5 m y en el lecho se observa la presencia de algas y abundante pedregosidad de tamaño mediano y pequeño. Los márgenes están cubiertas por plantas herbáceas.
CHR-1	349 346	8 150 165	4 387	Río Chilota, frente a manantial de agua termal, en Pampa Chilota	Ubicado en Pampa Chilota, frente a manantial de agua termal, los márgenes presentan vegetación herbacea, el fondo de río tiene un color oscuro, se ha podido notar la presencia de aves y ganado camélido en el lugar.
TIT-1	352 482	8 170 277	4 352	Río Titire, 2 000 metros después del pueblo del mismo nombre	Punto de muestreo ubicado en el río Titire, aproximadamente 700 m antes de llegar al pueblo del mismo nombre, este río es aportante del Río Vizcachas. El lecho del río es bastante pedregoso y con material sedimentario, en la margen derecha se ha formado una especie de playa y en la margen izquierda está cubierta de vegetación principalmente herbácea. Se observó restos de basura, provenientes del pueblo.
HAS-2	355 003	8 150 122	4 487	Quebrada sin nombre en Pampa Huachunta, antes de la descarga de la quebrada Jovinto	Ubicado aguas arriba de la Quebrada Huachunta, a unos 50 m cuesta arriba de la carretera Humalzo a Pasto Grande, cercano a esta carretera se encuentra una tubería de fierro antigua. La margen izquierda del río presenta un talud pronunciado con escasa vegetación y la margen derecha es menos pronunciada y con mayor presencia de vegetación.
HAS-3	359 031	8 150 074	4 550	Quebrada Vilaaje, cerca del canal de Pasto Grande, en dirección Humalzo - embalse Pasto Grande	El punto está ubicado a 10 m del canal de pasto grande, cercano a la carretera en dirección Humalzo - Pasto Grande. El lecho del río presenta gran cantidad de material sedimentario, así como también plantas acuáticas, las márgenes presentan vegetación herbacea. Existe presencia de ganado camélido cercanos a este punto.
HUA-20	355 553	8 158 648	4 340	Río Calasaya, antes de la confluencia con el río Vizcachas	El punto de muestreo está ubicado aproximadamente 1 Km antes de la confluencia con el Río Vizcachas, cercano a este punto existe una vivienda de pastores, así como también gran cantidad de ganado camélido, el agua discurre lentamente pues en ciertos tramos forma una especie de bofedal, el fondo de la quebrada es pedregoso y con material sedimentado como arena. Las márgenes derecha e izquierda provistas de vegetación herbácea.
PGB-1	368 961	8 151 191	4 533	Río Vizcachas a la salida del embalse de Pasto Grande	El punto de muestreo está ubicado aguas arriba del Río Vizcachas a 100 metros antes del Embalse de Pasto Grande. Cercano al punto se encuentra el campamento que realiza el mantenimiento al embalse. El lecho del río tiene presencia de plantas acuáticas y abundante pedregosidad

Tabla 01. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de abastecimiento MAP IV (cont)

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Área de captación	
	Este	Norte	Altura	Ubicación	Descripción
VIZ-1	350 546	8 161 346		Vizcachas antes de confluencia con río Chilota	El punto está ubicado en el río Vizcachas a 100 m antes de la confluencia con el río Chilota, de sur a norte en el lado derecho de esta confluencia. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia pedregosidad en la orilla. El fondo del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas.
VIZ-2	350 031	8 161 637	4 296	Río Vizcachas después de la confluencia con el río Chilota	El punto está ubicado en el río Vizcachas a 100 m después de la confluencia con el río Chilota, de sur a norte en el lado izquierdo de esta confluencia, pasando el Puente Vizcachas. El río en ese tramo a formando una pequeña playa con presencia pedregosidad en la orilla. El lecho del río es pedregoso y arenoso, con presencia de algas.

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo III, agosto 2015.

Tabla 02. Puntos de Monitoreo de agua superficial en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo MAP IV

Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM			Ubicación
	Este	Norte	Altura	
AS-4	328928	8108122	3601	Río Asana, después de confluir los ríos Asana y Millune
P-12	321508	8107968	3196	Río Asana, aguas abajo de la salida del túnel.
CH-3	322139	8109105	3322	Río Charaque, aguas abajo del futuro depósito del Material Estéril.
CAP-2	311328	8104992	2500	Río Capillune, aguas abajo del río capillune del área del Proyecto.
13172Rtumi	300020	8100959	1620	Río Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua.
13172RMoqu1	290125	8095445	1233	Río Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172RMoqu2	286468	8079914	921	Río Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle
13172Rosmo1	266686	8057260	223	Río Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS Ilo.

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo I, febrero 2014.

Tabla 03. Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire del MAP IV

Punto	Ubicación	Coordenadas		Altitud (m)
		Norte	Este	
KPA2	Zona de campamento al este de la chancadora	8108432	329142	3633
KPA3	Cerro Samanape	8107351	328860	4057
KPA4	Tala punto ubicado al este de la chancador	8109045	321194	3270
KPA5	Pampa Tolar, punto ubicado al este del depósito de relaves	8096872	324951	3635
KPA7	Centro poblado San Antonio	8096452	293071	1352

Fuente: Informe de Validación Monitoreo Ambiental Participativo III, agosto 2015

Desarrollo del monitoreo MAP IV:

El monitoreo se realizó del 13 al 19 de abril donde participaron personal del equipo técnico de laboratorio CORPLAB, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al Comité y Sub Comité del MAP.

Tabla 04. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial en el zona de abastecimiento, zona de operaciones y calidad de aire

Día	Actividad	Participantes	Institución
13 abril	Charlas CHB-1	Clara Maritza Pacovilca Cruz	Defensoría del Pueblo.
		Gloria Patricia Tala Romero	Defensoría del Pueblo.
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
		Carmen Rosa Chamanyauri Vaca	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Emilio Meléndez Guerrero	DREM Moquegua.
		Vicky Isabel Huanacuni Cruz	FEDIPI Ilo
		Lily Tóbala Zabalaga	Colegio de Ingenieros de Moquegua
		Jorge Alvarez Apaza	FEDIPI Ilo
14 abril	Monitoreo de: TIT-1 (personal de laboratorio), VIZ-2 (agua) 05 invitados, CHL-8 (agua) personal de laboratorio, KPA-7 (aire) los invitados realizaron visita.	Leonardo Paul Carcasi Quegue	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – AAQ
		Augusto Filinich Romero	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Gobierno Regional
		Vicky Isabel Huanacuni Cruz	FEDIPI Ilo
15 abril	Monitoreo de: HAS-2 (Agua) con presencia de los invitados, comunero de Chilota y supervisor de CES CONSULTANT, CHR-1 (agua) con 05 invitados. CHL-4 (agua) personal de laboratorio. KPA-7 (aire) instalación.	Jorge Fernando López Yi	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Ambiental Participativo – FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
		Adrián Copariti Charojo	Poblador Comunidad de Chilota
		Autero Gallardo	CES CONSULTANT – Línea Chilota Chincune

Fuente: Relación de integrantes para el Monitoreo MAP IV - PRONATURALEZA

Tabla 04. Lista de participantes del monitoreo de agua superficial en el zona de abastecimiento, zona de operaciones y calidad de aire (Continuación)

Día	Actividad	Participantes	Institución
16 abril	Monitoreo de: PGB-1 (Agua) con presencia de los invitados, HAS-3 (agua) con participación de los invitados, HUA-20 (agua) acompañamiento de invitados, KPA-2 (aire) instalación	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo.
		Mónica Soledad Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - FRAFRAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – AAQ
		Jorge Coaquira Miranda	Municipalidad CPM Los Ángeles
		William Yurivilca Zapata	CAR Moquegua
		Orlando Calizaya Benacio	Anexo poblado de Tala
		Willi Rospigliosi	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
17 abril	Monitoreo de: AS-4 (Agua) con presencia de invitados, CH-3 (agua) con acompañamiento y participación de invitados, P-12 (agua) personal de laboratorio. KPA-3 (aire) los invitados visitaron la estación de monitoreo.	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo
		Maria Barrios Huamani	MINAM
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ
		José Coaquira Miranda	Municipalidad CPM Los Ángeles
		Ana María Zeballos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
		Victor Angel Ccasa Añamuro	Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
		Ronnie Mercado	Anglo American Quellaveco
18 abril	Monitoreo de: 13172MOQUE1 (Agua) con presencia de invitados, 13172TUMI (agua) con acompañamiento y participación de invitados, CAP-2 (agua) personal de laboratorio, KPA-5 (aire) instalación	Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI ilo
		Lily Tóbala Zabalaga	Colegio de Ingenieros Moquegua
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
		Elvis Llanos López	EPS Moquegua
		Ana María Zeballos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
		Santiago Villasante Conza	EPS Moquegua
		Augusto Filinich	Coordinador del Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo
		Marco Portocarrero	Presidente Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco
		Willy Rospigliosi	Anglo American Quellaveco
19 abril	Monitoreo de: 13172OSMO1 (Agua) con invitados, 13172MOQUE2 (agua)	Augusto Filinich	Coordinador del Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo
		Carmen Chancayauri Vaca	Sub Comité Monitoreo Ambiental

	personal de laboratorio, CAP-2 (agua) personal de laboratorio.		Participativo - Municipalidad Provincial Mariscal Nieto
		Ana Maria Zevallos Fernández	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - Comunidad Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
		Mónica Vargas Avendaño	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo – FRAFRAM
		Jorge Alvarez Apaza	FEDIPI Ilo.
		Vicky Isabel Huanacuni	FEDIPI Ilo
		Demetrio Ramos Centeno	Sub Comité Monitoreo Ambiental Participativo - AAQ.
		Willy Rospigliosi	Anglo American Quellaveco
		José Valencia	Agricultor Valle de Ilo.

Fuente: Relación de integrantes para el Monitoreo MAP IV - PRONATURALEZA

5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

Los materiales y equipos de laboratorio que fueron proporcionados por el laboratorio ALS CORPLAB.

5.1. Calidad de Agua

Tabla 05. Lista de equipos utilizados en el monitoreo de calidad de agua superficial

Equipo	Marca	Modelo	Uso Para	N° Serie
Multiparámetro	WTW	3430	Medición de parámetros de campo (pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno Disuelto)	14461138
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	Medición de caudal	1446006027

5.2. Calidad de Aire

Tabla 06. Lista de equipos utilizados en el monitoreo de calidad de aire

Equipo	Marca	Modelo	Uso Para	N° Serie
Muestreador de Partículas HI-VOL PM-10	TISH	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P7866X
Muestreador de Partículas HI-VOL PM- 2.5	TISH	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P7867X
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro2	Medición de	A10216A043

			temperatura, presión, humedad relativa, velocidad y dirección del viento	
Analizador Automático de SO ₂	Teledyne API	T101	Muestreo de SO ₂ en el aire	200
Analizador Automático de CO	Teledyne API	T300	Muestreo de CO en el aire	962
Analizador Automático de NO	Teledyne API	T200	Muestreo de NO en el aire	1076

6. METODOLOGIA

6.1. CALIDAD DE AGUA

La metodología empleada para la realización de los trabajos de campo se basó en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua aprobado por RJ182-2011-ANA. Dichos protocolo establecen los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Las metodologías utilizadas para la medición de cada parámetro se presentan en tabla 07.

Tabla 07. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de calidad del agua

Parámetro	Método
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B: 2012; 22nd Ed. - Conductivity: Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B: 2012; 22nd Ed - Temperature, Laboratory and Field Method
Potencial de Hidrógeno.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 2012; 22nd Ed. pH Value. Electrometric Method.
Medición de caudal	ASTM D3858-95 (2003) Standard Test Method For Open Channed Flow Measurement Of Water By Velocity –Area Method.
Oxígeno Disuelto.	EPA 360.1 1971
Alcalinidad-Bicarbonato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B: 2012; 22nd Ed. - Alkalinity Titration Method
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C: 2012; 22nd Ed. - Hardness: EDTA Titrimetric Method.
Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012

Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012
Cromo Hexavalente Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 22nd Ed. 2012
Fósforo Total	ISO 15681-2 (Validado), 1st. Ed. 2003
Fosforo Reactivo Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22nd Ed. 2012
Sulfuro	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012
Cianuro libre	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012
Cianuro total	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012
Metales Totales	EPA METHOD 6020A, Rev. 1 2007 (Validado)
Aniones	EPA 300.0:1993; Rev. 2.1.- Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.
Fenoles	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999
S.A.A.M.(Detergentes)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012
Cianuro WAD	ASTM D6888-09 (Validado), 2009
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012
Silicatos (Si-SiO ₃)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO ₂ , D, 22nd Ed. 2012 (Validado)
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012

6.2. CALIDAD DE AIRE

La metodología empleada para la realización de los trabajos de campo se basó en el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos R.D. N° 1404/2005/DIGESA. Dicho protocolo establece los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Las metodologías utilizadas para la medición de cada parámetro se presentan en tabla 08.

Tabla 08. Métodos de ensayo utilizados para la medición de los parámetros de calidad del Aire

Parámetro	Método
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EPA IO-2.1 1999
Dióxido de Azufre	NTP-ISO 10498 2006
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	Basado en EPA/625/R- 96/010a-Compendium Method IO-3.1, June 1999

Monóxido de Carbono	EPA CFR 40 Part 50 App. C 2011
Dióxido de Nitrógeno	EPA CFR 40 Part 50 App. F- 2004
Plomo	EPA IO-3.4 – 1999

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. MONITOREO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

7.1.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

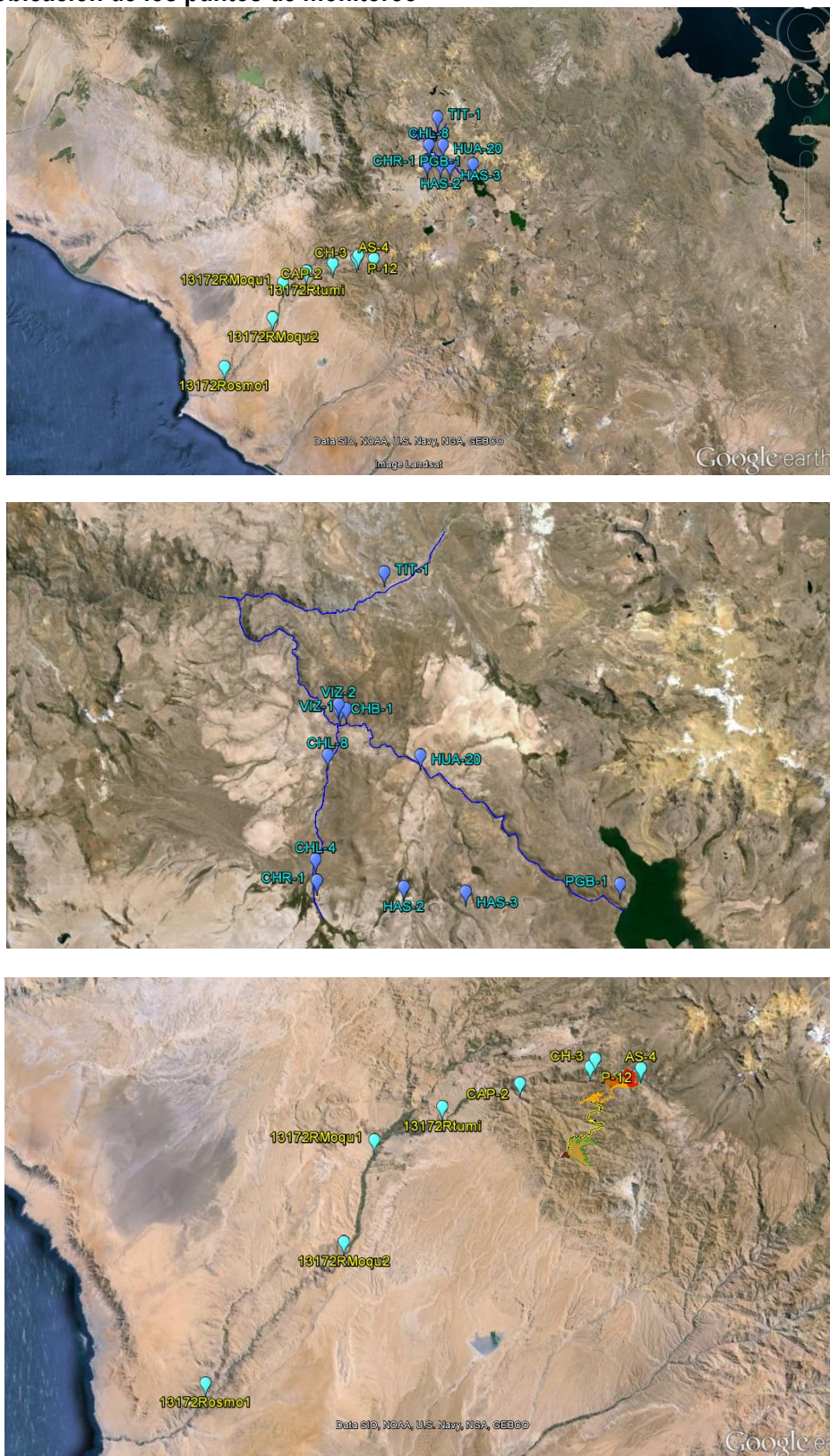


Figura 01. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

7.1.2. Determinación de los Caudales

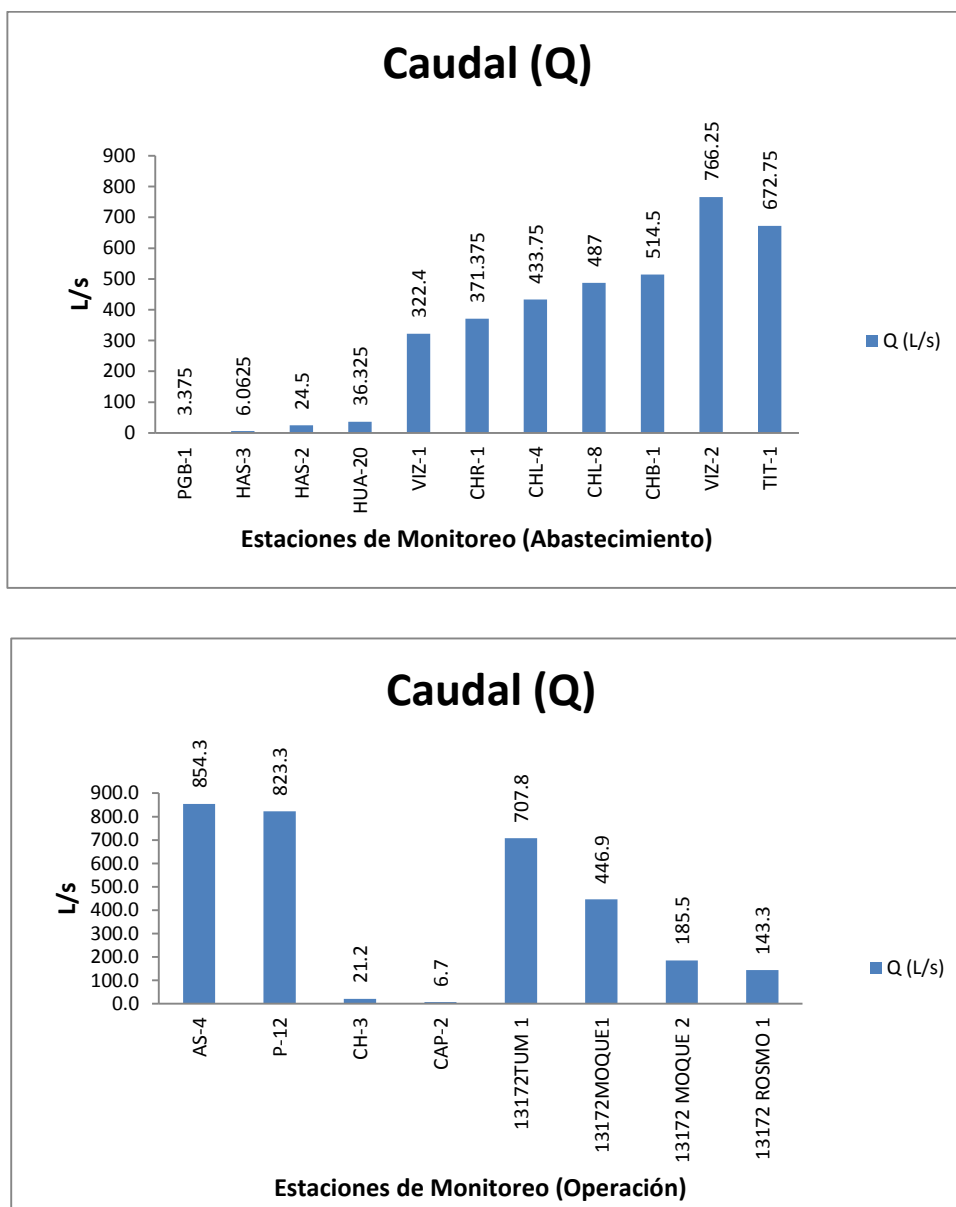


Gráfico 01. Caudales medidos en las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

En el gráfico 01, sobre la zona de Abastecimiento de agua, se observa en la estación PGB-1 que la cantidad de agua requerida del embalse Pasto Grande es pequeña 3,4 L/s, en comparación con lo demandado para una época seca, esto cumple con lo esperado para esta época de acuerdo a la validación de la línea de base ambiental donde el valor mínimo es 2 L/s. Las estaciones HAS-2 y HAS-3 presentan valores de caudal similar a los medidos en el MAP III época húmeda, la presencia de agua en estas quebradas pueden indicarnos presencia de ligeras precipitaciones.

La cuenca del Chilota presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 514,5 L/s en la estación CHB-1, probablemente el ingreso de aguas de afloramientos. Al comparar los resultados del CHL-8 (487 L/s) con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (438 – 5796 L/s).

La cuenca del Vizcachas presenta valores de caudal que se incrementan con el descenso de la altura llegando a un valor de 766 L/s en la estación VIZ-2, al comparar los resultados del VIZ-2 con la validación de la línea de base ambiental se observa que estos valores cercanos a los obtenidos para la época húmeda y se encuentran dentro de lo esperado para la época seca. En general es un caudal que está dentro 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 Titire presenta valor de caudal de 672 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 y seca. En general es un caudal que está dentro de la línea de base ambiental (29,3 – 70618 L/s).

En la zona de Operaciones, la cuenca del río Asana presenta valores similares de caudal para las estaciones AS-4 y P-12. Al comparar el caudal del río Asana en la estación P-12 823,3 L/s, con la línea de base ambiental se observa un valor cercano a lo esperado para época seca (1019 – 3215 L/s), esto sugiere ausencia de lluvias e incremento de la temperatura. Por otro lado este valor es superior a los encontrados por el MAP I (628 L/s) y MAP II (679 L/s).

El río Charaque en la estación de monitoreo CH-3 presenta un valor de caudal de 21 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), similar a lo encontrado en el MAP II (17,6 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

El río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal de 6,7 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), similar a lo encontrado en el MAP II (7,2 L/s), corresponden a épocas con ausencia de lluvias.

En la cuenca del río Tumilaca, Moquegua y Osmore se observa una caída del caudal en las estaciones de monitoreo 13172RTumi, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2, 13172Rosmo1. La diferencia de los valores puede deberse a un evento de avenidas para el día 18 de abril donde el valor del caudal del 13172Rtumi fue de 707,8 L/s (cuadernos de campo resaltan el detalle de la turbiedad del agua y el gran caudal) valor superior a lo encontrado para el MAP II (347,5), en la estación 13172RMoqu1 446,8 L/s el valor disminuye por el bajo aporte de los afluentes, tasa de evaporación en la región y captura de agua por la EPS para potabilización.

Los valores de las estaciones 13172RMoqu2 (185,5 L/s), 13172Rosmo1 (143 L/s) son menores a los obtenidos el día anterior probablemente por cese de los eventos de avenidas de agua, la diferencia entre el 13172RMoqu2 y 13172Rosmo1 puede deberse a la demanda agrícola de la zona, procesos de infiltración y la tasa de evaporación del valle. Situación similar se ha determinado en el MAP II para las estaciones 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172Rosmo1.

7.1.3. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
CAMPO															
Caudal	L/s	---	3,375	6,0625	24,5	36,325	322,4	371,375	433,75	487	514,5	766,25	672,75		
Conductividad	µS/cm	---	632	73,8	112,7	163,3	152	91,1	101,1	191,1	177	169,5	3550	2500	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	6,45	6,42	7,12	6,09	7,82	7,29	7,2	6,97	7,49	7,81	5,03	4	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	4,75	7,1	7,56	7,83	8,27	7,48	8,37	8,67	8,74	7,92	4,87	6,5-8,5	
Temperatura	°C	---	17,5	14,9	15,4	16	12,1	14,1	14,4	17,4	14,5	11,5	11,2		
FISICOQUIMICOS															
Aceites y Grasas	mg/L	1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO3/L	1	< 1,0	9	9,1	32,2	33,1	23,5	25,7	23,5	34,3	35,5	< 1,0		
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	1	< 1,0	9	9,1	32,2	33,1	23,5	25,7	35,6	36,1	35,5	< 1,0		
Bicarbonatos	mg HCO3/L	1,2	< 1,2	11	11,1	39,2	40,3	28,7	31,4	28,7	41,8	43,3	< 1,2	518	
Carbonatos	mg CO3/L	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	7,2	1,1	< 0,6	< 0,6		
Cianuro Libre	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cianuro Total	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cianuro Wad	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1	0,1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002		
Demanda Bioquímica. de Oxígeno	mg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15	15
Demanda Química. de Oxígeno	mg O2/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	2	< 2	3	< 2	40	40
Detergentes Aniónicos	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	0,5
Dureza Total	mg CaCO3/L	1	116,6	21,2	31,9	41,9	35,6	23,7	23,4	39,9	39,8	39,8	391,7		

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento

de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16		
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1	D1	D2
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01
Fósforo	mg P/L	0,01	0,111	0,183	0,241	0,17	0,129	0,182	0,195	0,188	0,197	0,152	0,287		
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0,01	0,02	0,05	0,11	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08		
MEH*	mg/L	1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4		
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,005	0,511	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,459		
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	0,006	32,062	28,369	45,515	29,464	31,433	43,04	42,735	39,428	40,016	33,847	34,091		
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	419	55	82	124	103	66	56	135	128	125	2124		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	8	3	2	< 2	3	< 2	3	2	5	< 2	112		
Sulfuros	mg/L	0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,002	< 0,001	0,004	0,004	0,004	< 0,001	0,004	0,025		
ANIONES															
Bromuro, Br-	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cloruros, Cl-	mg/L	0,02	75,84	0,399	0,497	4,229	6,147	0,525	0,957	20,01	18,11	14,61	828,9	500	
Fluoruros, F-	mg/L	0,002	0,37	0,086	0,079	0,17	0,137	0,094	0,103	0,147	0,13	0,145	0,612	1	
Fosfatos (como P)	mg/L	0,02	< 0,020	< 0,020	0,09	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020		
Nitratos, (como N)	mg/L	0,003	0,015	< 0,003	0,008	< 0,003	< 0,003	0,008	0,006	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,068	100	100
Nitritos, (como N)	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	10	10
Sulfatos, SO4-2	mg/L	0,015	161,3	19,4	33,08	31,71	24,79	15,37	15,13	17,06	16,81	19,39	535,9	1000	1000
METALES TOTALES															
Aluminio (Al)	mg/L	0,0004	4,314	0,0513	0,0154	0,0482	0,0523	0,0411	0,0522	0,0653	0,1367	0,0718	26,89	5	5
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00001	0,00018	0,00006	0,00007	0,00008	0,00013	0,00022	0,00029	0,00153	0,00155	0,00092	0,00102		
Arsénico (As)	mg/L	0,00001	0,00642	0,00099	0,00817	0,0035	0,0067	0,03651	0,07301	0,09105	0,09041	0,05903	0,21698	0,1	0,2
Bario (Ba)	mg/L	0,00001	0,06157	0,01316	0,01724	0,01732	0,02817	0,00899	0,00819	0,0111	0,0121	0,01656	0,05166	0,7	
Berilio (Be)	mg/L	0,00003	0,00047	< 0,00003	< 0,00003	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00049	0,1	0,1

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento

de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
Bismuto (Bi)	mg/L	4E-06	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002	< 0,000004	0,00001	0,00001	0,00002	0	0,00003		
Boro (B)	mg/L	0,0008	1,279	0,0379	0,0262	0,1184	0,1601	0,0333	0,0578	0,2913	0,2682	0,282	4,577	1	5
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00003	0,00243	0,00005	0,00004	0,00003	< 0,00003	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00006	0,01102	0,01	0,05
Calcio (Ca)	mg/L	0,006	30,51	4,936	8,167	9,623	9,169	5,714	5,901	10,28	10,42	10,05	95,32		
Cobalto (Co)	mg/L	0,00001	0,01846	0,0001	0,00003	0,00033	0,00026	0,00015	0,00017	0,00016	0,00023	0,00022	0,08653	0,05	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,0002	0,0119	0,001	0,0003	0,0029	0,0022	0,0009	0,001	0,0018	0,0017	0,0018	0,8716	0,2	0,5
Cromo (Cr)	mg/L	0,0001	0,0051	0,0004	0,0002	0,0004	0,0007	< 0,0001	0,0002	0,0024	0,0012	0,0031	0,0526	0,1	1
Estaño (Sn)	mg/L	0,0003	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0016	0,0007		
Estroncio (Sr)	mg/L	0,0003	0,3035	0,0506	0,0712	0,0872	0,0836	0,0456	0,0464	0,1481	0,1471	0,1282	1,655		
Fosforo (P)	mg/L	0,03	< 0,03	0,03	0,15	< 0,03	0,09	0,1	0,08	0,09	0,1	0,09	0,09		
Hierro (Fe)	mg/L	0,062	0,412	0,271	< 0,062	0,293	0,318	0,716	0,679	0,424	0,566	0,4	10,82	5	
Litio (Li)	mg/L	0,0001	0,3377	0,002	0,0015	0,0062	0,0201	0,0058	0,0128	0,0332	0,033	0,0292	0,824	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	0,0027	9,431	1,522	2,771	3,582	3,378	2,239	2,352	2,673	2,682	3,002	24,29		250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,0001	1,8	0,0082	0,0118	0,0257	0,0275	0,029	0,0289	0,0315	0,0367	0,0272	1,948	0,2	0,2
Mercurio (Hg)	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00001	0,00066	0,00025	0,00026	0,00077	0,00103	0,00034	0,00066	0,0014	0,00129	0,00122	0,0022		
Niquel (Ni)	mg/L	0,0003	0,0212	0,0009	0,001	0,0021	0,0014	0,0006	0,0009	0,0013	0,0013	0,0021	0,0751		
Plata (Ag)	mg/L	0,00005	0,00027	0,00029	0,00026	0,00029	0,00031	0,00027	0,00026	0,00029	0,00029	0,00028	0,00026		
Plomo (Pb)	mg/L	0,00003	0,0081	0,00017	0,00005	0,00019	0,00033	0,00008	0,00005	0,00035	0,00016	0,00018	0,00275		
Potasio (K)	mg/L	0,035	12,64	2,506	3,717	5,356	4,402	2,942	3,197	3,732	3,598	3,972	32,55		
Selenio (Se)	mg/L	0,0002	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0179	0,02	0,05

Tabla 09. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua (Continuación)

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Abastecimiento de Agua											ECA CAT 3 DS 015-2015 MINAM	
			13228 16-04-16	13228 16-04-16	13208 16-04-16	13228 16-04-16	13174 13-04-16	13208 16-04-06	13208 16-04-16	13188 14-04-16	13174 13-04-16	13188 14-04-16	13188 14-04-16	D1	D2
			PGB-1	HAS-3	HAS-2	HUA-20	VIZ-1	CHR-1	CHL-4	CHL-8	CHB-1	VIZ-2	TIT-1		
Silicio (Si)	mg/L	0,01	16,96	22,59	26,87	20,24	18,12	24,84	25,7	23,86	23,07	22,77	25,73		
Sodio (Na)	mg/L	0,022	58,44	5,013	6,036	13,15	14,75	7,315	9,324	20,54	19,31	18,81	368,5		
Talio (Tl)	mg/L	0,00001	0,00038	< 0,00001	0,00001	0,00001	0,00004	< 0,00001	< 0,00001	0,00002	0,00003	0,00002	0,00071		
Titanio (Ti)	mg/L	0,001	0,004	0,005	0,001	0,002	0,002	0,005	0,005	0,004	0,009	0,004	0,017		
Uranio (U)	mg/L	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0023		
Vanadio (V)	mg/L	0,0003	0,0015	0,003	0,0044	0,0031	0,0021	0,003	0,0031	0,0035	0,0034	0,0032	0,015		
Zinc (Zn)	mg/L	0,0001	0,2244	0,009	0,006	0,0095	0,0087	0,0059	0,0062	0,0097	0,0075	0,0069	0,711	2	24
MICROBIOLÓGICOS															
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,8	6,8	20	11	120	14	140	11	21	13	110	< 1,8	1000	1000
Coliformes Totales	NMP/100mL	1,8	33	11000	16000	7000	2200	92000	2400	11000	1100	9200	< 1,8	1000	5000

Valor no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Campo												
Caudal (m³/día)*	m³/día	---	854,3	823,3	21,2	6,7	707,8	446,9	185,5	143,3		
Conductividad	µS/cm	---	169,4	176,6	91,7	2900	351	1207	2710	2440	2500	5000
Oxígeno Disuelto.	mg/L	---	7,5	7,17	7,38	6,05	7,71	8,22	10,46	9,03	4	5
pH (Campo)	Unidades pH	---	7,2	7,43	7,5	7,27	8,03	7,88	8,34	8,37	6,5-8,5	6,5-8,4
Temperatura	°C	---	10,9	15	13,3	18,4	19,4	19,7	24,1	21,2		
FISICOQUIMICOS												
Aceites y Grasas	mg/L	1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5	10
Alcalinidad Bicarbonato	mg CaCO3/L	1	15,6	15,9	25,6	190,5	66,4	203,2	201,9	124,1		
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	1	15,6	15,9	25,6	190,5	66,4	203,2	201,9	128,2		
Bicarbonatos	mg HCO3/L	1,2	19,1	19,4	31,3	232,4	81,1	247,8	246,4	151,5	518	
Carbonatos	mg CO3/L	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	2,4		
Cianuro Libre	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006		
Cianuro Total	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cianuro Wad	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1	0,1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	2	< 2	< 2	< 2	13	< 2	< 2	9	11	40	40
Detergentes Aniónicos	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	0,5

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Dureza Total	g CaCO ₃ /L	1	57,1	59,8	25,4	640,4	119,3	369,3	920,3	724,5		
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01
Fósforo	mg P/L	0,01	0,24	0,212	0,06	5,34	< 0,010	0,248	0,116	0,076		
Fósforo Reactivo Disuelto*	mg/L	0,01	0,06	0,05	0,07	0,06	0,15	0,14	0,05	0,05		
MEH*	mg/L	1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4		
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Silicatos (mg SiO ₂ /L)	mg/L	0,006	27,131	27,597	22,89	26,136	27,313	37,946	36,526	32,204		
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2	123	129	74	1824	258	834	2129	2049		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	9	29	< 2	3	107	13	7	3		
Sulfuros	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004		
ANIONES												
Bromuro, Br-	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cloruros, Cl-	mg/L	0,02	0,807	1,191	3,485	525,1	14,56	114,4	446,9	420	500	
Fluoruros, F-	mg/L	0,002	0,126	0,135	0,07	1,574	0,198	0,322	0,34	0,295	1	
Fosfatos (como P)	mg/L	0,02	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,037	0,105	< 0,020	< 0,020		
Nitratos, (como N)	mg/L	0,003	0,014	0,025	0,13	< 0,003	0,182	2,938	1,461	< 0,003	100	100
Nitritos, (como N)	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,017	< 0,001	< 0,001	10	10
Sulfatos, SO ₄ -2	mg/L	0,015	52,23	54,51	19,86	491,2	72,58	217,1	556,1	498,5	1000	1000
METALES TOTALES												
Aluminio (Al)	mg/L	0,0004	1,203	1,098	0,4151	0,046	1,025	0,0833	0,0567	0,0385	5	5
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00001	0,00008	0,00009	0,0001	0,00013	0,00011	0,00022	0,00028	0,00015		
Arsénico (As)	mg/L	0,00001	0,00108	0,00111	0,00139	0,01529	0,00477	0,01329	0,01062	0,01141	0,1	0,2

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Bario (Ba)	mg/L	0,00001	0,02379	0,02701	0,02395	0,16428	0,053	0,10255	0,11366	0,106	0,7	
Berilio (Be)	mg/L	0,00003	0,00013	0,0001	0,00005	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,1	0,1
Bismuto (Bi)	mg/L	4E-06	0,00001	0,00001	< 0,000004	0,00001	0,00001	0,00001	0	0,00001		
Boro (B)	mg/L	0,0008	0,0412	0,0443	0,0553	4,858	0,2224	1,152	1,895	1,77	1	5
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00003	0,00004	0,00005	< 0,00003	0,00007	0,00013	0,00006	0,00007	0,00004	0,01	0,05
Calcio (Ca)	mg/L	0,006	17,31	17,57	7,102	222,5	39,15	127,9	287,2	223,8		
Cobalto (Co)	mg/L	0,00001	0,00058	0,00045	0,00007	0,00146	0,00084	0,00056	0,00104	0,00082	0,05	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,0002	0,0036	0,0191	0,0034	0,0059	0,0209	0,0041	0,0053	0,0048	0,2	0,5
Cromo (Cr)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0002	< 0,0001	0,0367	0,0015	0,0088	0,0285	0,0271	0,1	1
Estaño (Sn)	mg/L	0,0003	0,0004	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003		
Estroncio (Sr)	mg/L	0,0003	0,1373	0,1326	0,0724	1,546	0,2368	0,8823	2,174	1,823		
Fosforo (P)	mg/L	0,03	< 0,03	0,04	0,06	0,09	0,14	0,11	0,1	0,06		
Hierro (Fe)	mg/L	0,062	0,063	0,155	< 0,062	0,337	0,859	0,07	0,25	0,235	5	
Litio (Li)	mg/L	0,0001	0,0017	0,0021	0,0005	0,4782	0,0156	0,0964	0,0952	0,082	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	0,0027	3,448	3,552	2,161	32,29	5,003	13,29	47,39	43,15		250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,0001	0,0643	0,0537	0,0084	0,6964	0,2978	0,2719	0,2926	0,2816	0,2	0,2
Mercurio (Hg)	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00001	0,00042	0,00119	0,00103	0,00876	0,00361	0,00369	0,01004	0,00806		
Niquel (Ni)	mg/L	0,0003	0,0024	0,0022	0,0008	0,018	0,0052	0,0106	0,0265	0,0178		
Plata (Ag)	mg/L	0,00005	0,00025	0,00027	0,00029	0,00009	< 0,00005	< 0,00005	0,00009	0,00009		
Plomo (Pb)	mg/L	0,00003	0,00031	0,0007	0,00034	0,00022	0,0015	0,00005	0,00012	0,00008		
Potasio (K)	mg/L	0,035	2,376	2,604	3,337	9,375	3,324	6,366	11,63	11,32		
Selenio (Se)	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0172	0,0011	0,0069	0,0176	0,0129	0,02	0,05

Tabla 10. Resultados de Análisis Químicos de laboratorio Agua Superficial Zona de Operaciones

Parámetro	Unidad	LD	Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial Zona de Operaciones								ECA CAT 3	
			13230 17/04/16	13230 17/04/16	13230 17/04/16	13947 19/04/16	13713 18/04/16	13713 18/04/16	13947 19/04/16	13947 19/04/16	DS 015-2015 MINAM	
			AS-4	P-12	CH-3	CAP-2	13172TUM 1	13172MOQUE1	13172 MOQUE 2	13172 ROSMO 1	D1	D2
Silicio (Si)	mg/L	0,01	18,53	18,22	16,9	24,89	18,56	22,42	23,79	19,15		
Sodio (Na)	mg/L	0,022	7,372	7,786	5,651	328,4	19,02	88,01	290,9	265,3		
Talio (Tl)	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00002	0,00001	0,00001	0,00002	0,00002		
Titanio (Ti)	mg/L	0,001	0,008	0,016	0,012	0,017	0,038	0,009	0,017	0,015		
Uranio (U)	mg/L	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0053	0,0007	0,004	0,0148	0,0073		
Vanadio (V)	mg/L	0,0003	0,0026	0,0028	0,0046	0,012	0,0046	0,0113	0,0142	0,01		
Zinc (Zn)	mg/L	0,0001	0,0117	0,0136	0,0084	0,0182	0,0083	0,0042	0,0236	0,016	2	24
MICROBIOLÓGICOS												
Coliformes Fecales	NMP/100m L	1,8	4,5	1,8	11	83	460	490	630	270	1000	100 0
Coliformes Totales	NMP/100m L	1,8	3500	350	220	1400	17000	22000	2400	7000	1000	500 0

 Valor no cumple el ECA Agua Categoría 3

7.1.4. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

CAMPO

Temperatura

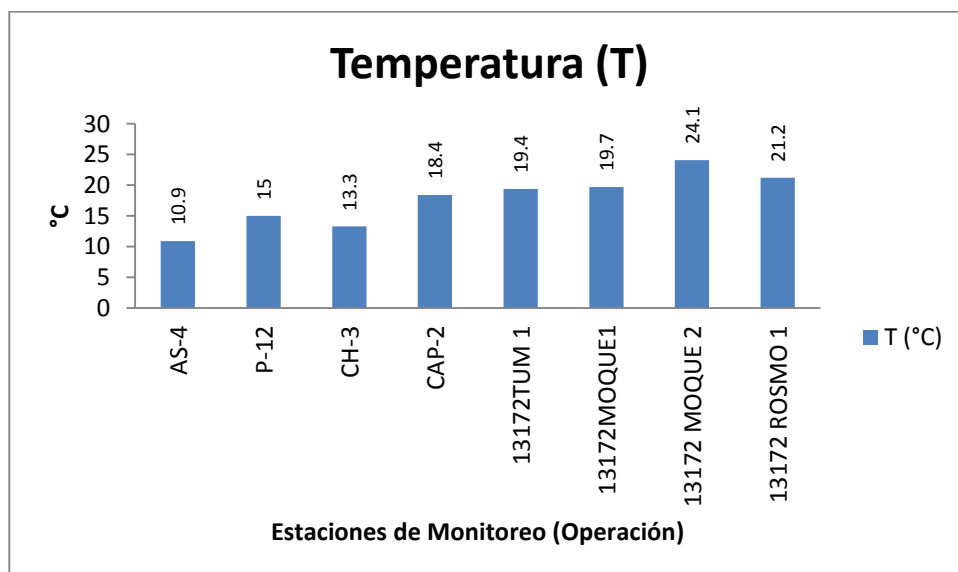
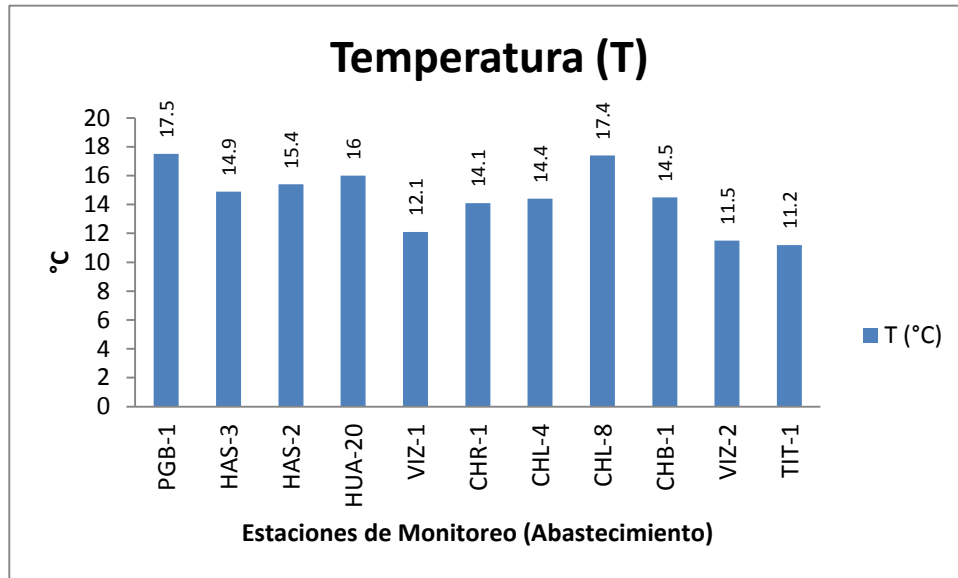


Gráfico 02. Temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial - zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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

Como se observa en el gráfico 02, a la salida del embalse Pasto Grande en la estación PGB-01, la temperatura es mayor 17.5 °C debido a que la superficie de agua expuesta al sol es amplia y son aguas con poco movimiento.

Las aguas de la cuenca del río Chilota presentan temperaturas moderadas que oscilan entre 14,1 a 17.4 °C, estos valores moderados pueden deberse influencia de agua de manantial (CHR-1 y CHL-4) y factores climáticos horas de sol.

Las aguas de la cuenca del río Vizcachas presentan temperaturas bajas que oscilan entre 12,1 a 11,5 °C, característico de zonas de altura.

La temperatura del agua en el punto de monitoreo correspondiente a la cuenca del Titire es un valor bajo, al revisar la información histórica del TIT-1 se observa que en los meses de época húmeda tiene valores bajos, debido al ligero incremento del caudal, esto favorecido por la disminución de la superficie del agua expuesta al sol y el descenso de la temperatura ambiental. A diferencia de la época seca no se observa influencia de las aguas termales en lo que respecta a la temperatura.

La temperatura del agua en el río Asana en las estaciones de monitoreo AS-4 y P-12 fueron 10,9 a 15 °C, estos valores corresponden a época húmeda. La temperatura del agua en la cuenca del río Charaque (CH-3 13,3 °C) fue similar al del río Asana, mientras que la del río Capillune (18,4 °C) presenta un valor superior al de los otros puntos debido a la influencia de aguas de origen termal cercanos al poblado Calientes.

La temperatura del agua en la parte del valle y cercano a la desembocadura oscilaron entre 19,4 y 21,2 °C principalmente debido a la intensa radiación solar de la zona.

Oxígeno Disuelto

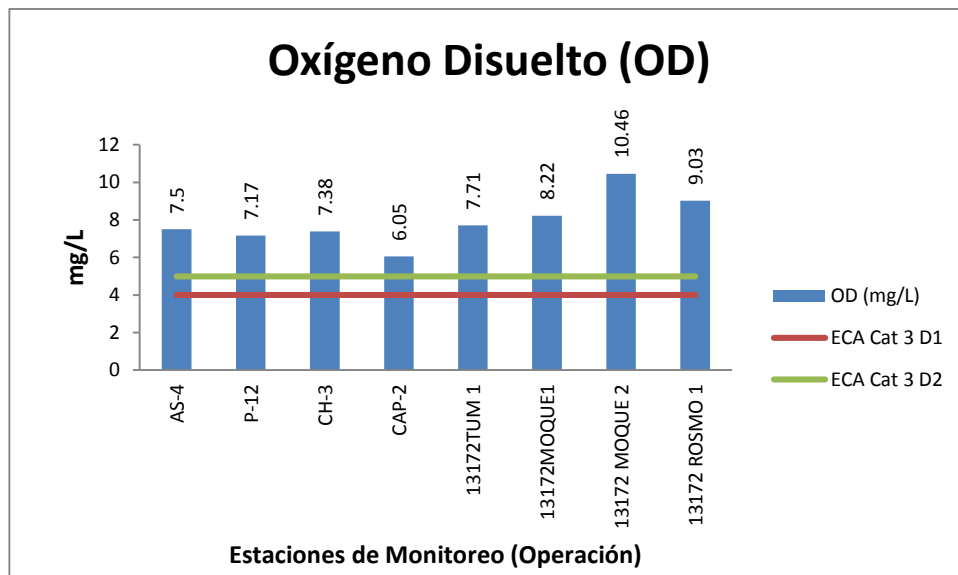
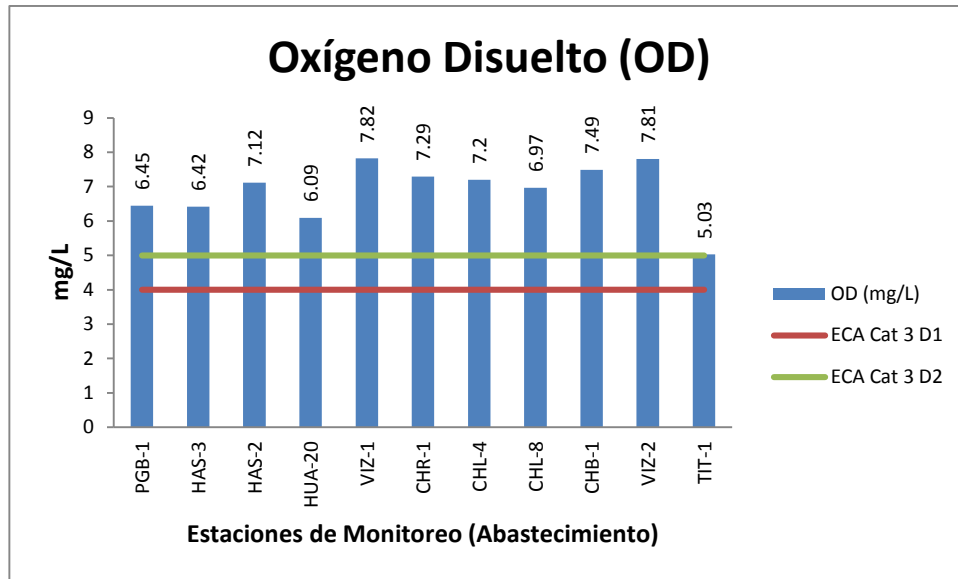


Gráfico 03. Variación espacial del contenido de oxígeno disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, los del río Vizcachas PGB1, VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del 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 bajos de Oxígeno Disuelto 5,03 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), donde el valor corresponde a una época húmeda sin lluvias (4,3 – 11,3 mg/L).

En la zona de operaciones se observa que el contenido de oxígeno disuelto en el río Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque 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-2 (6,05 mg/L), presenta un valor inferior a las demás estaciones probablemente debido a la presencia de 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 (7,71 mg/L), 13172RMoqu1 (8,22 mg/L), 13172RMoqu2 (10,46 mg/L) y 13172Rosmo1 (9,03 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 el MAP I (8,30 – 9,77 mg/L) y MAP II (8,28 – 10,18 mg/L).

Potencial de Hidrógeno – pH

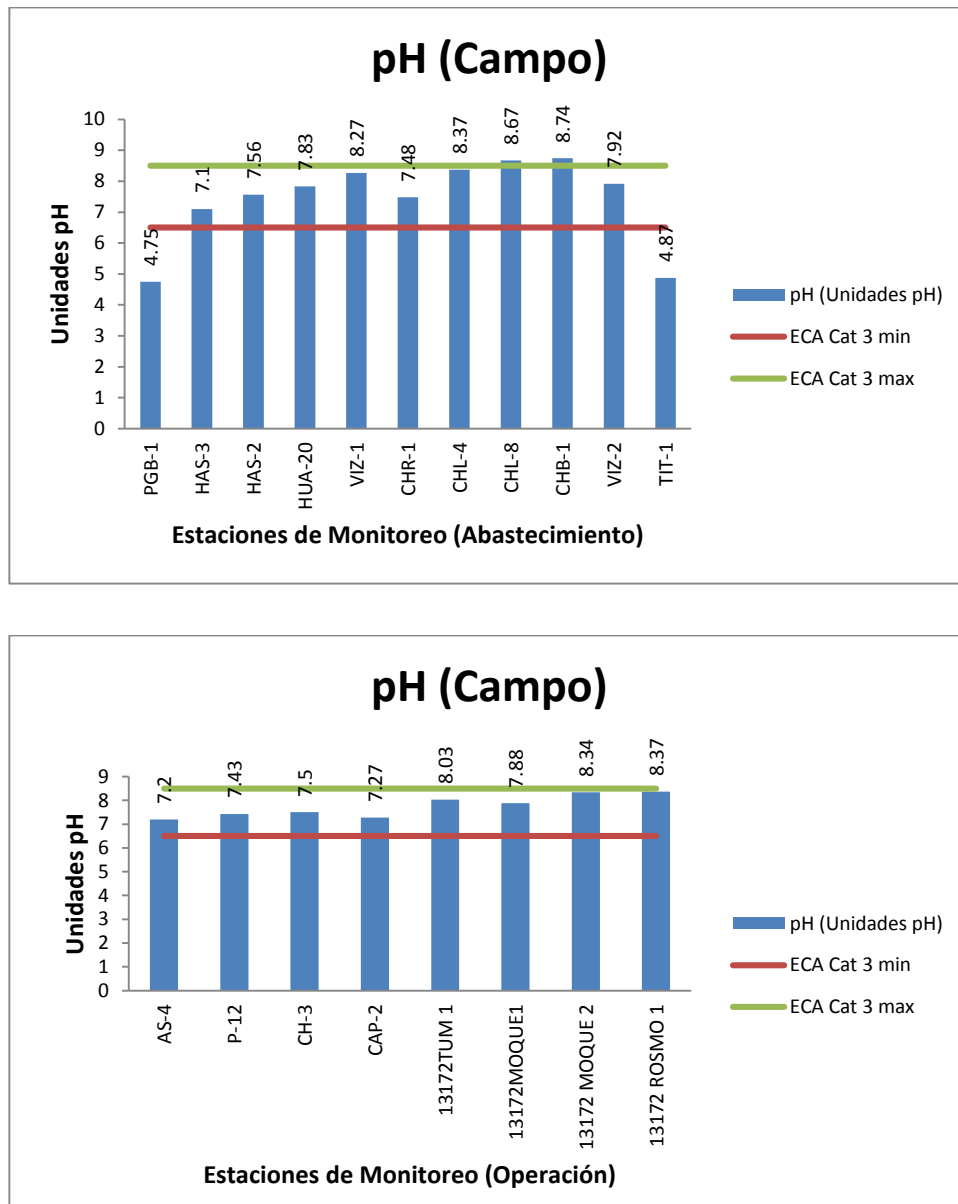


Gráfico 04. Variación Espacial del valor del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 natural, 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 abastecimiento las aguas de los ríos Chilota estaciones CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, presenta contenidos que se incrementan con la disminución de la altura probablemente debido al incremento de actividad fotosintética en el curso del río.

Las aguas del río Vizcachas VIZ-1 y VIZ-2, presentan contenidos adecuados con valores superiores al mínimo sugerido por el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales.

El agua del 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 bajos de pH 4,87, probablemente debido a que el ingreso de disolución de material piritoso o aguas de procedencia termal relacionado con valores altos de sulfatos 533,9 mg/L, aluminio 26,9 mg/L y hierro 10,82 mg/L estos iones pueden disociarse en el agua y liberar iones hidronio, también se observa que el valor de alcalinidad por bicarbonatos es cero, la calidad del agua en función del pH no cumple con el ECA para agua Categoría 3 para riego de vegetales, para esta estación. Esta tendencia se verifica con la línea de base ambiental validada (4,6 – 8,5), donde el valor corresponde a una época húmeda sin lluvias (4,6 – 8,03).

En la zona de operaciones se observa que el pH en el río Asana AS-4 y P-12, tiene valores adecuados, situación similar se observa en el río Charaque CH-3 y CAP-2.

Los valores de pH en el parte baja del valle estaciones 13172 RTumi (8,03), 13172RMoqu1 (7,88), 13172RMoqu2 (8,34) y 13172Rosmo1 (8,37), cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, el incremento en el valor puede ser debido a la fuerte actividad fotosintética del lugar provocada por la intensidad de la radiación en la zona del valle, así como la composición del suelo en el valle principalmente bicarbonato, carbonatado cálcico magnésico. Situación similar fue observada en el MAP I (7,9 – 8,4) y MAP II (8,1 – 8,7).

Conductividad Eléctrica

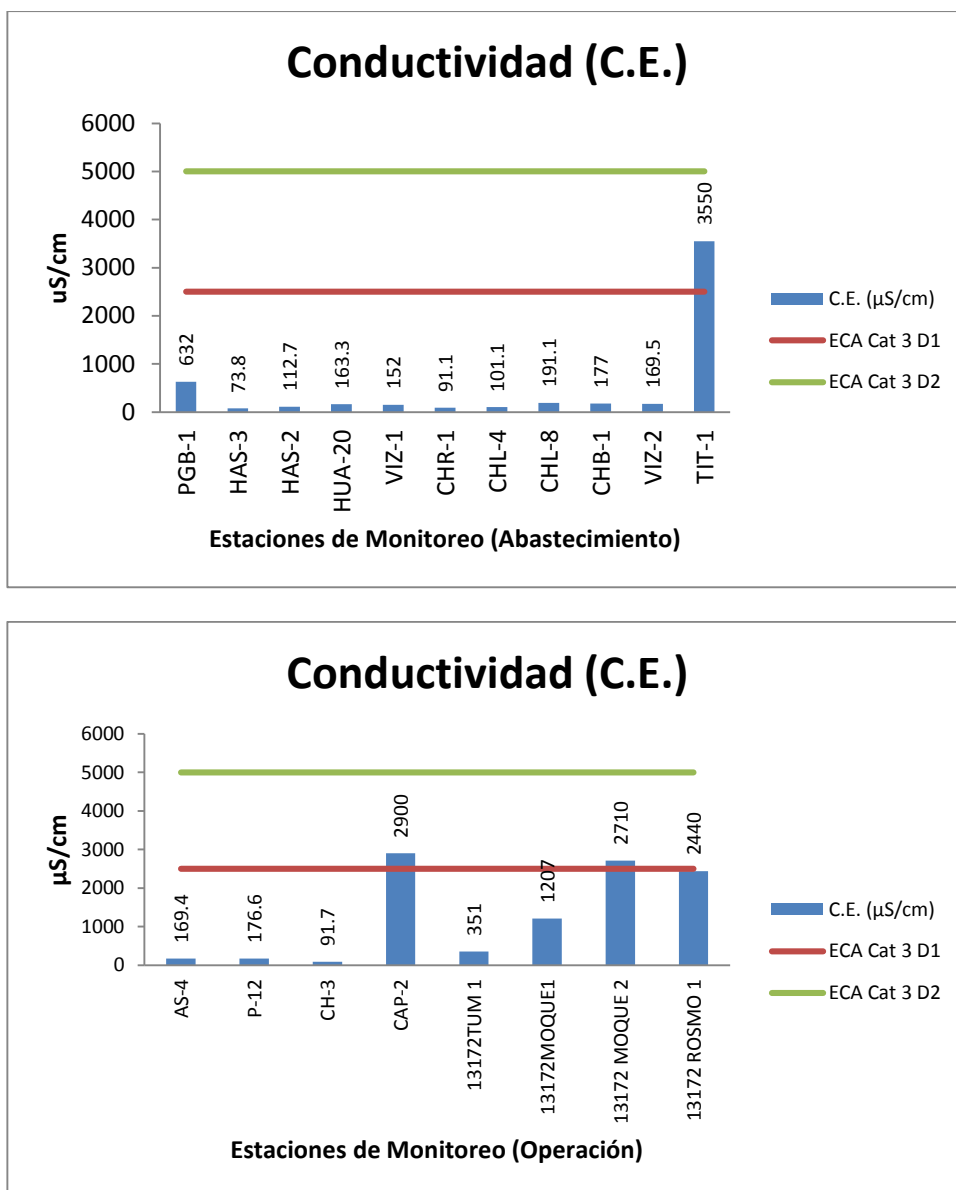


Gráfico 05. Variación espacial del valor de la conductividad de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 abastecimiento, los valores de conductividad del agua en las estaciones de monitoreo en el río Vizcachas, Chilota, Calasaya, las quebradas HAS-02 y HAS-03 cumple con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales. El agua de la estación TIT-1 presenta valores altos de conductividad (3550 uS/cm), este valor es cercano al esperado para la época húmeda (395 – 3000 uS/cm) y está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (395 - 17043 uS/cm), esto probablemente se debe al ingreso temporal de una fuente de origen termal en el agua.

El valor de conductividad del agua en la estación PGB-1 (632 uS/cm) correspondiente a la salida del embalse Pasto Grande, es un valor moderado que nos indica mineralización de las aguas del embalse que cumple con lo establecido por el ECA Agua Cat 3, este valor está dentro de lo esperado por la validación de la línea de base ambiental (13,46 – 866 uS/cm).

En la zona de abastecimiento, la calidad del agua en las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, así como la del río Charaque CH-3 y río Tumilaca 13172Rtumi presentan valores bajos de conductividad eléctrica que se encuentra entre 91,7 a 351 uS/cm cumplen con lo establecido por el ECA Agua Cat 3.

La calidad del agua del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta valores de conductividad altos que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales de tallo bajo y alto. Este río se encuentra fuertemente influenciado por el ingreso de aguas de origen termal en el sector de Calientes. 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.

FISICOQUIMICOS

Aceites y Grasas

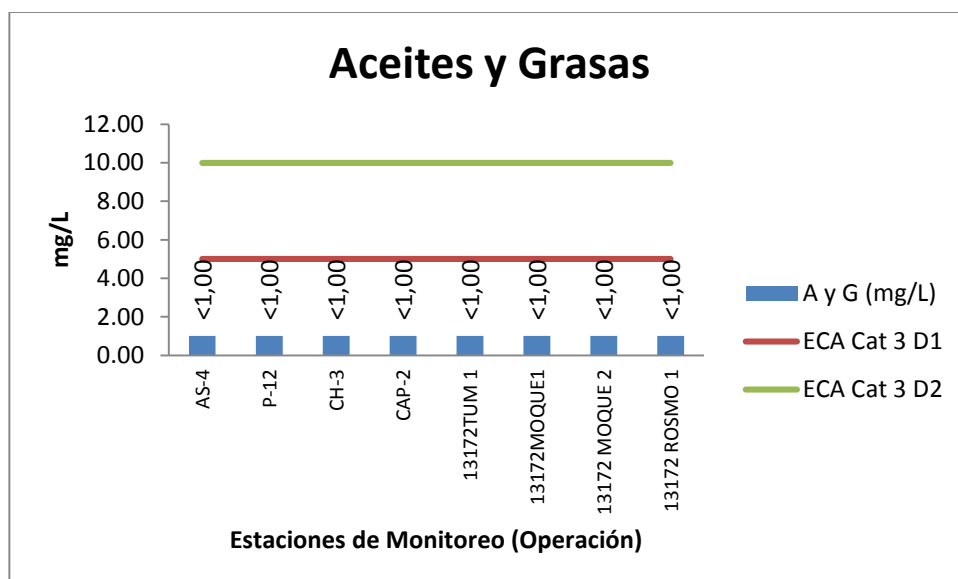
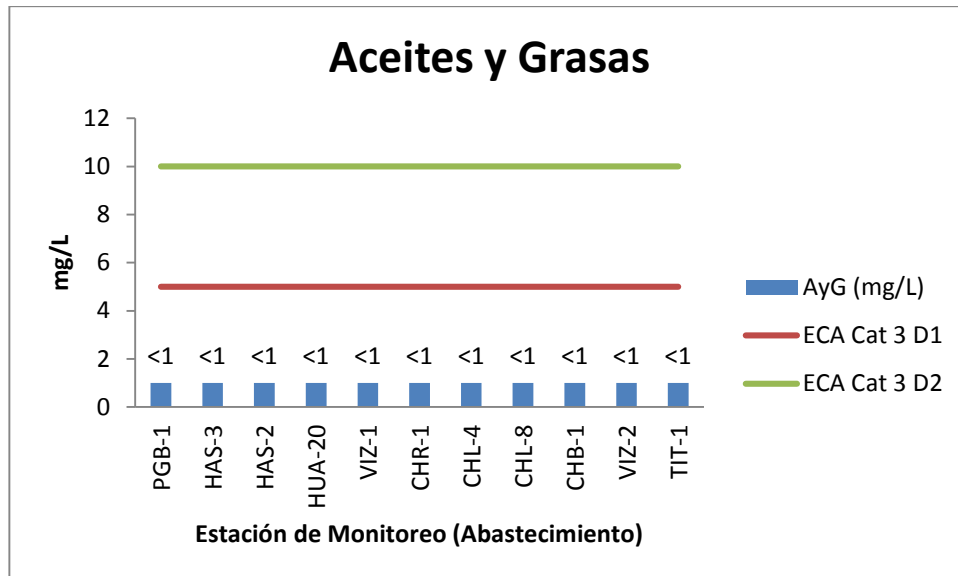


Gráfico 06. Variación Espacial del contenido de Aceites y Grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 las dos zonas de operación en ninguna de las estaciones de monitoreo.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento coinciden con los resultados encontrados en el MAP III, donde las casi todas las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Los resultados de las estaciones PGB-1 en el periodo 2011 al 2104 y CHL-8 periodo 1996 al 2014, de la validación de la línea de base ambiental del MAP III casi no han detectado aceites y grasas en estas estaciones.

Los resultados encontrados para las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones coinciden con los resultados encontrados en el MAP I y MAPII, donde las estaciones no han presentado presencia de aceites y grasas en época seca y húmeda. Los resultados de la estación P-12 de la validación de la línea de base ambiental no han detectado aceites y grasas en el periodo 2010 al 2013.

Bicarbonatos

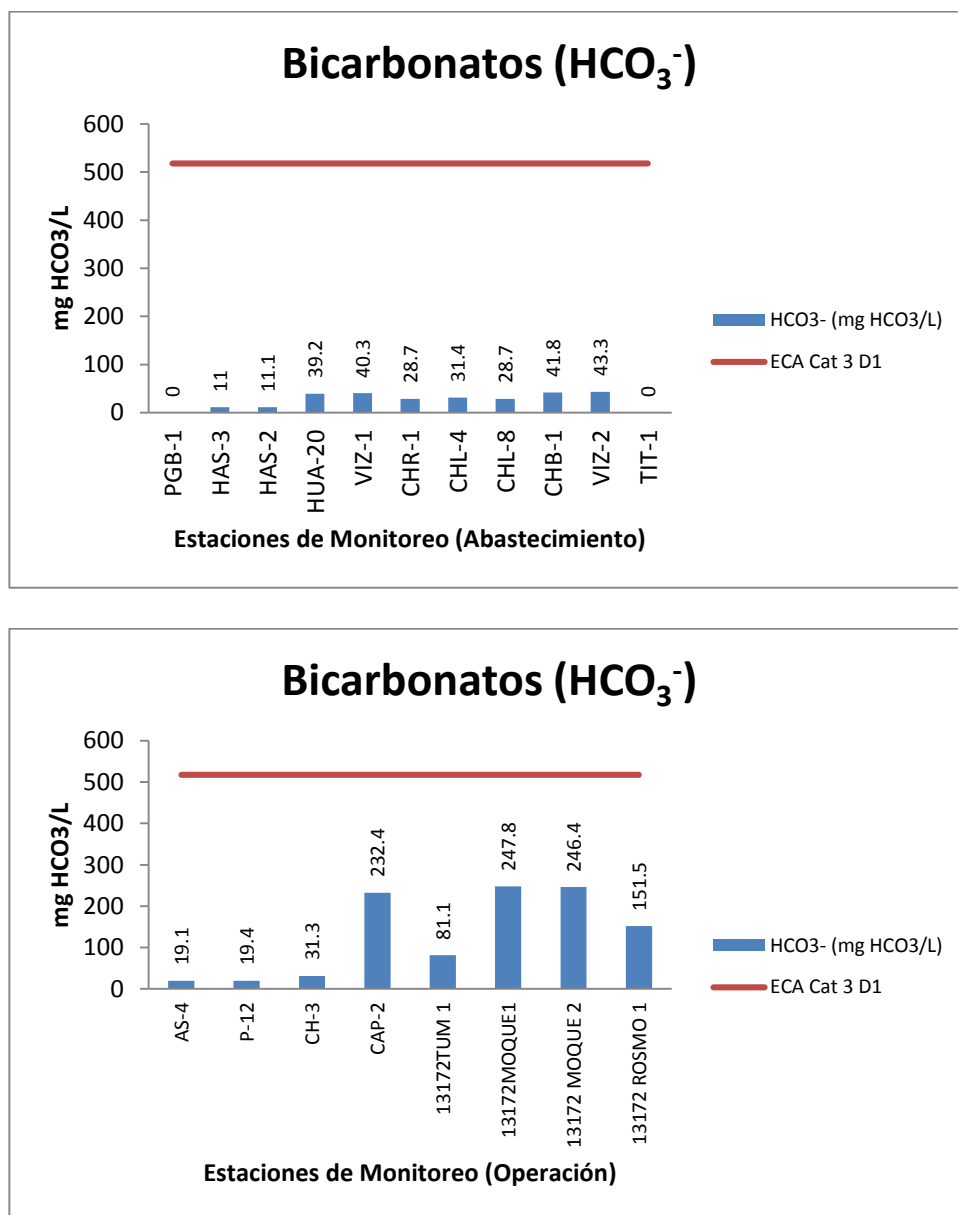


Gráfico 07. Variación espacial del valor del contenido de bicarbonato de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 370 mg CaCO_3/L .

Como se observa en el gráfico 07, el contenido de bicarbonatos en la zona de abastecimiento de agua, en las estaciones PGB-1 y TIT-1 son cero, esto se debe a la presencia de iones ácidos como hierro, aluminio, manganeso y presencia de iones sulfatos probablemente provenientes de la disolución por oxidación de material piritoso, adicionalmente esta se asocia a los valores bajos de pH. En el caso del PGB-1 esta situación de bajos valores de pH y ausencia de alcalinidad ha sido también reportada en las aguas del embalse. Estos valores bajos para el PGB-1 también han sido detectados en el MAP-III. La estación TIT-1 valores similares de bicarbonatos han sido reportados por el MAP-III en época húmeda donde la influencia de la influencia de lluvias puede estar arrastrando material del suelo al agua. Todas las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento de agua presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Se puede observar que el contenido de bicarbonato en las estaciones CAP-2 y las estaciones de la parte baja de la cuenca 13172RTum1, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172Rosmo1, presentan valores de bicarbonatos similares a los obtenidos en los MAP-I (74 – 183 mg HCO_3/L) y MAP-2 (65 – 186 mg CaCO_3/L) estos valores adicionalmente son similares a los valores de bicarbonatos en agua subterránea cercana a la zona del valle como por ejemplo el Manantial el Común 98,1 mg CaCO_3/L y el Totoral 119,2 mg CaCO_3/L . Las estaciones de la cuenca media AS-4, P-12 y CH-3 presentan valores bajos entre 19,1 y 31,33 mg HCO_3/L . Todas las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones presentan contenidos de bicarbonatos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

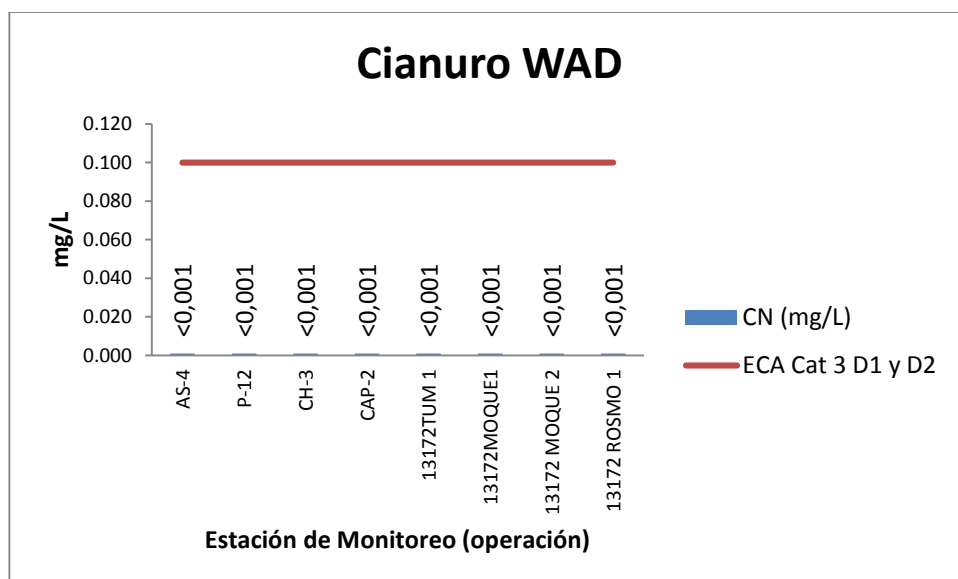
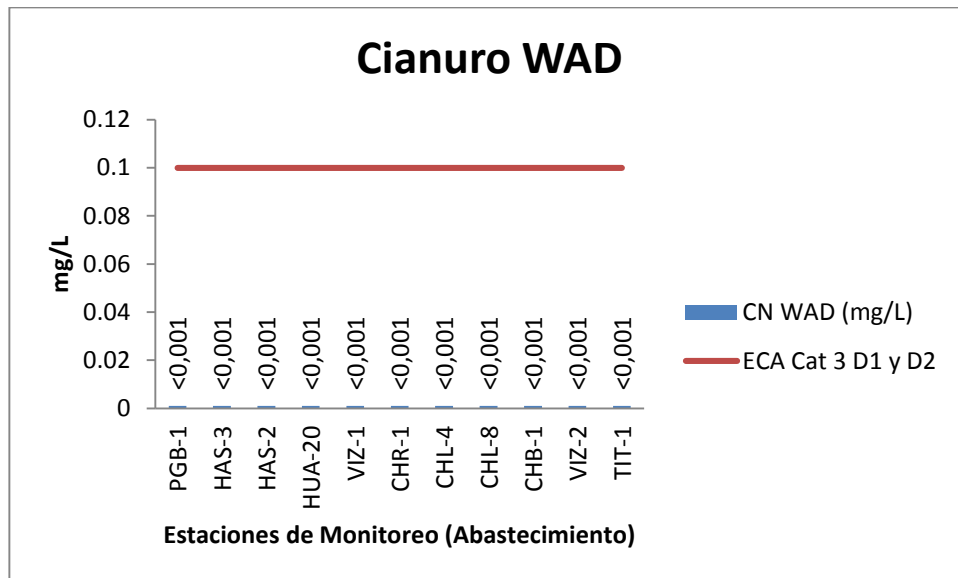
Cianuro WAD

Gráfico 08. Variación espacial del contenido de cianuro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 abastecimiento y operaciones, esta situación es similar a los resultados obtenidos en el MAP III, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento, y a los resultados obtenidos en el MAP I y MAP II, para la zona de operaciones, Moquegua e Ilo.

La ausencia de cianuro WAD en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento ha sido validado en el MAP III, 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 I y II, 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.

La mínima presencia de cianuro WAD encontrado en la estación HAS-3 Quebrada Vilaaje en el MAP III época húmeda, no ha sido verificada en el MAP IV época húmeda.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

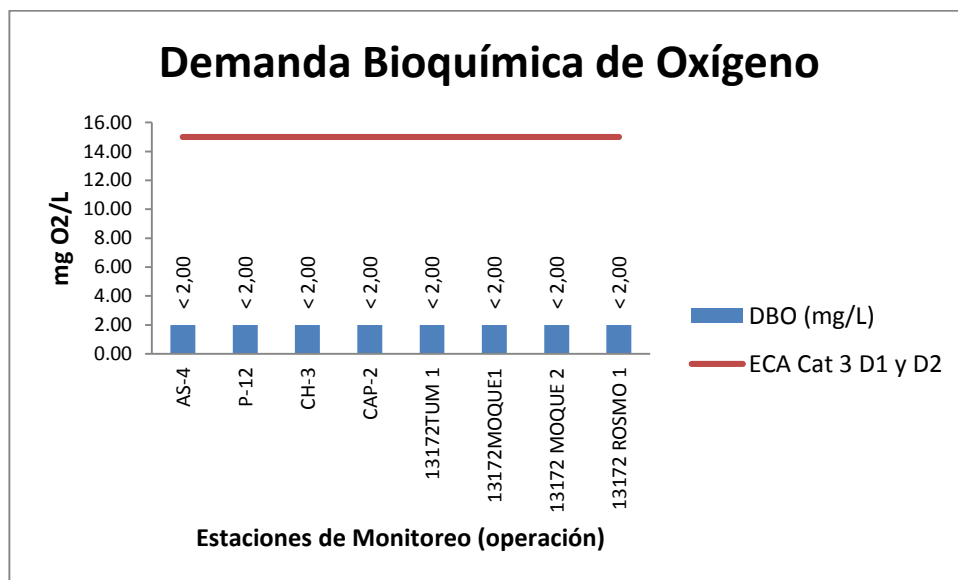
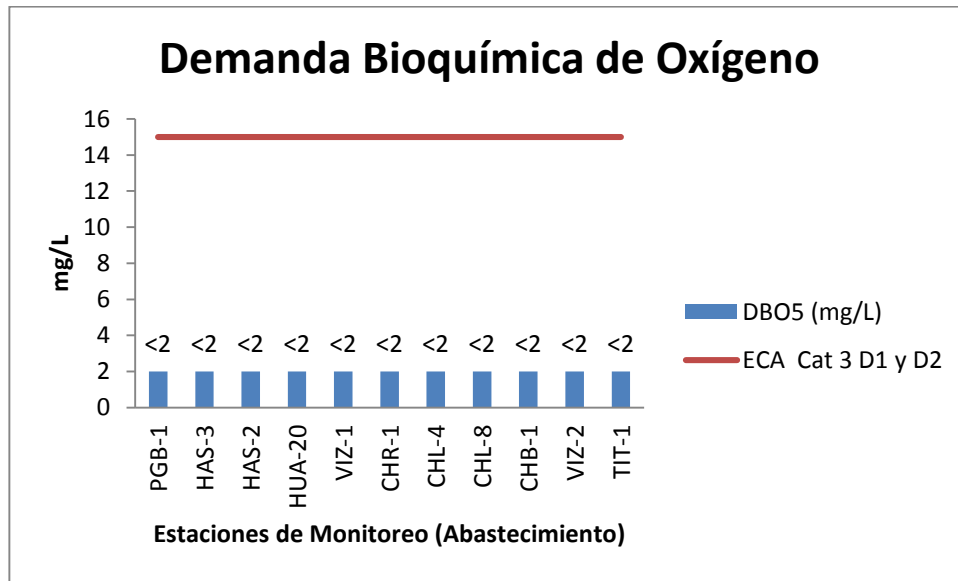


Gráfico 09. Variación espacial de la demanda bioquímica de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 abastecimiento, operaciones, Moquegua e Ilo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP III en época húmeda, para las estaciones de calidad de agua superficial de la zona de abastecimiento (ninguna estación presentó DBO), también son similares con los resultados del MAP III 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 II, para la zona de operaciones en época húmeda se observó que los valores del MAP IV fueron menores a los encontrados en el MAP II 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 IV y MAP II 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 IV son similares a los resultados obtenidos en el MAP I 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.

Demanda Química de Oxígeno - DQO

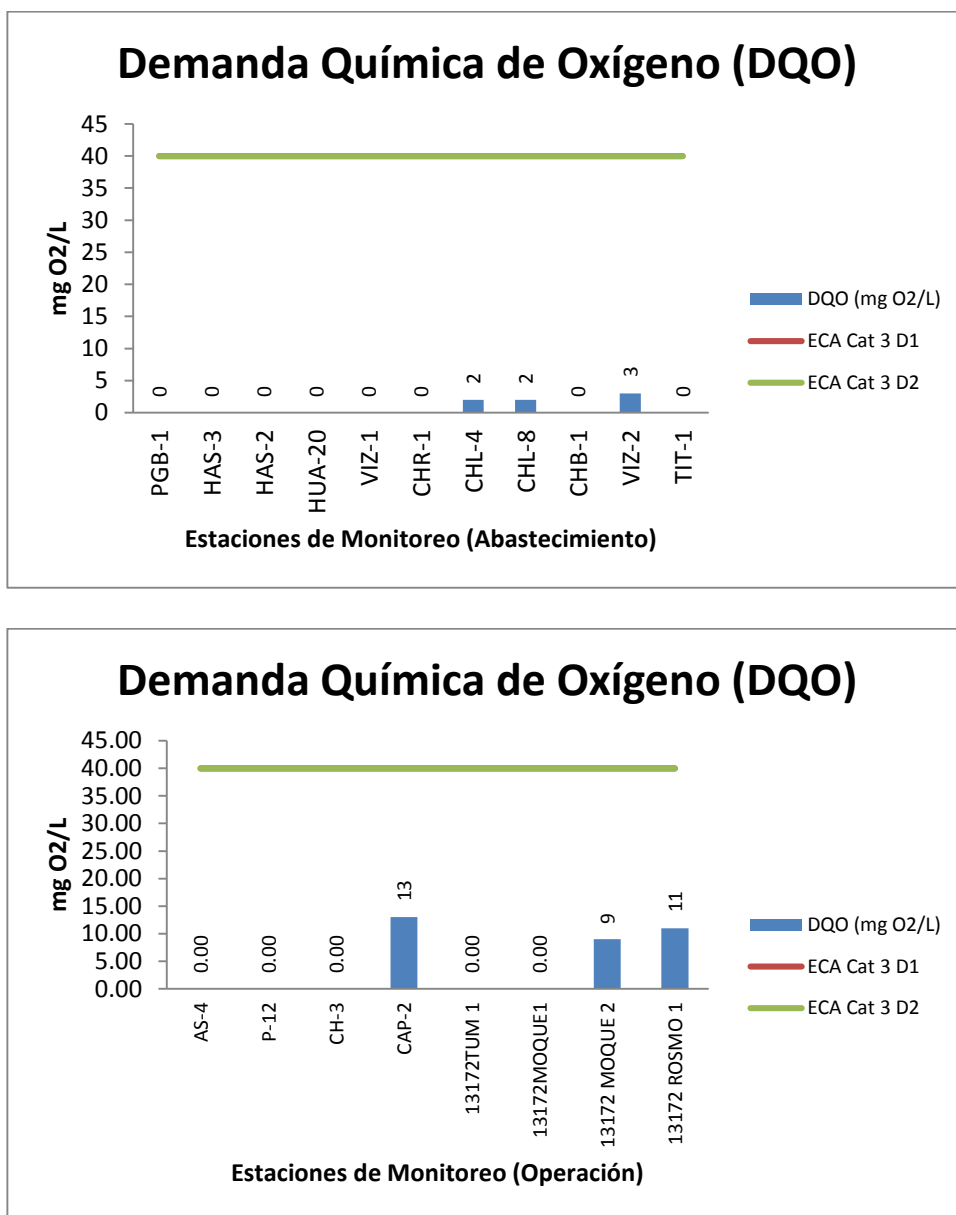


Gráfico 10 Variación espacial de la demanda química de oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 de agua se ha detectado valores bajos de DQO en las estaciones CHL-4 (2 mg/L), CHL-8 (2 mg/L) y VIZ-2 (3 mg/L), las demás estaciones no se ha detectado valores de DQO. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones se ha detectado valores bajos de DQO en las estaciones CAP-2 (13 mg/L), 13172RMoque2 (9 mg/L) y 13172Rosmo1 (11 mg/L), las demás estaciones no se ha detectado valores de DQO. Todas las estaciones cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los resultados del MAP IV son similares a los encontrados en el MAP III para las estaciones de monitoreo en la zona de abastecimiento tanto en época seca como en época húmeda. Los valores de DQO en las estaciones de monitoreo pueden deberse a presencia de material susceptible de oxidación como iones sulfuros, fluoruros, arsénico, hierro u otros.

Los resultados del MAP IV son similares a los encontrados por el MAP I y II para las estaciones de monitoreo en la zona de operaciones tanto en época seca como en época húmeda. 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.

Dureza

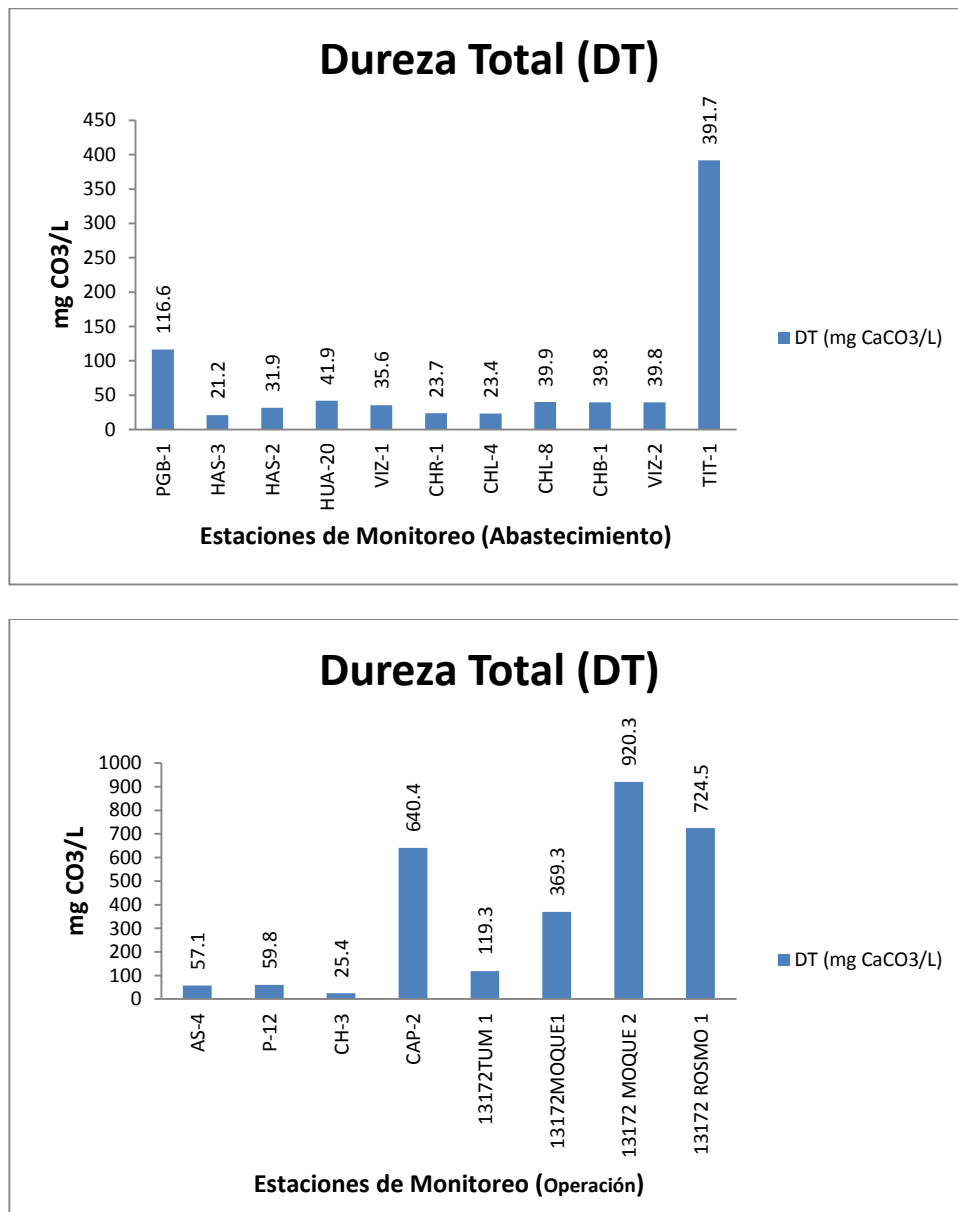


Gráfico 11. Variación espacial del valor de la dureza de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 CaCO_3/L de dureza como CaCO_3 , medianamente dura de 100 a 200 mg CaCO_3/L , dura de 200 a 300 mg CaCO_3/L , sin que tenga necesariamente que ser ablandada para servir a una comunidad con fines domésticos, muy dura para valores mayores a 300 mg CaCO_3/L .

Como se observa en gráfico 11, la calidad del agua de las estaciones de la zona de abastecimiento son blandas con excepción de la estación PGB-1 que es medianamente dura y la estación TIT-1 que es muy dura. Esto está asociado con contenidos elevados de sulfatos, calcio y magnesio.

La calidad del agua de las estaciones de la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 son blandas. En el río Capillune la calidad del agua es muy dura. En el río Tumilaca la estación 13172Rtumi1 presenta una dureza moderada. En el río Moquegua y Osmore 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.

Los valores de dureza en las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento y operaciones son similares a los obtenidos en el MAP I, II y III, están dentro de lo esperado en la línea de base ambiental validada para época seca y húmeda.

Fosfatos (Fósforo Reactivo Disuelto)

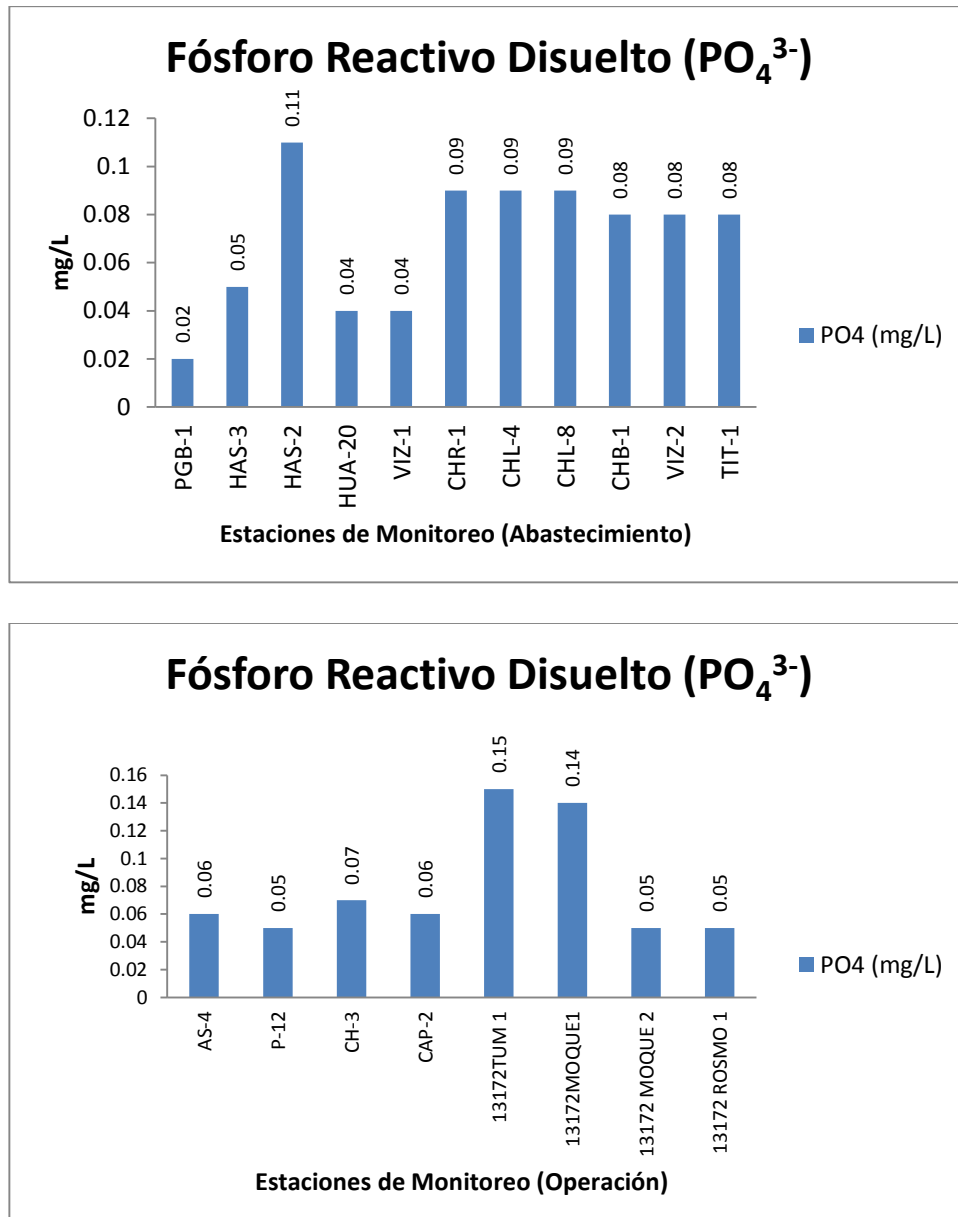


Gráfico 12. Variación espacial del contenido de fósforo reactivo total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

La concentración de fósforo en la zona de abastecimiento (0,02 – 0,11 mg P-PO₄/L) fue similar a lo reportado para el MAP III época húmeda (0,05 – 0,156 mg P-PO₄/L) y época seca (0,014 – 0,17 mg P-PO₄/L). Se encuentran dentro de los resultados esperados por la línea de base ambiental validada.

La concentración de fósforo en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo (0,05 – 0,15 mg P-PO₄/L) fueron mayores a lo reportado para el MAP I época seca (0,00 – 0,045 mg P-PO₄/L) y MAP II época húmeda (0,00 – 0,089 mg P-PO₄/L).

Los resultados en la zona de operaciones, Moquegua e Ilo se encuentran por encima de lo esperado por la línea de base ambiental. Esto puede sugerir el ingreso de alguna fuente de fósforo en el río Asana, Tumulaca, Moquegua e Ilo, probablemente debido al ingreso por escorrentía desde el suelo o ingreso de aguas residuales con fósforo (detergentes). Esto también puede asociarse al hecho de que el río Tumulaca el día del muestreo presento un gran caudal y turbidez, que indica ingreso de material de suelo al agua.

Sólidos Totales Disueltos

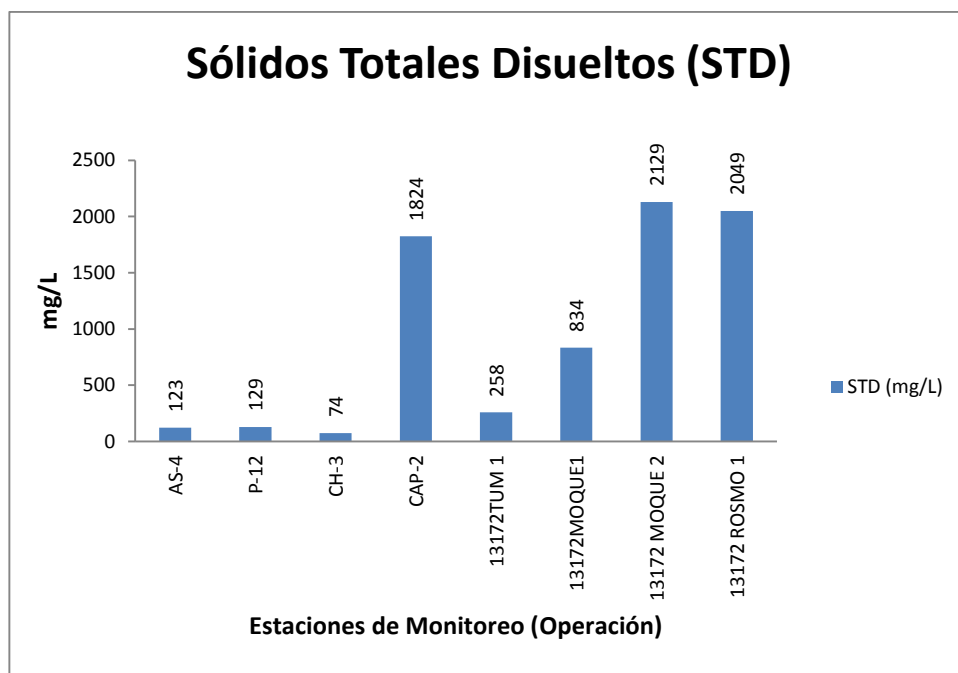
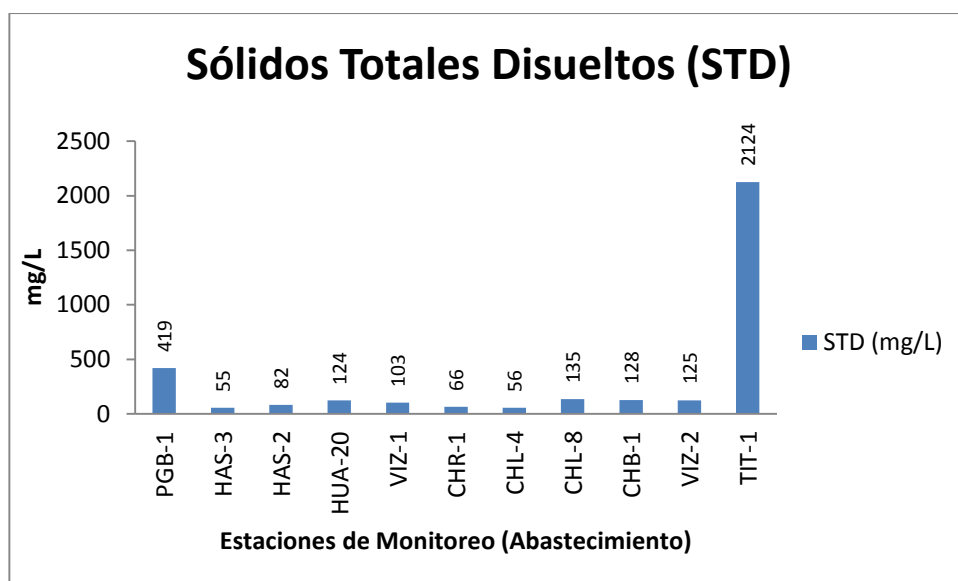


Gráfico 13. Variación espacial del contenido de sólidos totales disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

En la zona de abastecimiento el contenido de sólidos totales disueltos en las estaciones de los ríos Vizcachas, Chilota, Calasaya y las quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos de STD que oscila entre 55 a 155 mg/L, la estación PGB-1 presenta un valor alto de STD de 419 mg/L, este valor se asocia con valores entre moderados y altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, boro, calcio, cobalto, litio, Manganeseo (alto), plomo, potasio y sodio. De manera similar el río Titire en la estación TIT-1 (2124 mg/L) presenta valores muy altos de sulfuros (actividad geotermal), cloruros, fluoruros, sulfatos, aluminio, STS, boro, cobre, hierro, manganeso, potasio y sodio.

Los valores encontrados por el MAP IV para la zona de abastecimiento cumplen con lo validado por la línea de base ambiental en el MAP III.

En la zona de operaciones, las estaciones de AS-4 (123 mg/L) y P-12 (129 mg/L) presentan valores bajos de STD, se encuentran dentro de la establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (79 – 159 mg/L) para la estación P-12. La estación CAP-2 (1824 mg/L) presentan valores altos relacionados con valores altos de cloruros, fluoruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio, probablemente proveniente de aguas provenientes de ojos de agua utilizados en los poblados cercanos como el de calientes, este valor alto del CAP-2 se encuentran dentro de la establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP I y MAP II (175 – 2855 mg/L).

En las estaciones de monitoreo en Moquegua e Ilo, se ha determinado valores muy altos de STD en las estaciones, 13172RMoque2 (2129 mg/L) y 13172Rosmo1 (2049 mg/L), estos valores se asocian con valores altos de cloruros, sulfatos, boro, calcio, manganeso, potasio y sodio. Estos valores son similares a los encontrados en el MAP-1 y MAP-2. La fuente probable de sólidos en la zona del valle, puede ser el tipo de suelo carbonatado, bicarbonatado cálcico, magnésico con influencia de cloruros de sodio y potasio, adicionalmente puede deberse al ingreso de aguas de naturaleza subterránea.

Sólidos Totales en Suspensión

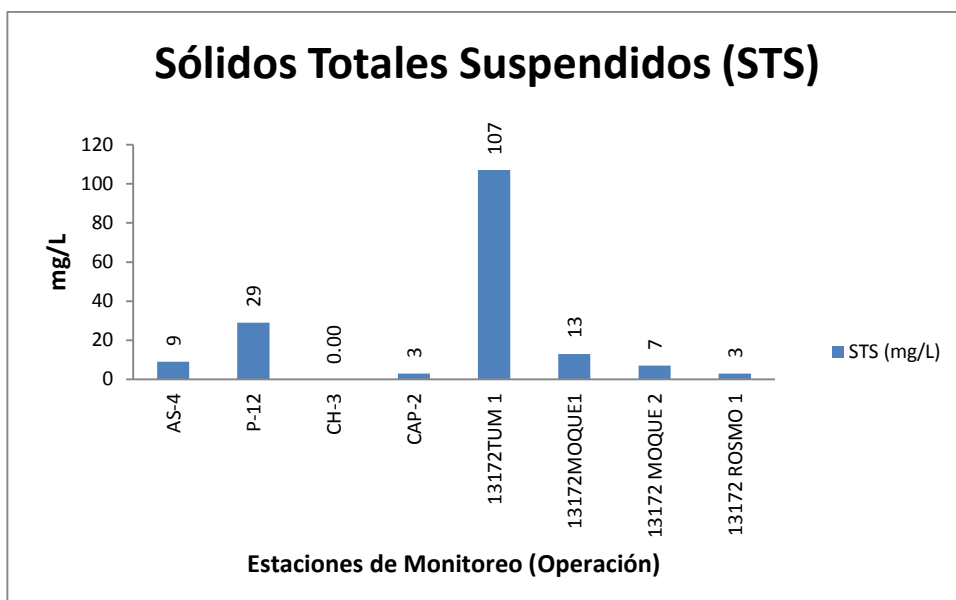
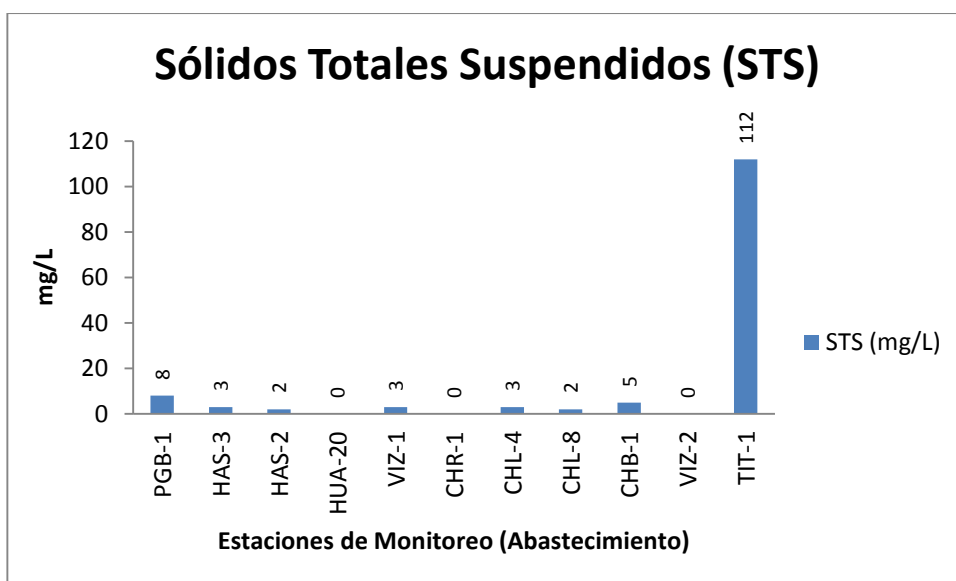


Gráfico 14. Variación espacial del contenido de sólidos totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 el gráfico 14, en la zona de abastecimiento el contenido de STS en los ríos Vizcachas (PGB-1, VIZ-1, VIZ-2), Chilota (CHR-1, CHL4, CHL-8 y CHB-1), Calasaya (HUA-20) y agua de las quebradas (HAS-2 y HAS-3) es bajo de 0 a 8 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III, para las estaciones PGB-1 (2 – 15 mg/L), CHL-8 (2 – 269 mg/L) y VIZ-2 (1 – 180 mg/L).

La calidad del agua del río Titire TIT-1 (112 mg/L) presenta valores altos debido a la presencia de gran cantidad de material suspendido, este valor alto se encuentran dentro de lo establecido por la validación de la línea de base ambiental del MAP III (2 – 788 mg/L). El valor alto puede deberse al ingreso de material de suelo altamente mineralizado y de aguas de origen geotermal

En la zona de operaciones río Asana en las estaciones AS-4 (9 mg/L) y P-12 (29 mg/L), presenta valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación P-12 (2 – 113 mg/L).

En la zona de operaciones los ríos Charaque CH-3 (0 mg/L) y CAP-2 (3 mg/L) presentan valores bajos de STS, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la línea de base ambiental validada en el MAP I y II para la estación CH-3 (2 – 639 mg/L) y CAP-2 (2 - 1064 mg/L). Por los valores bajos se deduce el ingreso de material particulado desde el suelo, ausencia de lluvias en la época de monitoreo.

En la zona de Moquegua el río Tumilaca en la estación 13172RTum1 (107 mg/L) es un valor alto que difiere de lo encontrado en el MAP-1 (3 mg/L) y MAP-2 (8mg/L), esto puede deberse al ingreso de material de suelo por presencia de lluvias que se correlaciona con el incremento del caudal para la fecha de monitoreo.

En la zona de Moquegua e Ilo estaciones 13172RMoque1 (13 mg/L), 13172RMoque2 (7 mg/L) y 13172Rosmo1 (3 mg/L) son similares a los obtenidos por el MAP-1 y MAP-2.

Por lo general las aguas de las cuencas de la zona de abastecimiento, operaciones, Moquegua e Ilo son aguas claras con bajos contenidos de STS.

Sulfuros

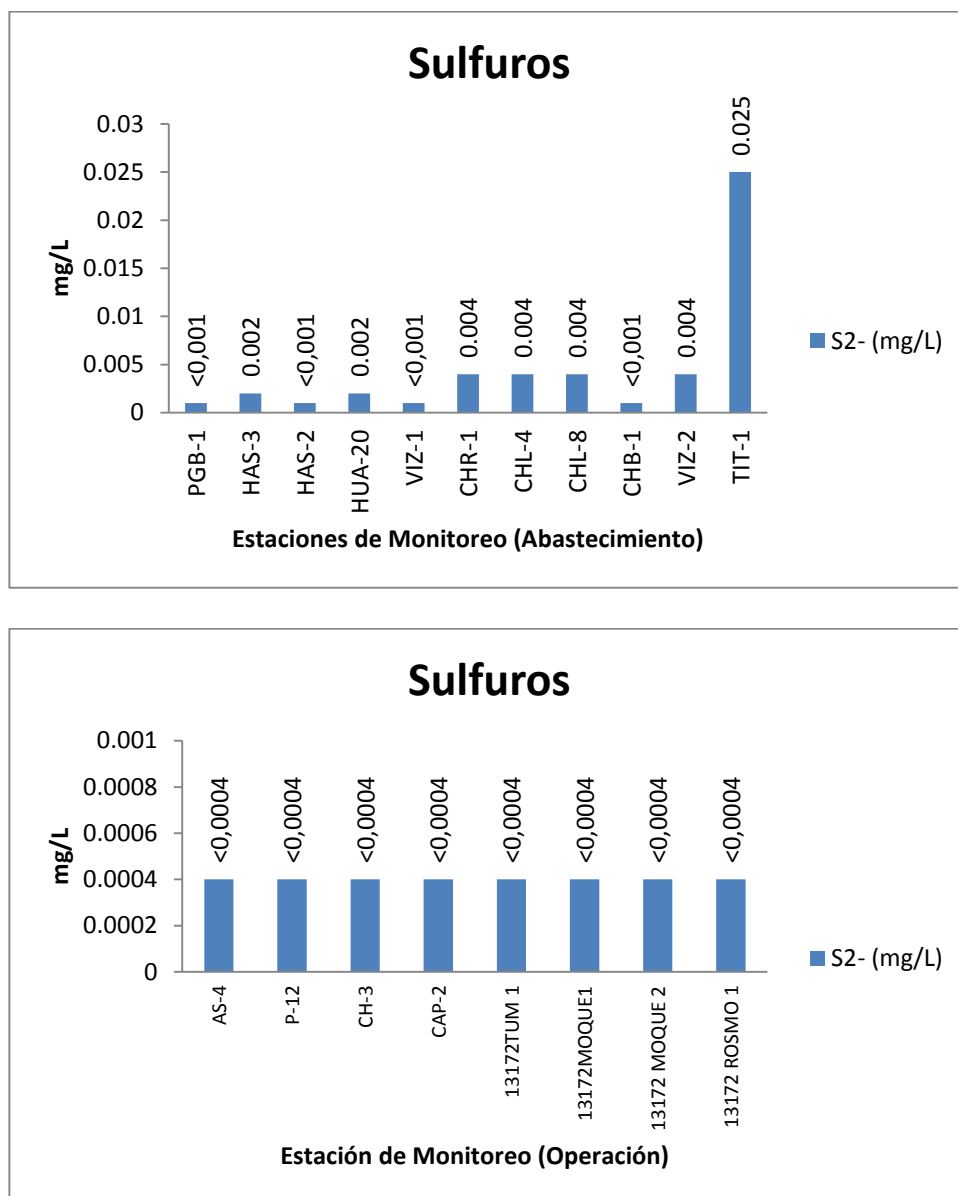


Gráfico 15. Variación espacial del contenido de sulfuros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 H_2S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H_2S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H_2SO_4 en las paredes de las tuberías.

Como se observa en el gráfico 15, las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de sulfuros ($<0,001 - 0,004$ mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (0,025 mg/L) nos sugiere presencia de aguas subterráneas de origen geotermal en las aguas del río Titire, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (0,002 – 0,032 mg/L).

Las estaciones en la zona de operaciones AS-4, P-12, CH-3 y CAP-2 no se ha detectado presencia de sulfuros, resultados menores a los reportados para el MAP-1 y MAP-2.

Las estaciones en la zona de Moquegua e Ilo no se ha detectado presencia de sulfuros, resultados menores a los reportados para el MAP-1 y MAP-2.

La fuente de sulfuros en el agua en la época de monitoreo de agua del MAP-IV, no ha tenido mayor aporte en la cuenca, requiere mayores estudios para identificarla.

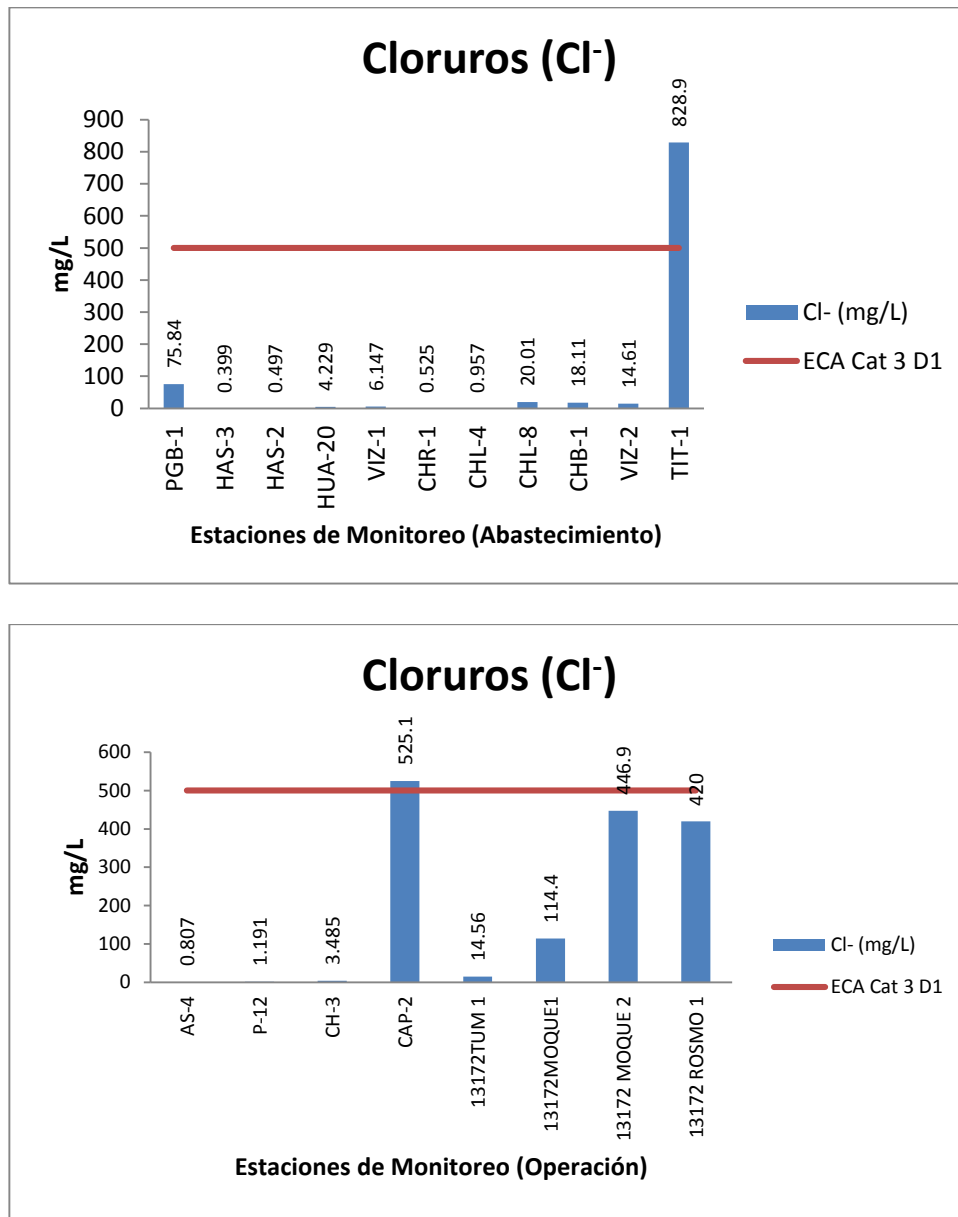
ANIONES**Cloruros**

Gráfico 16. Variación espacial del contenido de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

Los cloruros se encuentran en los suelos de Moquegua juntamente con los aluminosilicatos y sulfatos, se encuentra asociado 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 el gráfico 16, el contenido de cloruros en las estaciones en la zona de abastecimiento río Vizcachas, Chilota, Calasaya y quebradas presentan valores bajos de cloruros (0,399 – 75,84 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3. En el caso de la estación TIT-1 (828,9 mg/L) nos sugiere presencia de aguas subterráneas de origen geotermal en las aguas del río Titire, estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-3 para el TIT-1 (48 – 4695 mg/L).

Las estaciones en la zona de operaciones AS-4, P-12 y CH-3 la concentración de cloruros es baja (0,807 – 3,485 mg/L), estos valores están dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 para el P-12 (0,72 – 1,55 mg/L) y CH-3 (0,99 – 3,07 mg/L).

La estaciones en la zona de operaciones CAP-2 la concentración de cloruros es alta (525,1 mg/L), este valor está dentro de la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2 (3 – 739,1 mg/L). Este elevado valor se puede deber al ingreso de aguas subterráneas en la zona de calientes a través de los ojos de agua en la zona. El contenido de cloruros en la estación CAP-2 supera lo establecido por el ECA Agua categoría 3 por lo que se debe restringir el uso de estas aguas para riego.

Las estaciones en la zona de Moquegua e llo estaciones 13172RTum1, 13172RMoque1, 13172RMoque2 y 13172ROsmo1, se observa un incremento del contenido de cloruros conforme se ingresa la valle de Moquegua lo que sugiere ingreso de cloruros desde el suelo o por influencia de aguas de aguas subterráneas. Los resultados del MAP-4 son similares a los del MAP-1 y MAP-2. Sin embargo la concentración de cloruros en estas estaciones está por debajo de lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

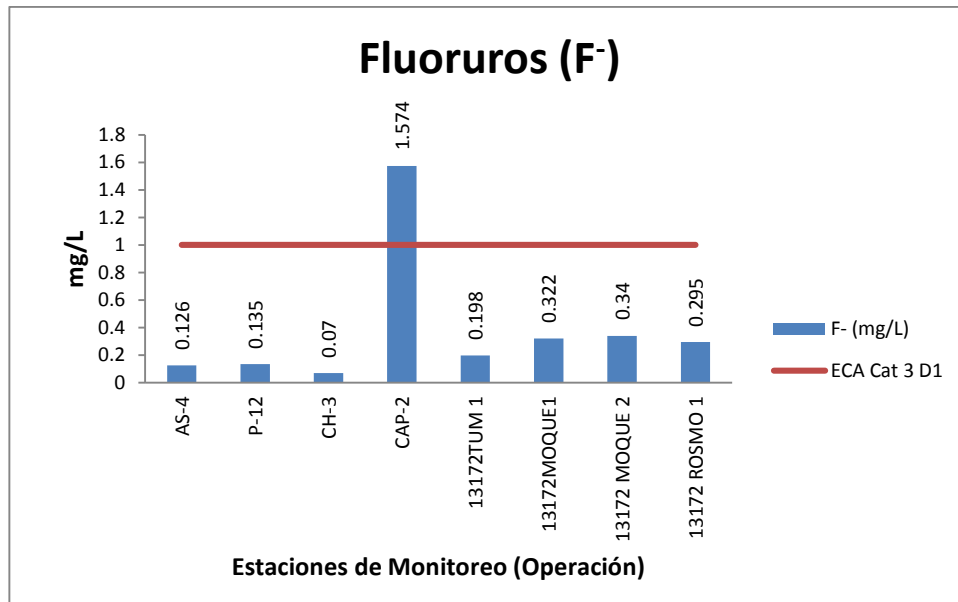
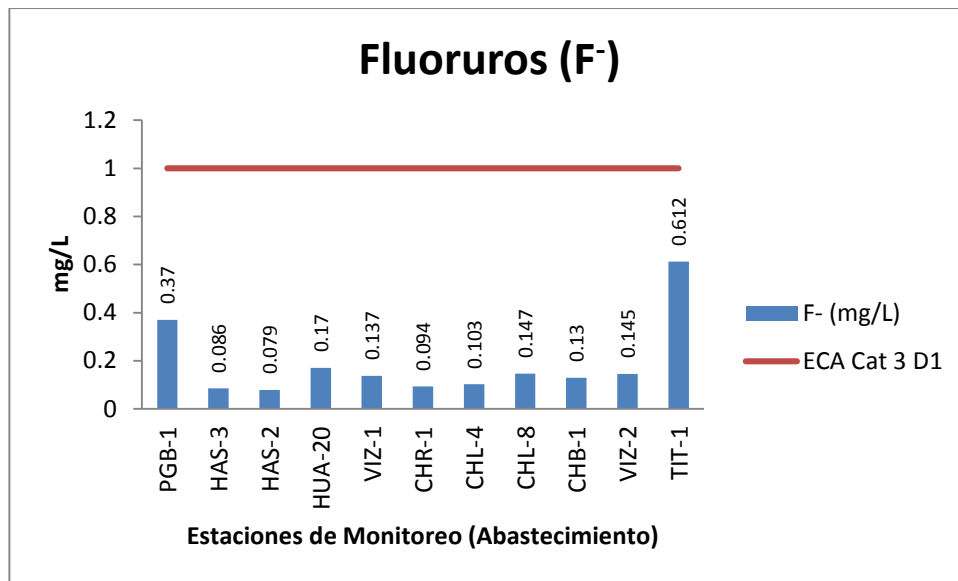
Fluoruro

Gráfico 17. Variación espacial del contenido de fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 $\text{pH} < 5$. 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 el gráfico 17, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de fluoruros que están entre 0,079 y 0,612 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,612 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,002 – 0,481 mg/L), CHL-8 (0,04 – 0,210 mg/L), VIZ-2 (0,038 – 2,136 mg/L) y TIT-1 (0,002 – 1,046 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,126 mg/L) y P-12 (0,135 mg/L) presentan valores bajos de Fluoruros, la estación en el río Charaque CH-3 (0,07 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA. La estación en el río Capillune CAP-2 (1,574 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representando un riesgo para la salud de la población, cultivos y animales de crianza.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,198 y 0,34 mg/L, probablemente esto sea responsable del bajo índice de caries en niños en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,082 – 0,138 mg/L), CH-3 (0,035 – 0,065 mg/L) y CAP-2 (0,1 – 2,151 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,081 mg/L) y MAP-2 (0,075 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,167 y 0,123 mg/L), 13172RMoqu1 (0,225 y 0,204 mg/L), 13172RMoqu2 (0,232 y 0,186 mg/L) y 13172ROsmo1 (ND – 0,164 mg/L).

El valor alto de fluoruro en el río Capillune influye sobre el contenido de fluoruro de los ríos Tumilaca, Moquegua y Osmore.

Nitratos

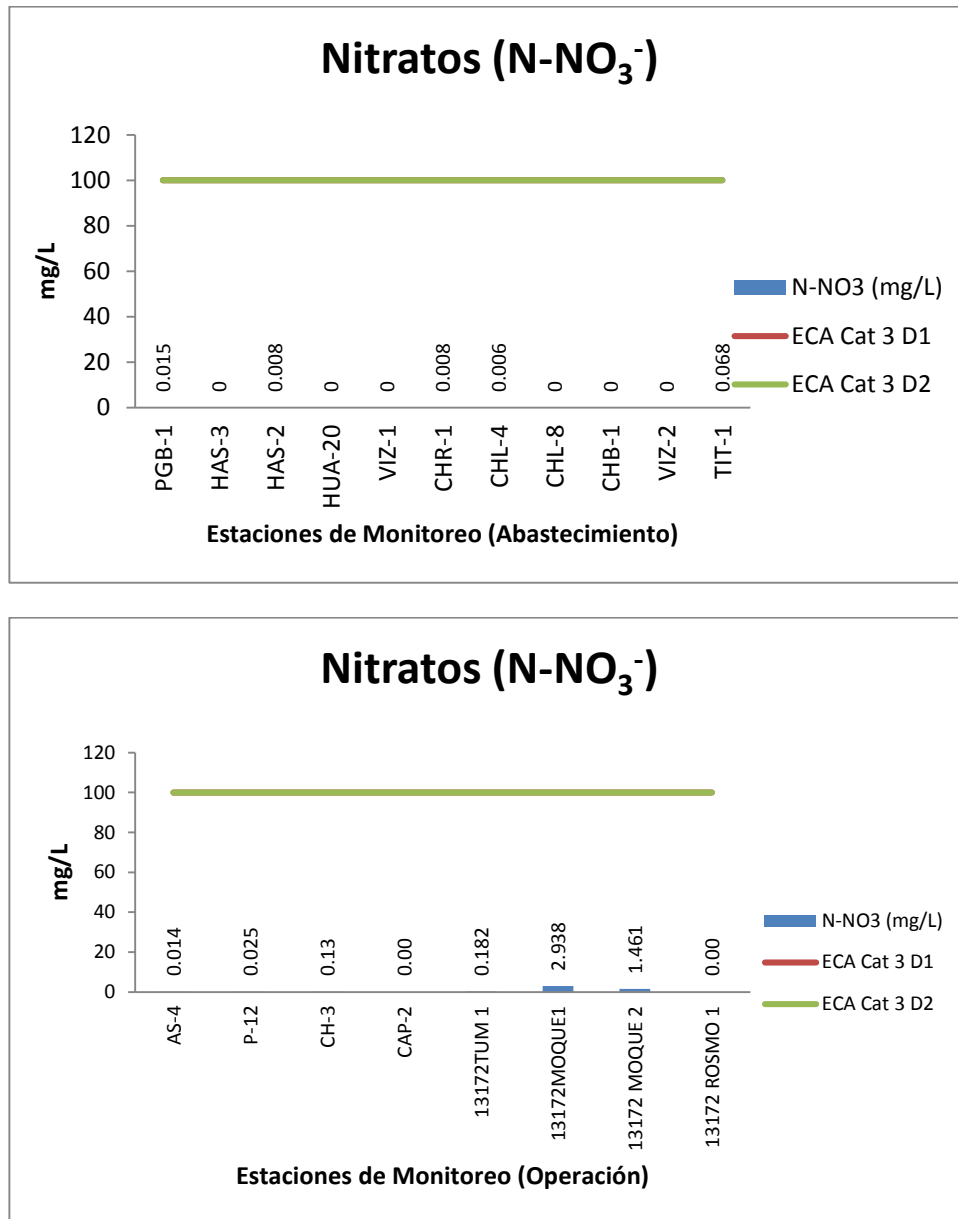


Gráfico 18. Variación espacial del contenido de nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 el gráfico 18, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de nitratos que están entre 0,0 y 0,068 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,068 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,003 – 0,375 mg/L), CHL-8 (0,003 – 0,5 mg/L), VIZ-2 (0,003 – 0,310 mg/L) y TIT-1 (0,086 – 0,972 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,014 mg/L) y P-12 (0,025 mg/L) presentan valores bajos de nitratos, la estación en el río Charaque CH-3 (0,13 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (1,574 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0 y 2,938 mg/L, probablemente en el caso del 13172RMOqu1 el valor de 2,938 se deba al ingreso de aguas residuales no controladas.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,003 – 0,131 mg/L), CH-3 (0,003 – 0,357 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,483 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,028 mg/L) y MAP-2 (0,02 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,045 y 0,135 mg/L), 13172RMoqu1 (2,120 y 2,514 mg/L), 13172RMoqu2 (3,125 y 3,143 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,839 – ND mg/L).

Existe un ingreso de nitratos en la zona del valle probablemente por el ingreso de aguas residuales o escorrentías desde los suelos fertilizados.

Sulfatos

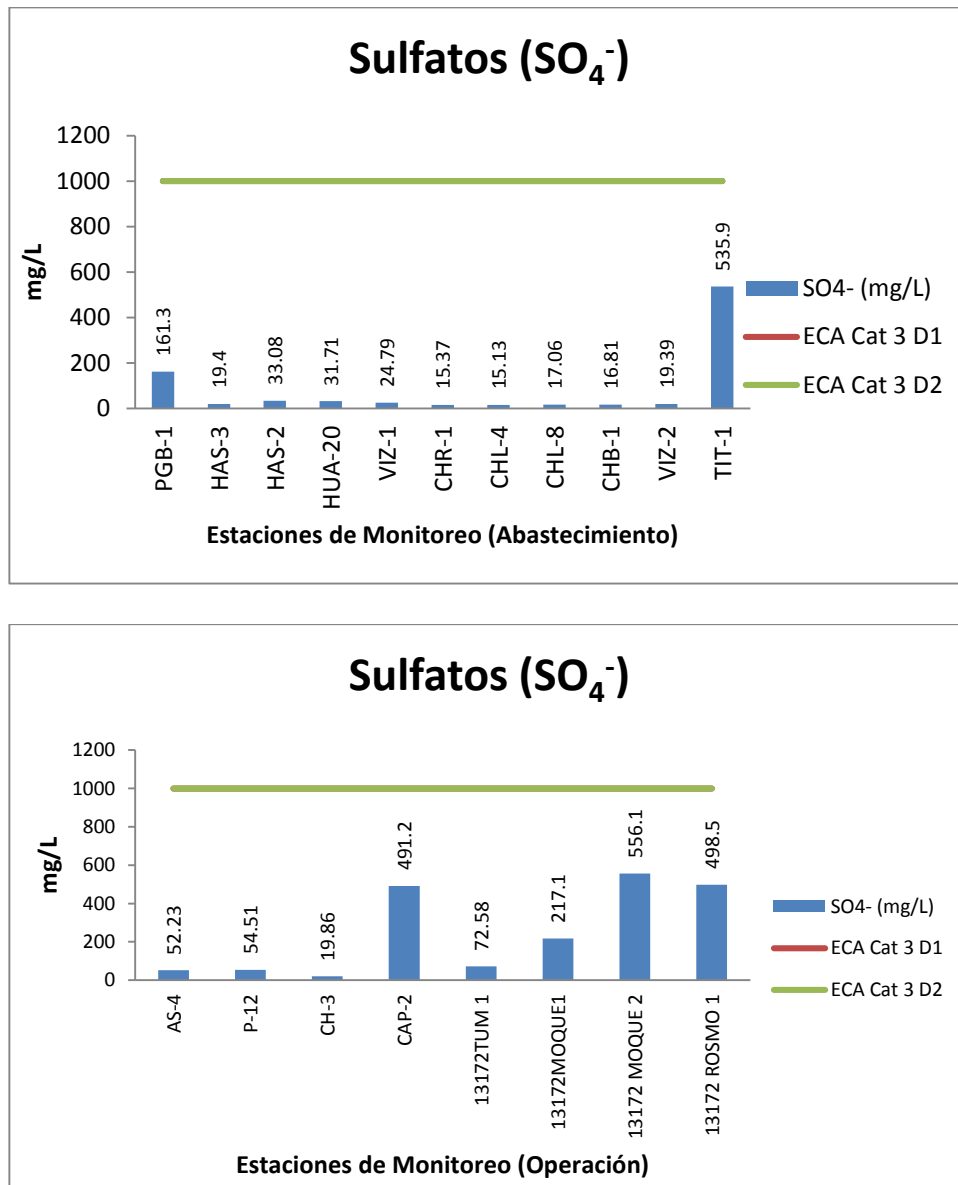


Gráfico 19. Variación espacial del contenido de sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

Los sulfatos en el agua pueden provenir de la oxidación de minerales sulfurados como los sulfuros de aluminio y hierro, 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. 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 el gráfico 19, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de sulfatos que están entre 15,13 y 161,3 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (535,9 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (38,4 – 180,5 mg/L), CHL-8 (1,0 – 51,26 mg/L), VIZ-2 (6,0 – 133,6 mg/L) y TIT-1 (63,93 – 1006,0 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (52,23 mg/L) y P-12 (54,51 mg/L) presentan valores bajos de sulfatos, la estación en el río Charaque CH-3 (19,86 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (1491,2 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado caliente, cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores medios que están entre 72,58 y 556,1 mg/L, Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (43,9 – 62,56 mg/L), CH-3 (11,62 – 19,24 mg/L) y CAP-2 (19,0 – 867,3 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (48,45 mg/L) y MAP-2 (59,36 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (72,35 y 75,36 mg/L), 13172Rmoqu1 (160,1 y 182,1 mg/L), 13172Rmoqu2 (358,7 y 441,5 mg/L) y 13172ROsmo1 (370,6 – 422,6 mg/L).

El valores medios de sulfatos en el río Capillune y en los ríos Tumilaca, Moquegua y Osmore pueden provenir del ingreso de aguas subterráneas y del tipo de suelo en el valle de Moquegua que son carbonatados y sulfatados.

METALES

Aluminio

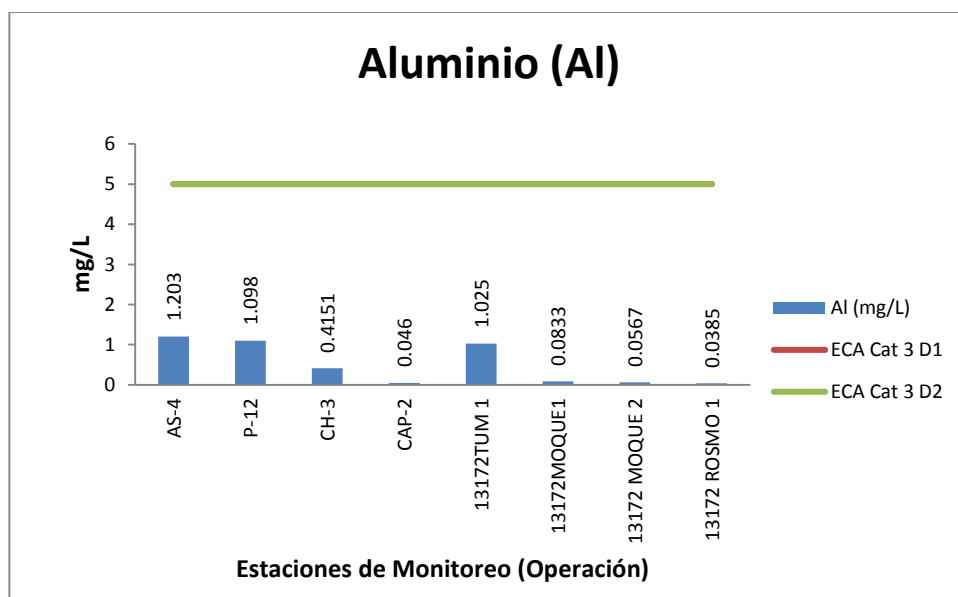
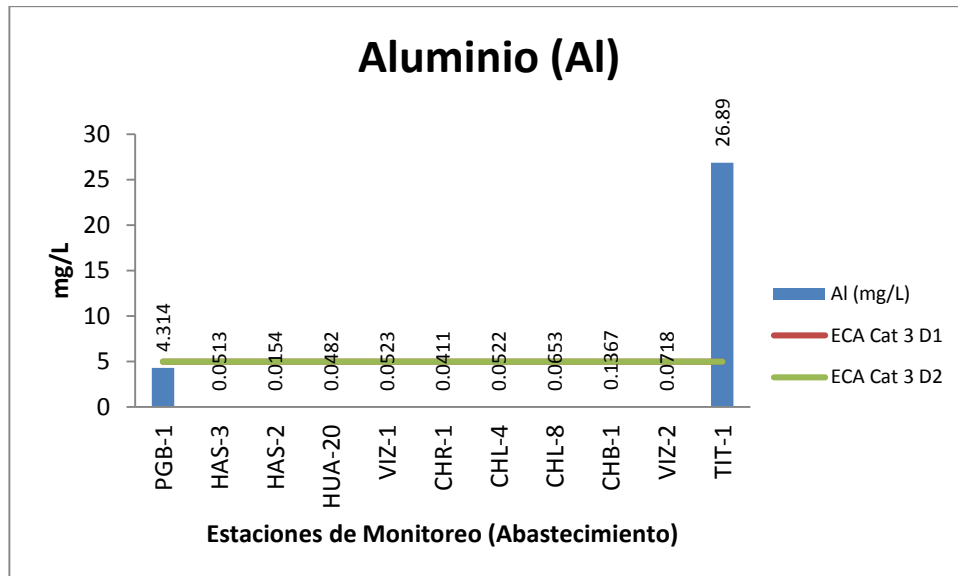


Gráfico 20. Variación espacial del contenido de Aluminio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El aluminio se presenta en agua natural como resultado de la meteorización de rocas que contienen aluminio como la gibbsita $\text{Al}(\text{OH})_3$. 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 el gráfico 20, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de aluminio que están entre 0,0154 y 4,314 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (26,89 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, este valor no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 6,645 mg/L), CHL-8 (0,001 – 6,858 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 6,444 mg/L) y cercano para el TIT-1 (0,343 – 18,1 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (1,203 mg/L) y P-12 (1,098 mg/L) presentan valores bajos de aluminio, la estación en el río Charaque CH-3 (0,4151 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,046 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0385 y 1,025 mg/L, esto debido principalmente al aporte del agua de la quebrada Millune como se observó en el MAP.1 y MAP-2.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,942 – 5,636 mg/L), CH-3 (0,001 – 12,49 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 13,48 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (2,029 mg/L) y MAP-2 (2,415 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo fueron ligeramente mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,231 y 0,419 mg/L), 13172RMoqu1 (0,237 y 1,153 mg/L), 13172RMoqu2 (ND mg/L) y 13172ROsmo1 (ND mg/L), el incremento de aluminio en las aguas de estas estaciones probablemente se debe al incremento inusual del caudal en la estación 13172Rtum1 donde se puede haber presentado un evento de avenida asociado al incremento de sólidos suspendidos totales

Las aguas de la quebrada Millune aportan aluminio a la cuenca del río Asana, Tumilaca, Moquegua y Osmore.

Arsénico

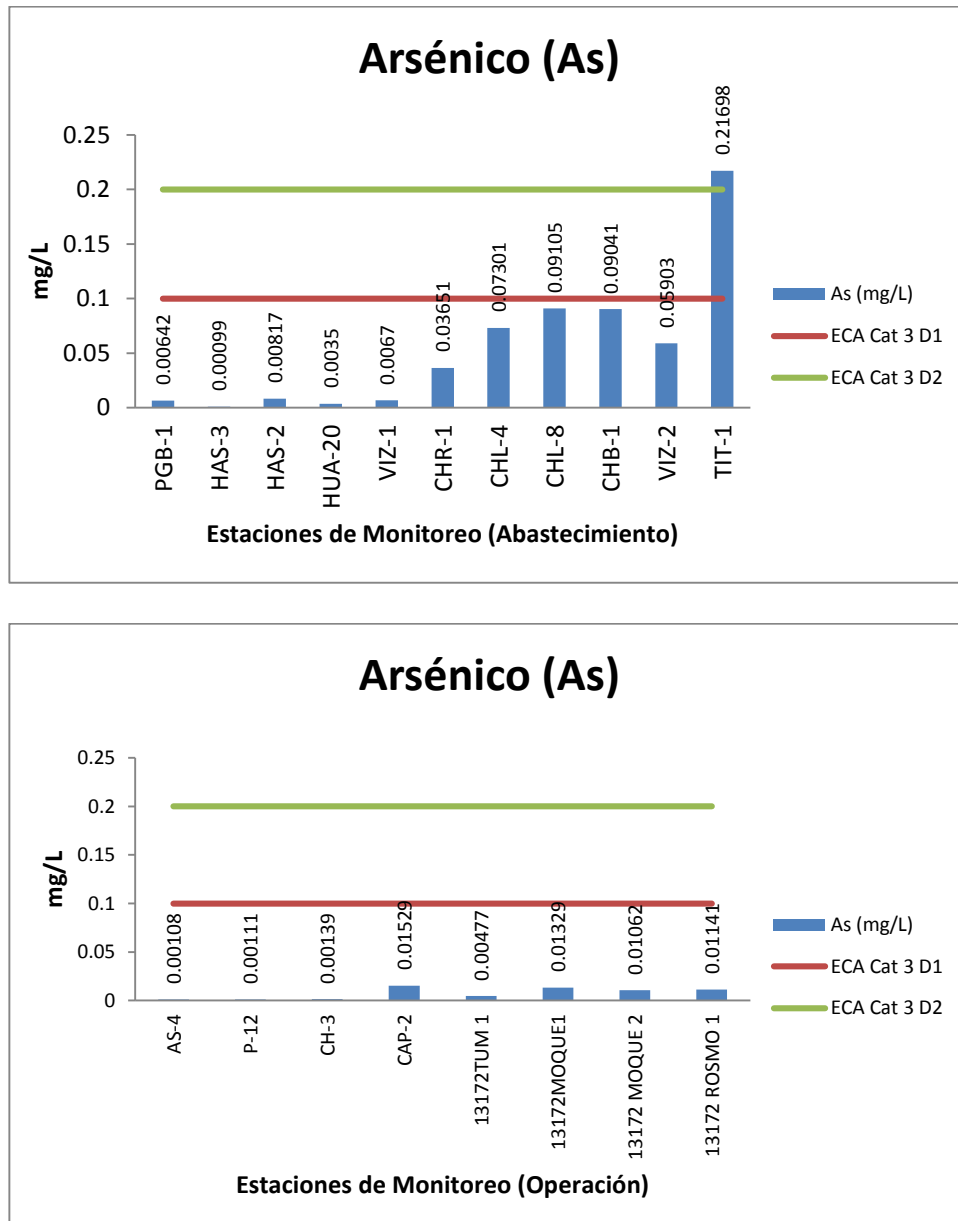


Gráfico 21. Variación Espacial del contenido de Arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 el gráfico 21, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de arsénico que están entre 0,00099 y 0,09105 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. El río Chilota en la estación CHR-1 ubicada frente a un manantial de aguas geotermales, aporta arsénico en cantidades medias a la cuenca del Chilota y del río Vizcachas incrementando el contenido de arsénico en la estación VIZ-2. Se observa que el río Titire (0,21698 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0 – 0,026 mg/L), CHL-8 (0,003 – 0,222 mg/L), VIZ-2 (0,021 – 0,124 mg/L) y TIT-1 (0,031 – 1,557 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,00108 mg/L) y P-12 (0,00111 mg/L) presentan valores bajos de arsénico, la estación en el río Charaque CH-3 (0,001529 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,01529) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00477 y 0,01062 mg/L, probablemente debido al aporte del Capillune. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0 – 0,004 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,002 mg/L) y CAP-2 (0,0 – 0,079 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 y MAP-2 (ND mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (ND mg/L), 13172RMoqu1 (ND y 0,0102 mg/L), 13172RMoqu2 (ND y 0,006 mg/L) y 13172ROsmo1 (ND – 0,007 mg/L).

Los aportes de arsénico a las cuencas probablemente provienen de aguas subterráneas de naturaleza geotermal.

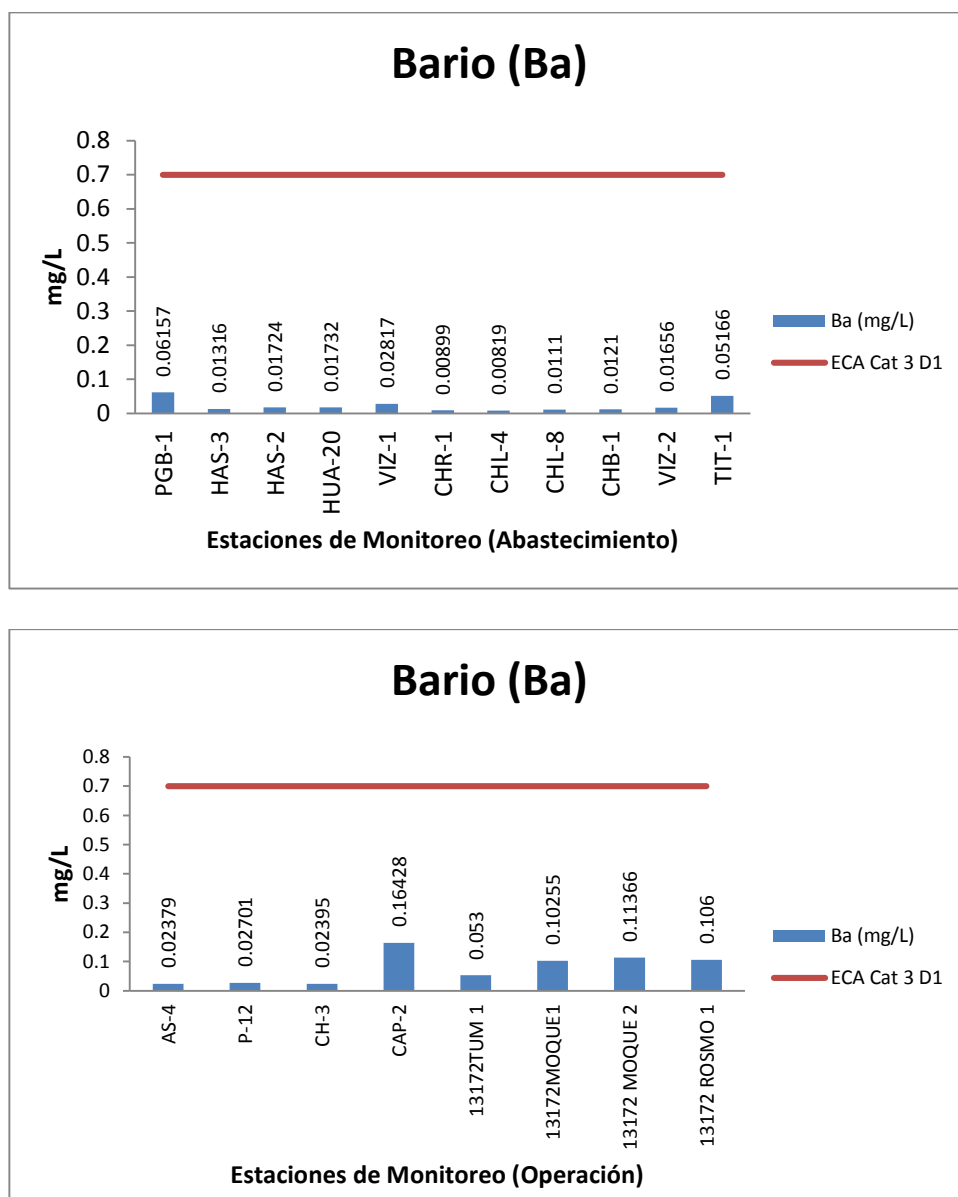
Bario

Gráfico 22. Variación espacial del contenido de bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El bario es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero en el agua se presenta a nivel traza. El bario 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 0,1 mg/L para riego de vegetales y de 0,2 para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 22, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, y río Titire TIT-1 presenta contenidos de bario que están entre 0,00819 y 0,06157 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3..

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,024 – 0,082 mg/L), CHL-8 (0,008 – 0,097 mg/L), VIZ-2 (0,009 – 0,096 mg/L) y TIT-1 (0,037 – 0,170 mg/L).

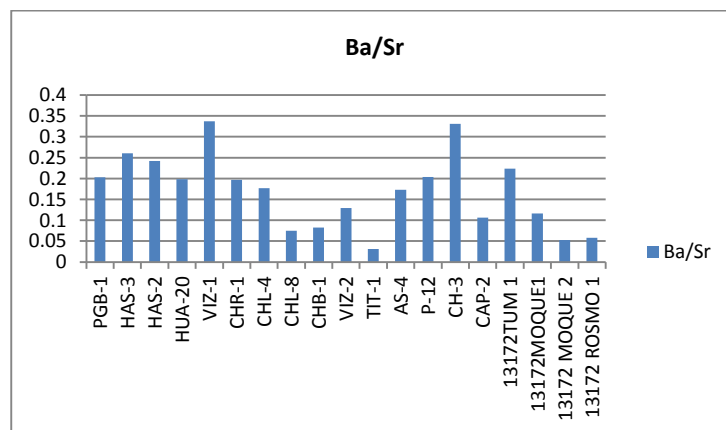
En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,02379 mg/L) y P-12 (0,02701 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (0,02395 mg/L) y la estación en el río Capillune CAP-2 (0,16428) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,053 y 0,11366 mg/L, probablemente debido al ingreso desde el suelo. Cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,016 – 0,074 mg/L), CH-3 (0,017 – 0,172 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,182 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 y MAP-2 (0,0139 y 0,0157 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0334 y 0,039 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,0818 y 0,1002 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,0867 y 0,0967 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0857 – 0,0747 mg/L).

Como se observa en el Gráfica 22b, las estaciones de la cuenca baja del Chilota (CHL-8, CHB-1) y zona de Moquegua (13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1) se caracterizan por ser zonas con presencia de rocas carbonatadas, las demás son de preferencia de naturaleza ígnea.



Gráfica 22b. Relación Ba/Sr del agua de todas las estaciones del MAP-4

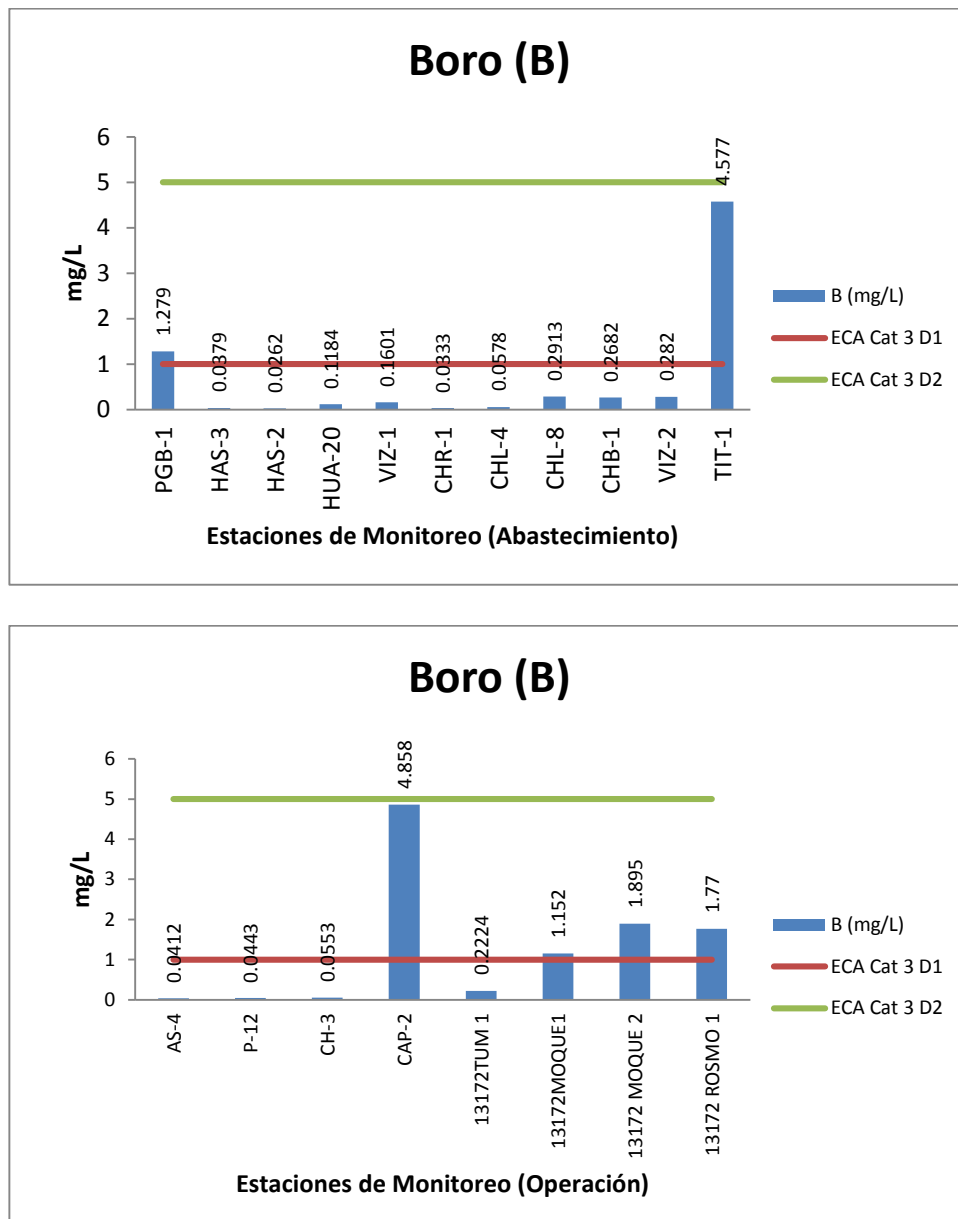
Boro

Gráfico 23. Variación espacial del contenido de boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 gráfico 23, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de boro que están entre 0,0262 y 0,282 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación de monitoreo a la salida del embalse de Pasto Grande PGB-1 (1,279 mg/L) y la estación del río Titire TIT-1 (4,577 mg/L) presentan una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso desde el suelo o ingreso de aguas de origen geotermal, no cumplen con lo establecido en el ECA agua categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,463 – 1,449 mg/L), CHL-8 (0,05 – 1,829 mg/L), VIZ-2 (0,1 – 1,34 mg/L) y TIT-1 (ND – 136,9 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (0,0412 mg/L) y P-12 (0,0443 mg/L) presentan valores bajos de Boro, la estación en el río Charaque CH-3 (0,0553 mg/L) cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La estación en el río Capillune CAP-2 (4,858 mg/L) proveniente de aguas de origen subterráneo por la presencia de ojos de agua en el poblado calientes, presenta un valor que excede lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, representa riesgo para la el buen desarrollo de los cultivos y la crianza de animales.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (0,2224 mg/L), presenta valores bajos que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Las estaciones 13172Rmoqu1 (1,152 mg/L), 13172Rmoqu2 (1,895 mg/L) y 13172ROsmo1 (1,77 mg/L), presentan valores altos que no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, probablemente esto puede deberse al ingreso de material de suelo o aguas de origen subterráneo característico en el valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,016 – 0,061 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,061 mg/L) y CAP-2 (0,1 – 11,29 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0323 mg/L) y MAP-2 (0,0269 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,1473 y 0,1607 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,8057 y 0,8554 mg/L), 13172Rmoqu2 (1,390 y 0,1304 mg/L) y 13172ROsmo1 (1,457 y 1,081 mg/L).

Los valores altos en el valle de Moquegua son similares a los reportados por el INRENA 2004 entre 0,40 a 2,35 mg/L para aguas subterráneas, esto sugiere influencia de las aguas subterráneas sobre la calidad del agua del río Moquegua.

Cadmio

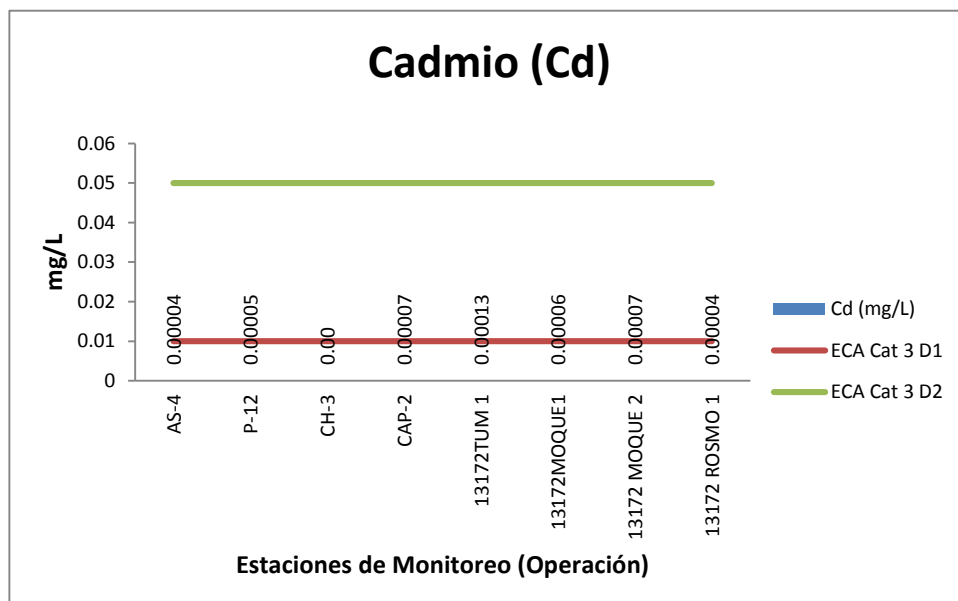
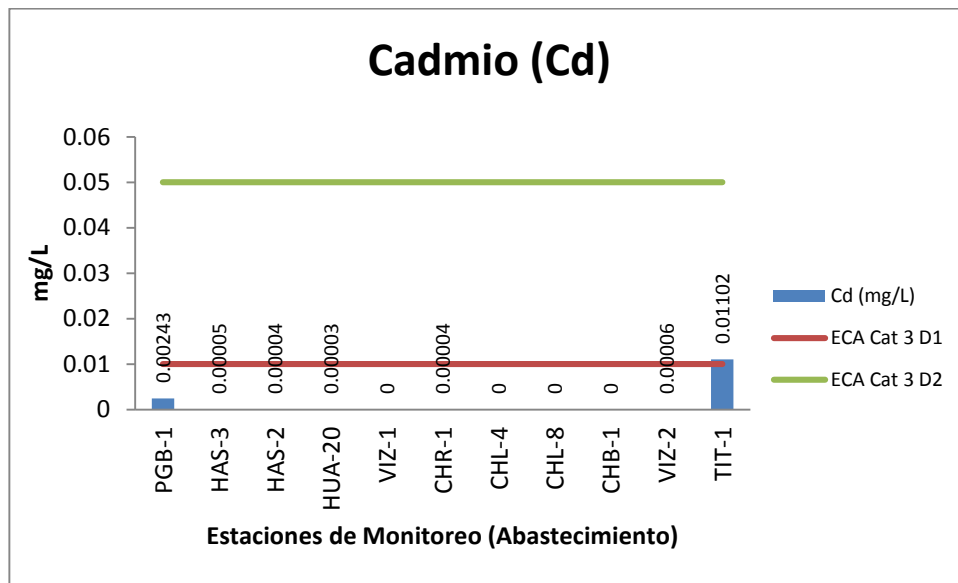


Gráfico 24. Variación espacial del contenido de cadmio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 24, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cadmio que están entre 0,0 y 0,00243 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,01102 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,00003 – 0,0031 mg/L), CHL-8 (0,05 – 1,829 mg/L), VIZ-2 (0,1 – 1,34 mg/L) y TIT-1 (0,00 – 0,006 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cadmio, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00004 y 0,00013 mg/L, no se detecta mayor presencia de cadmio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0 – 0,005 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,000312 mg/L) y CAP-2 (0,0 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0 mg/L) y MAP-2 (0,0 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 mg/L), 13172RMoqu1 (0,0 y 0,0 mg/L), 13172RMoqu2 (0,0 y 0,0 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 – 0,0 mg/L).

El Cadmio solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el contenido alto de cobre.

Calcio

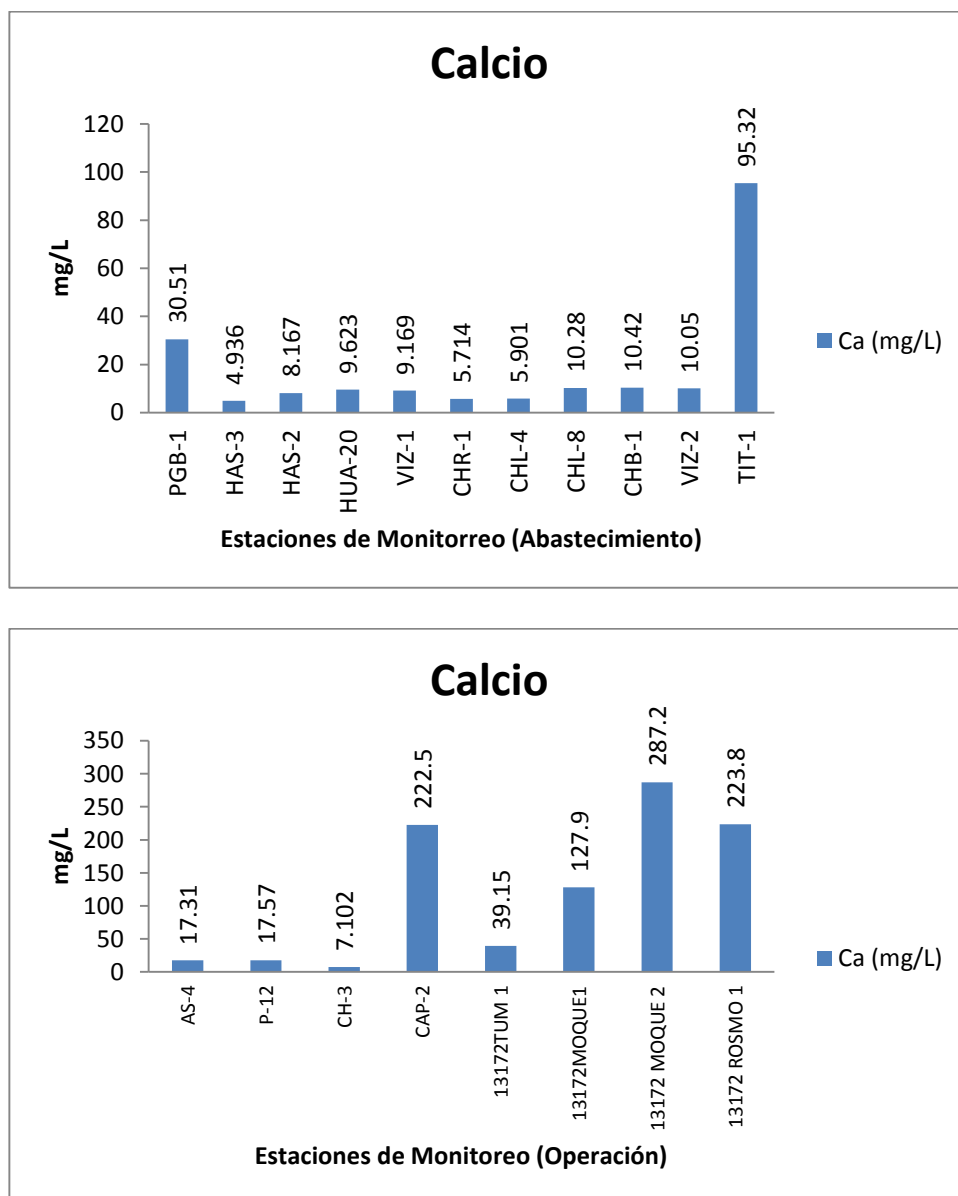


Gráfico 25. Variación espacial del contenido de calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 el gráfico 25, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto Grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de calcio que están entre 4,936 y 30,51 mg/L. Se observa que el río Titire (95,32 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el elevado valor de dureza (319,7 mg CaCO_3 /L) del agua.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (15,55 – 34,76 mg/L), CHL-8 (5,7 – 67,4 mg/L), VIZ-2 (2,09 – 27,76 mg/L) y TIT-1 (14,3 – 289,3 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 (17,31 mg/L) y P-12 (17,57 mg/L), la estación en el río Charaque CH-3 (7,102 mg/L), presentan valores bajos de Calcio. La estación en el río Capillune CAP-2, presenta valores altos de Calcio (222,5 mg/L) relacionado también con una alta dureza del agua, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas.

En la zona de Moquegua e Ilo, la estación del río Tumilaca 13172Rtum1 (39,15 mg/L) presenta un valor bajo de calcio, la estación 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 127,9 y 287,2 mg/L, relacionados con valores altos de dureza del agua en la zona del valle, esto puede afectar el riego de los campos de cultivo.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (12,12 – 17,99 mg/L), CH-3 (5,7 – 10,02 mg/L) y CAP-2 (7,64 – 344,1 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (13,7 mg/L) y MAP-2 (15,82 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (31,88 y 33,3 mg/L), 13172Rmoqu1 (82,41 y 104,7 mg/L), 13172Rmoqu2 (181,6 y 211,8 mg/L) y 13172ROsmo1 (150,7 – 139,1 mg/L).

Se observa la ausencia de calcio en las zonas de abastecimiento y operaciones, mientras que en la zona del valle la presencia de calcio es importante esto puede deberse a la disolución del calcio del suelo e ingreso al agua de los ríos o influencia de aguas subterráneas.

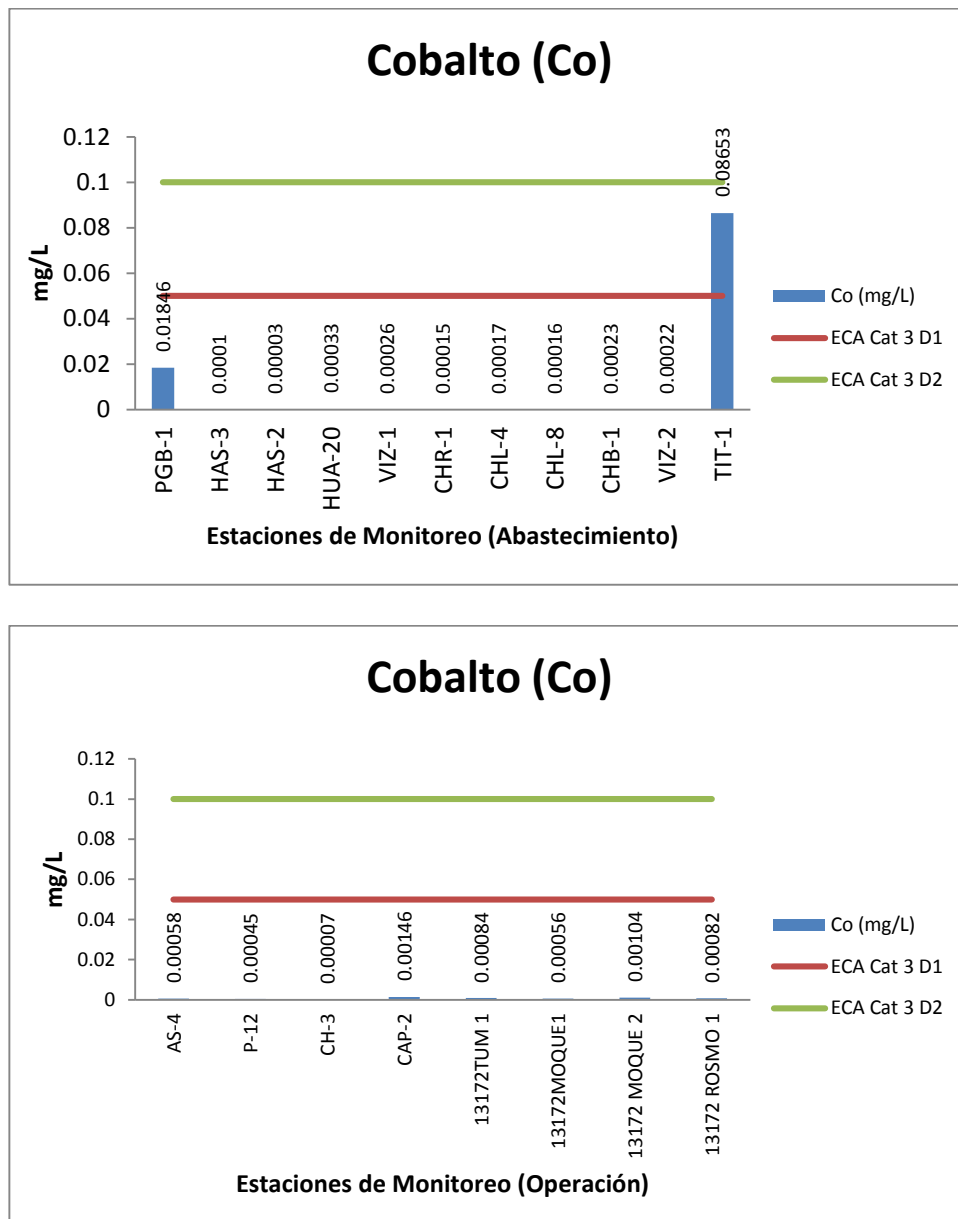
Cobalto

Gráfico 26. Variación espacial del contenido de cobalto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 26, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto Grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobalto que están entre 0,0001 y 0,01846 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,08653 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, esto se relaciona además con el contenido elevado de cobre en esta estación, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,00004 – 0,02520 mg/L), CHL-8 (0,00004 – 0,01 mg/L), VIZ-2 (0,00004 – 0,0158 mg/L) y TIT-1 (0,00004 – 0,05 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cobalto, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00056 y 0,00104 mg/L, no se detecta mayor presencia de cobalto en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,00004 – 0,05 mg/L), CH-3 (0,00004 – 0,00059 mg/L) y CAP-2 (0,00004 – 0,0072 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,00004 mg/L) y MAP-2 (0,00004 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,00004 mg/L), 13172Rmoqu1 (0,00004 mg/L), 13172Rmoqu2 (0,00004 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,00004 mg/L).

El Cobalto solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el contenido alto de cobre.

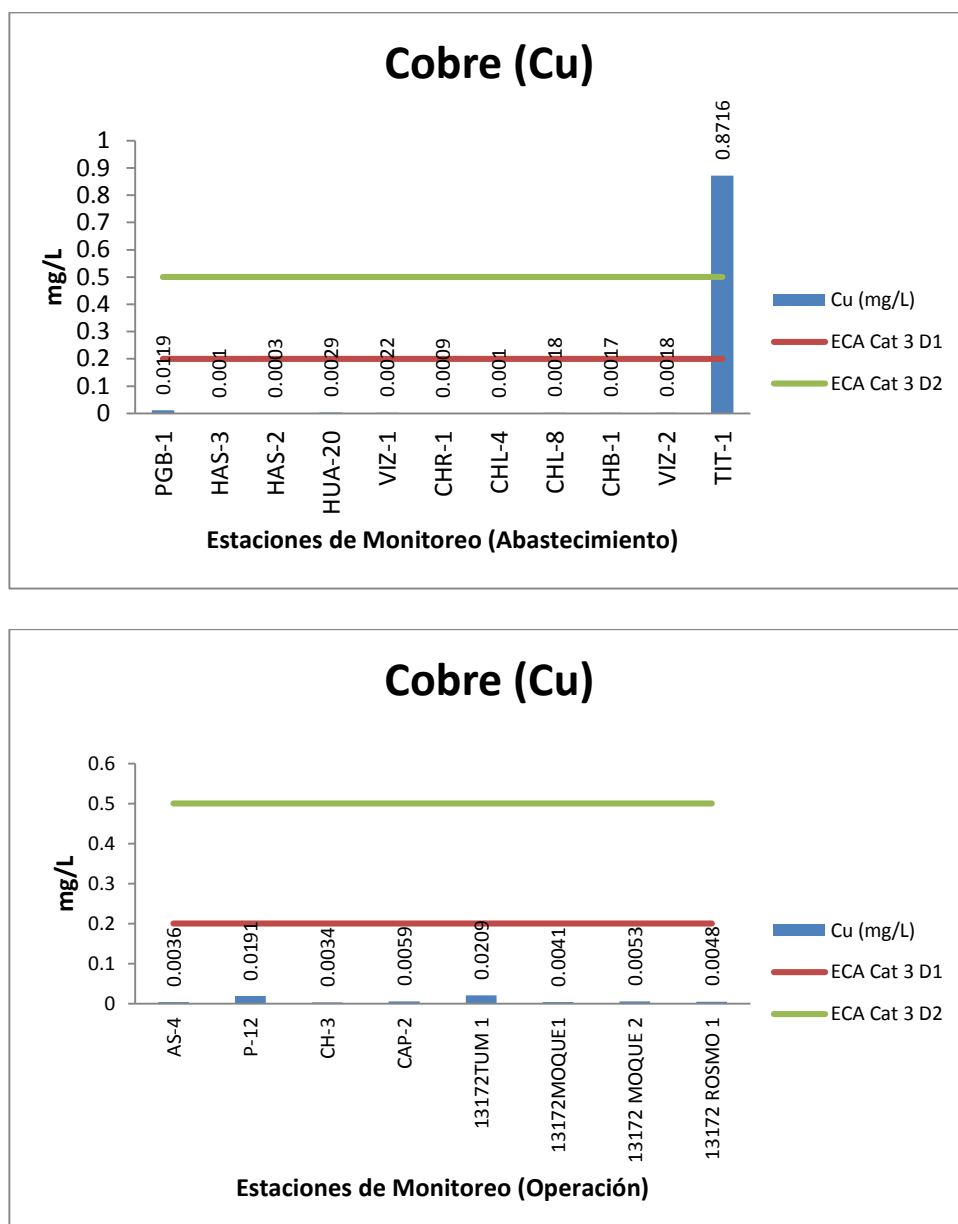
Cobre

Gráfico 27. Variación espacial del contenido de cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El cobre es un elemento metálico de gran interés por su capacidad conductora, puede ser liberando 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.

Como se observa en el gráfico 27, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de cobre que están entre 0,0003 y 0,0119 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,8716 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido de cobre en esta estación no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1, son aguas fuertemente mineralizadas.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0003 – 0,021 mg/L), CHL-8 (0,0003 – 0,0351 mg/L), VIZ-2 (0,0003 – 0,073 mg/L) y TIT-1 (0,003 – 0,928 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de Cobre entre 0,0034 y 0,0191, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0041 y 0,0209 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de cobre en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,009 – 0,149 mg/L), CH-3 (0,0 – 0,064 mg/L) y CAP-2 (0,0 – 0,068 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0018 mg/L) y MAP-2 (0,003 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,0053 mg/L), 13172RMoqu1 (0,0049 y 0,0 mg/L), 13172RMoqu2 (0,0 y 0,0015 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 y 0,0 mg/L).

El Cobre solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el contenido alto de cobalto, cadmio y otros elementos metálicos.

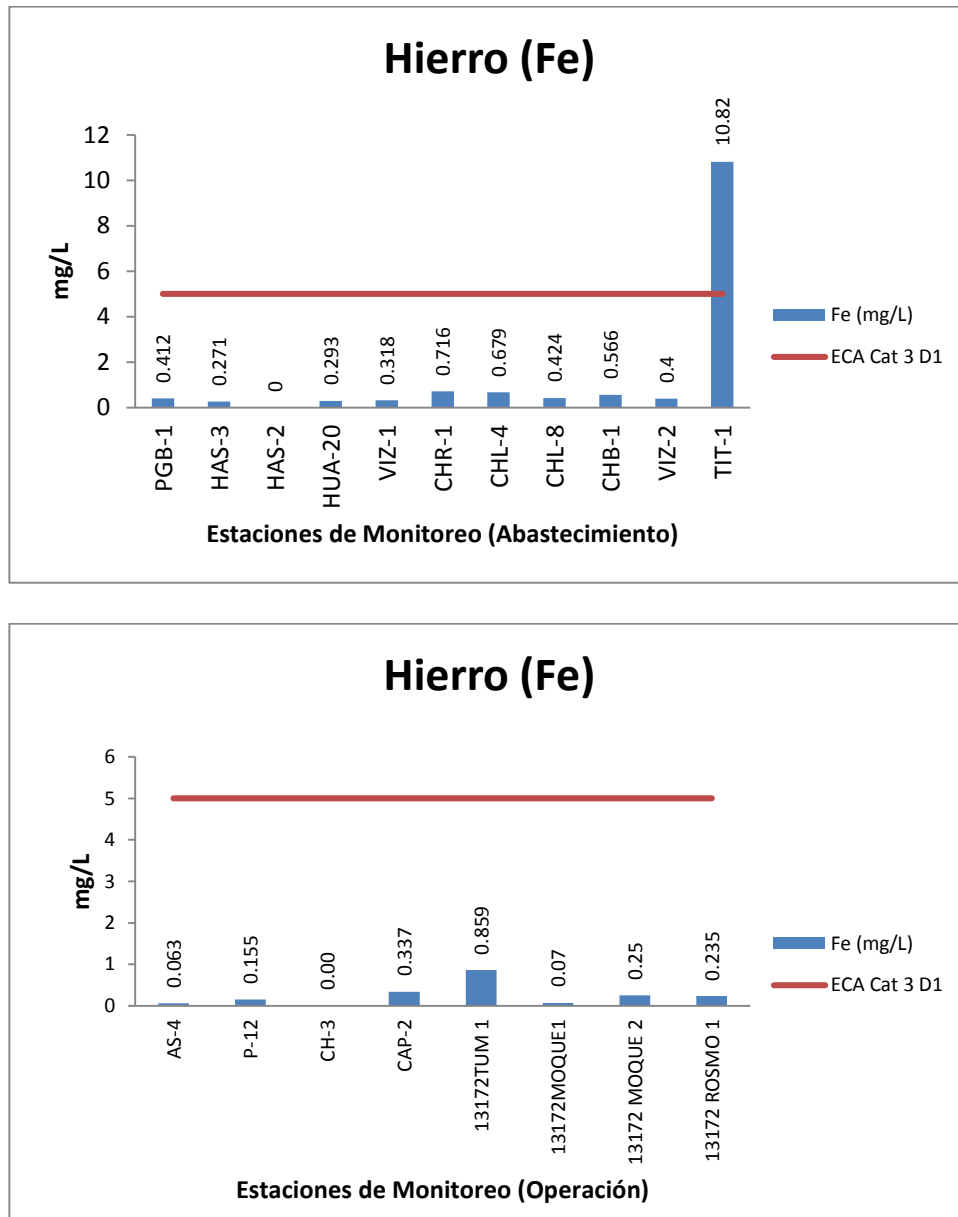
Hierro

Gráfico 28. Variación espacial del contenido de hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 28, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de hierro que están entre 0,00 y 0,0716 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (10,82 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, el contenido elevado de hierro en esta estación se relaciona con los valores bajos de pH, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 1,264 mg/L), CHL-8 (0,001 – 7,871 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 6,428 mg/L) y TIT-1 (0,001 – 14,36 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, la estación en el río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de hierro entre 0,00 y 0,337, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,07 y 0,859 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de cobre en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,151 – 4,241 mg/L), CH-3 (0,001 – 7,319 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 16,39 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,239 mg/L) y MAP-2 (0,189 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,29 mg/L), 13172RMoqu1 (0,932 y 1,324 mg/L), 13172RMoqu2 (0,0 y 0,0 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0 y 0,0 mg/L).

El hierro solo se ha presentado en el río Titire relacionado con el valor bajo de pH y bajo contenido de bicarbonato.

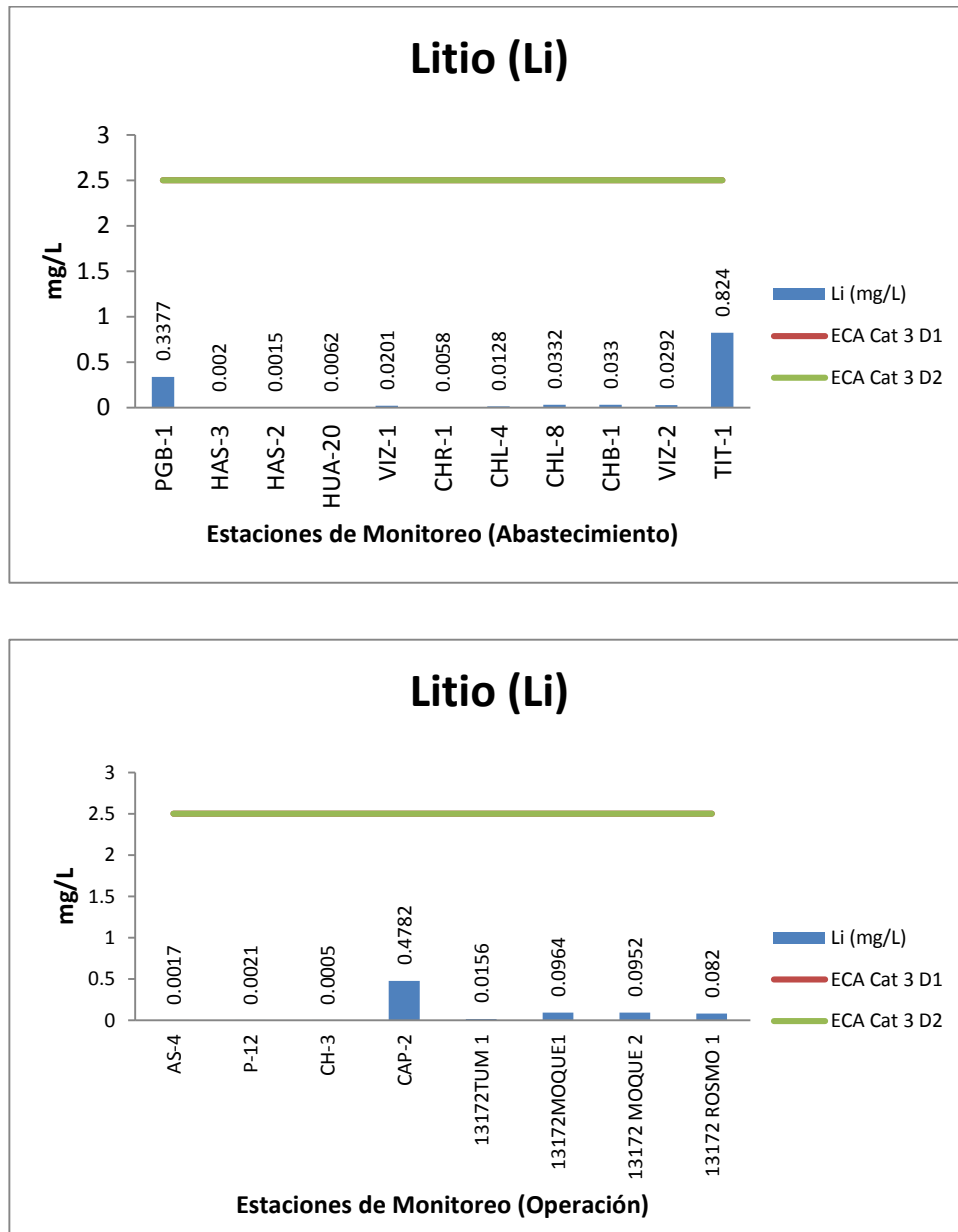
Litio

Gráfico 29. Variación espacial del contenido de litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El litio es un elemento metálico ligero que se encuentra en bajas concentraciones en agua superficial, este elemento es fácilmente absorbido por arcillas suspendidas. Aguas de naturaleza termal comúnmente contienen cantidades apreciables de litio lixiviado de las rocas penetradas por agua como cloruro de litio. El ECA Agua Categoría 3 fija un valor de 2,5 mg/L para el Litio.

Como se observa en el gráfico 29, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pasto Grande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de litio que están entre 0,0015 y 0,3377 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,824 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D1.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,001 – 0,372 mg/L), CHL-8 (0,001 – 0,123 mg/L), VIZ-2 (0,001 – 0,2810 mg/L) y TIT-1 (0,001 – 24,01 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3, presentan valores bajos de litio entre 0,0005 y 0,0021, la estación CAP-2 presenta un valor moderado de 0,4782 mg/L por el ingreso de aguas de naturaleza termal, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,00156 y 0,0964 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de litio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,001 – 2,5 mg/L), CH-3 (0,001 – 0,007 mg/L) y CAP-2 (0,001 – 1,508 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0 y 0,0 mg/L), 13172RMoqu1 (0,106 y 0,089 mg/L), 13172RMoqu2 (0,09 y 0,086 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,085 y 0,067 mg/L).

La presencia de litio en las estaciones TIT-1 y CAP-2 nos sugiere y confirma la presencia de aguas de origen geotermiales.

Magnesio

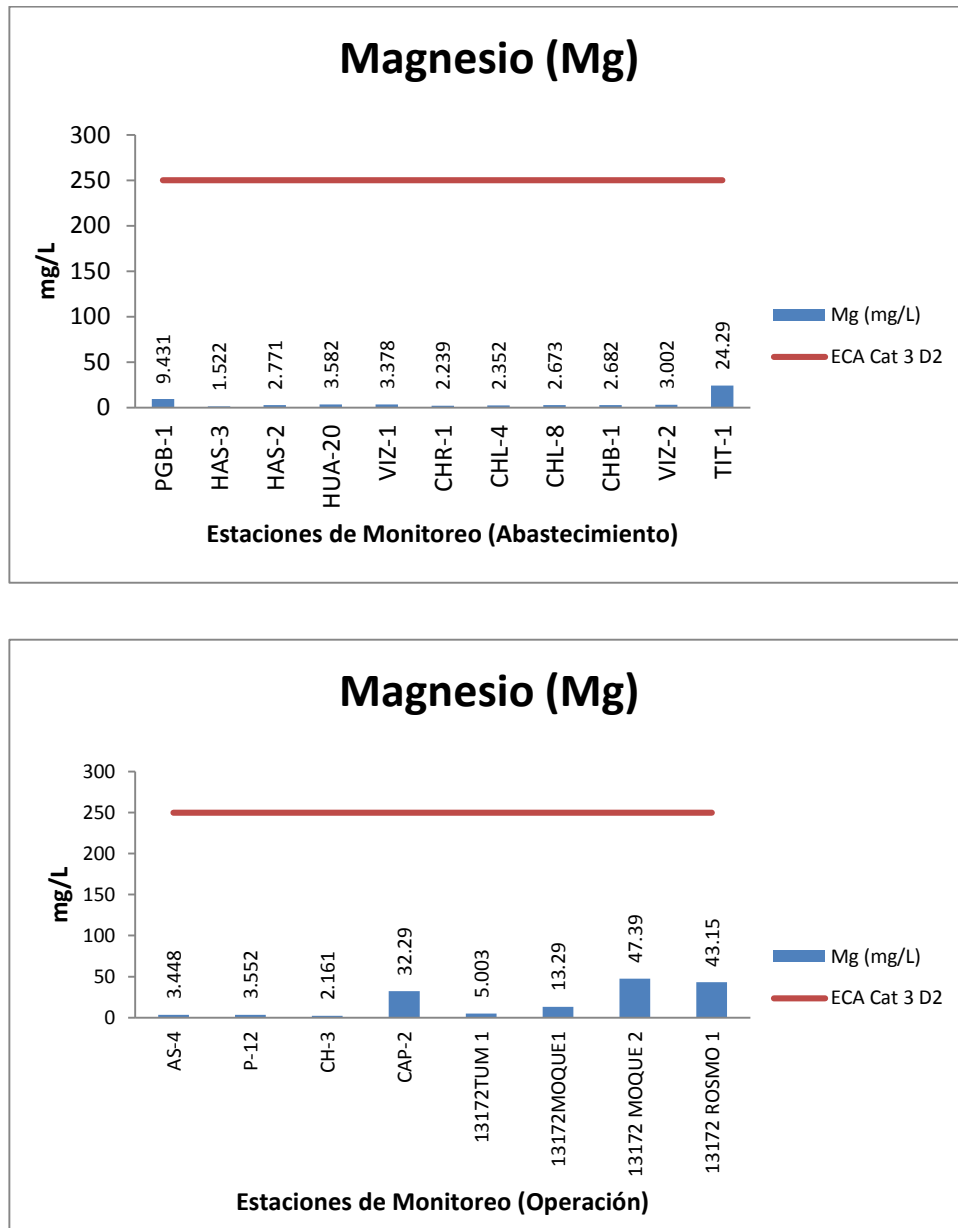


Gráfico 30. Variación espacial del contenido de magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

La concentración del ión calcio y del magnesio determinan la dureza del agua. En agua dulce que poseen menos de 50 mg/L de sólidos disueltos, el calcio representa cerca del 48 % de todos los cationes y el magnesio el 14 %. En agua dulce con más de 50 mg/L de sólidos disueltos, esta proporción puede aumentar hasta llegar aproximadamente al 53 % para el calcio y al 34 % para el magnesio. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 250 mg/L para el Magnesio.

Como se observa en el gráfico 30, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y salida del embalse de Pastogrande PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de magnesio que están entre 1,522 y 9,431 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (24,29 mg/L) presenta una mayor concentración con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 subcategoría D2.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (3,895 – 9,007 mg/L), CHL-8 (1,408 – 7,718 mg/L), VIZ-2 (1,3 – 7,926 mg/L) y TIT-1 (4,0 – 83,89 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3 y la estación del río Capillune CAP-2, presentan valores bajos de magnesio entre 2,161 y 32,29 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 5,003 y 47,39 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta mayor presencia de Magnesio en la región Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (2,427 – 6,447 mg/L), CH-3 (1,426 – 3,48 mg/L) y CAP-2 (2,3 – 9598,0 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (2,760 mg/L) y MAP-2 (3,121 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (3,575 y 4,324 mg/L), 13172RMoqu1 (8,819 y 12,42 mg/L), mayores para las estaciones 13172RMoqu2 (22,84 y 29,31 mg/L) y 13172ROsmo1 (22,67 y 27,6 mg/L).

La relación Calcio/Magnesio fue mayor en el valle de Moquegua y Capillune comparado con las otras áreas de estudio.

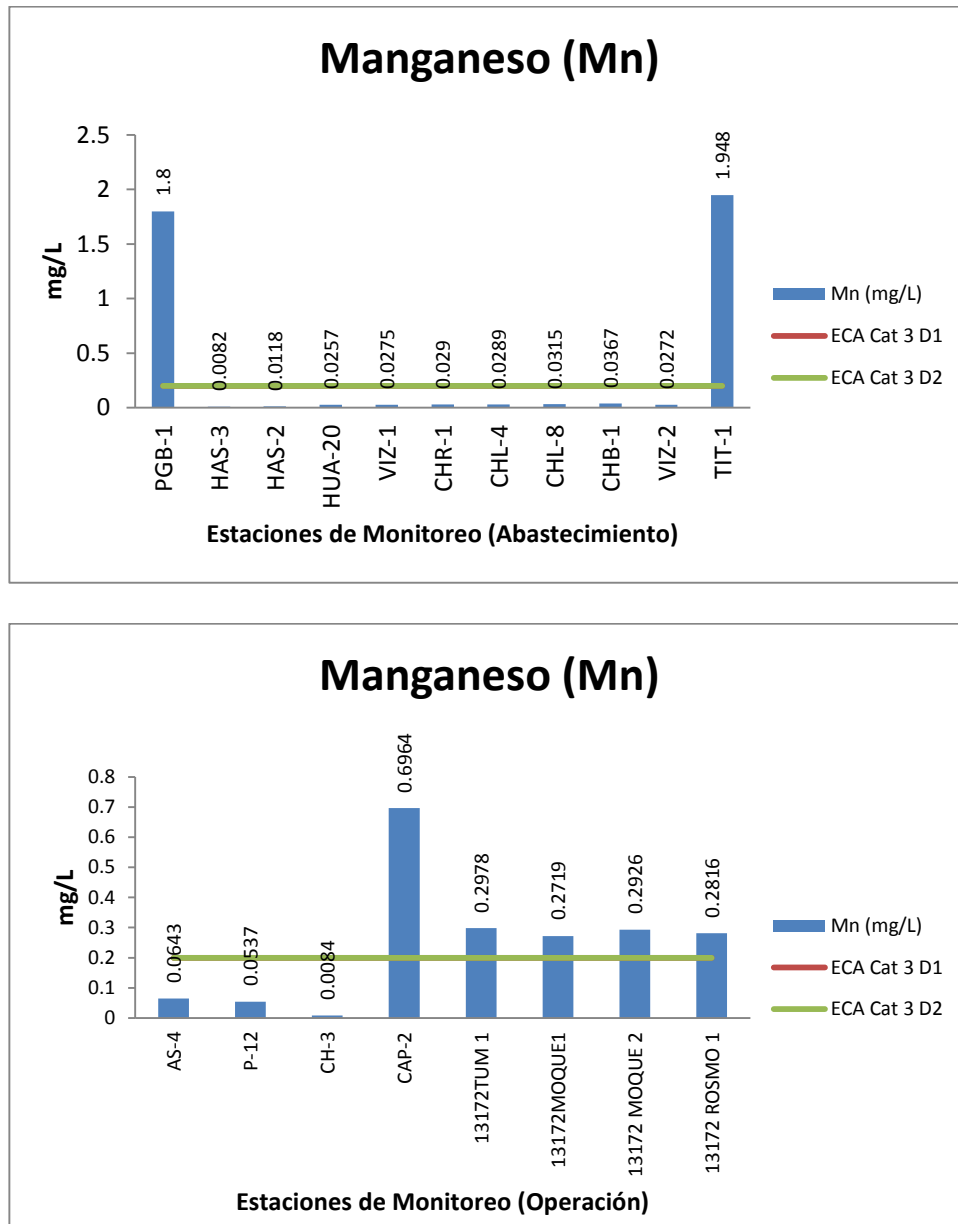
Manganeso

Gráfico 31. Variación espacial del contenido de manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 31, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de manganeseo que están entre 0,0082 y 0,275 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de manganeseo (1,8 mg/L) que no cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire (1,948 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, no cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,039 – 1,855 mg/L), CHL-8 (0,01 – 0,327 mg/L), VIZ-2 (0,005 – 1,742 mg/L) y TIT-1 (0,273 – 1,811 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de manganeseo entre 0,084 y 0,0643 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de Manganeseo 0,6964 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,2719 y 0,2978 mg/L, no cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La presencia de Manganeseo en la zona del valle de Moquegua se debe a la influencia del agua del río Capillune y probablemente el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,048 – 0,245 mg/L), CH-3 (0,005 – 0,413 mg/L) y CAP-2 (0,009 – 0,497 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0678 mg/L) y MAP-2 (0,0892 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,0296 y 0,0601 mg/L), 13172RMoqu1 (0,0937 y 0,0753 mg/L), mayores para las estaciones 13172RMoqu2 (0,0495 y 0,0348 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,0576 y 0,0193 mg/L).

La principal fuente de manganeseo en el agua del valle de Moquegua proviene de aguas subterráneas que brotan en los ojos de agua cercanas al río Capillune medidos en la estación CAP-2.

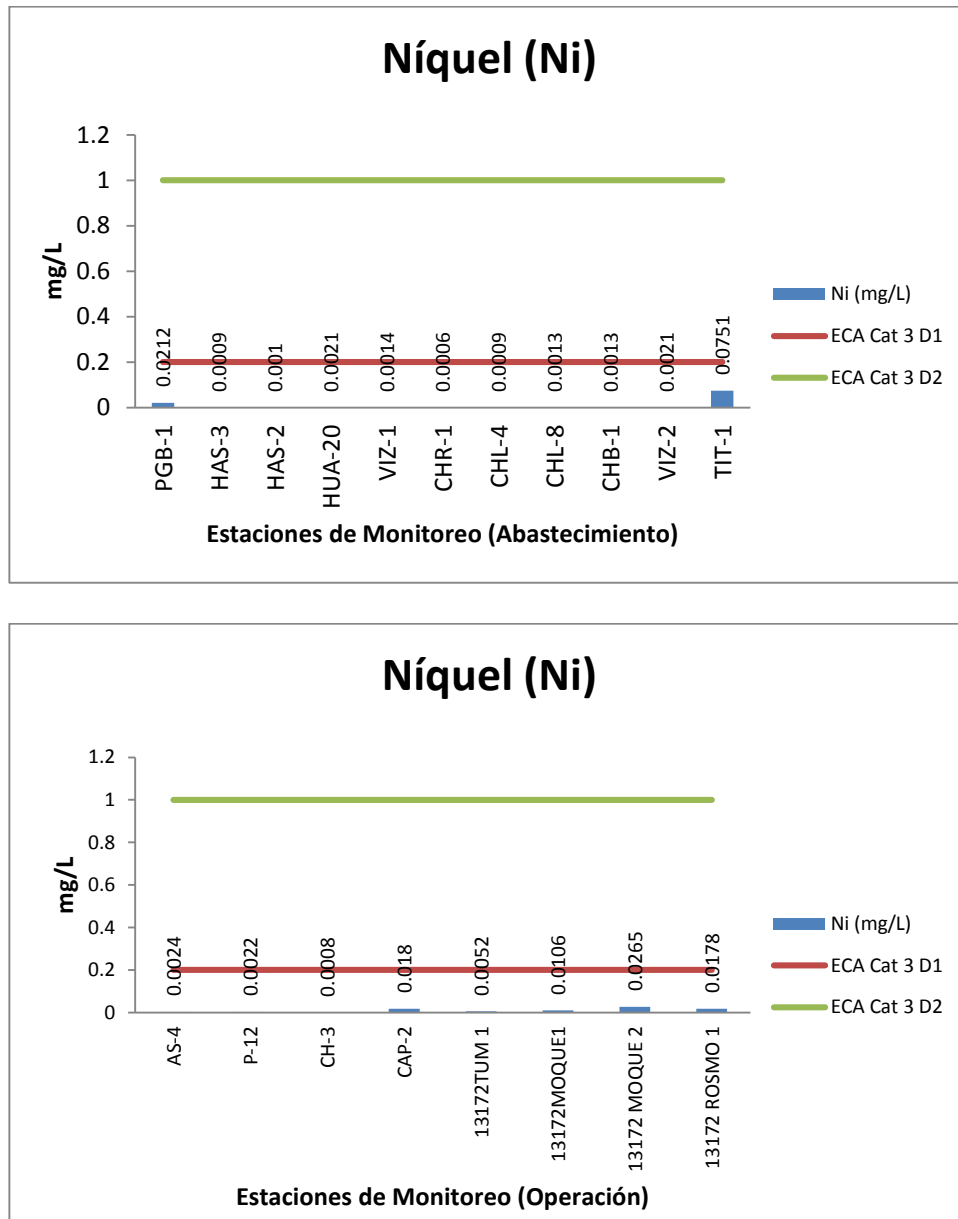
Níquel

Gráfico 32. Variación espacial del contenido de níquel de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Níquel se presenta en la corteza terrestre combinado con otros elementos, es el 24vo elemento más abundante, en el ambiente se encuentra combinado con el oxígeno o azufre en forma de óxido o de sulfuro, el ingreso del níquel al agua se debe a la meteorización de las rocas que contienen a este elemento dentro de los minerales. El ECA Agua categoría 3 fija una valor de 0,2 mg/L para el Níquel para riego de vegetales D1 y 1,0 mg/L para bebida de animales D2.

Como se observa en el gráfico 32, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2 y estación PGB-1, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de níquel que están entre 0,001 y 0,0212 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que el río Titire (0,0751 mg/L) presenta una concentración superior respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0002 – 0,0253 mg/L), CHL-8 (0,0002 – 0,01 mg/L), VIZ-2 (0,0002 – 0,0167 mg/L) y TIT-1 (0,0002 – 0,055 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de níquel entre 0,0008 y 0,0024 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de Níquel 0,018 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,0052 y 0,0265 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se ha detectado mayor presencia de Níquel en la zona del valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0002 – 0,007 mg/L), CH-3 (0,0002 – 0,00403 mg/L) y CAP-2 (0,0002 – 0,0129 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,0 mg/L) y MAP-2 (0,0 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (ND), 13172RMoqu1 (ND), 13172RMoqu2 (ND) y 13172ROsmo1 (ND).

La principal fuente de níquel en el agua del valle de Moquegua puede provenir de aguas subterráneas o escorrentías desde el suelo. Los valores de Níquel en todas las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial cumplen con lo establecido en el ECA Agua Categoría 3.

Plomo

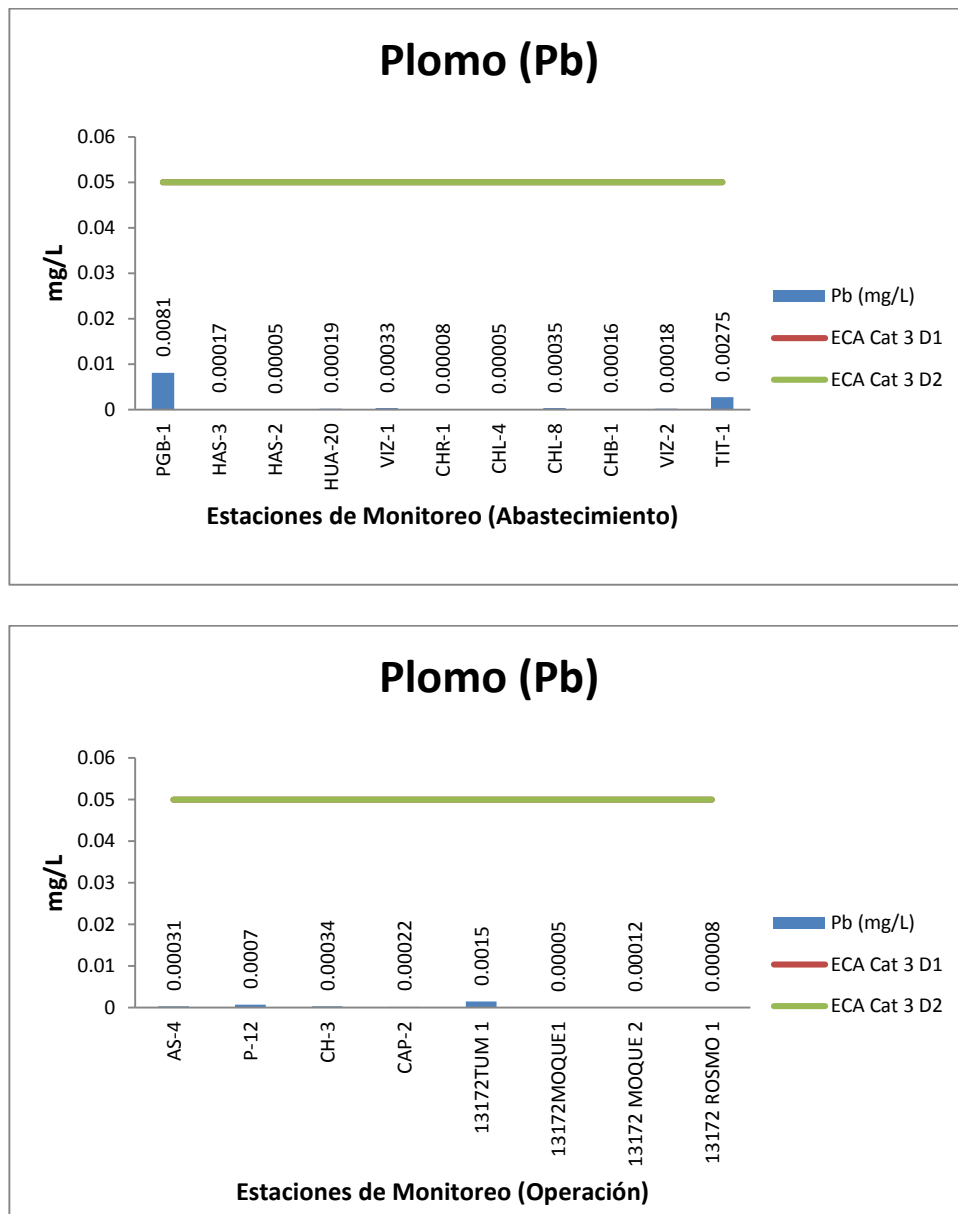


Gráfico 33. Variación espacial del contenido de plomo de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – área de abastecimiento del MAP III abril 2015

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.

Como se observa en el gráfico 33, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de plomo que están entre 0,00005 y 0,00033 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de plomo (0,0081 mg/L). El río Titire en la estación TIT-1 (0,00275 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,0001 – 0,044 mg/L), CHL-8 (0,0001 – 0,0266 mg/L), VIZ-2 (0,0001 – 0,040 mg/L) y TIT-1 (0,0001 – 0,0272 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12, la estación en el río Charaque CH-3 y la estación del río Capillune CAP-2 presentan valores bajos de plomo entre 0,00031 y 0,0007 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 0,00008 y 0,0015 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se detecta fuente de generación de plomo en esta zona.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,0001 – 0,0055 mg/L), CH-3 (0,0001 – 0,0056 mg/L) y CAP-2 (0,0001 – 0,042 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1.

No se ha detectado una fuente generadora de Plomo en todas las zonas estudiadas en el monitoreo de calidad de agua superficial.

Potasio

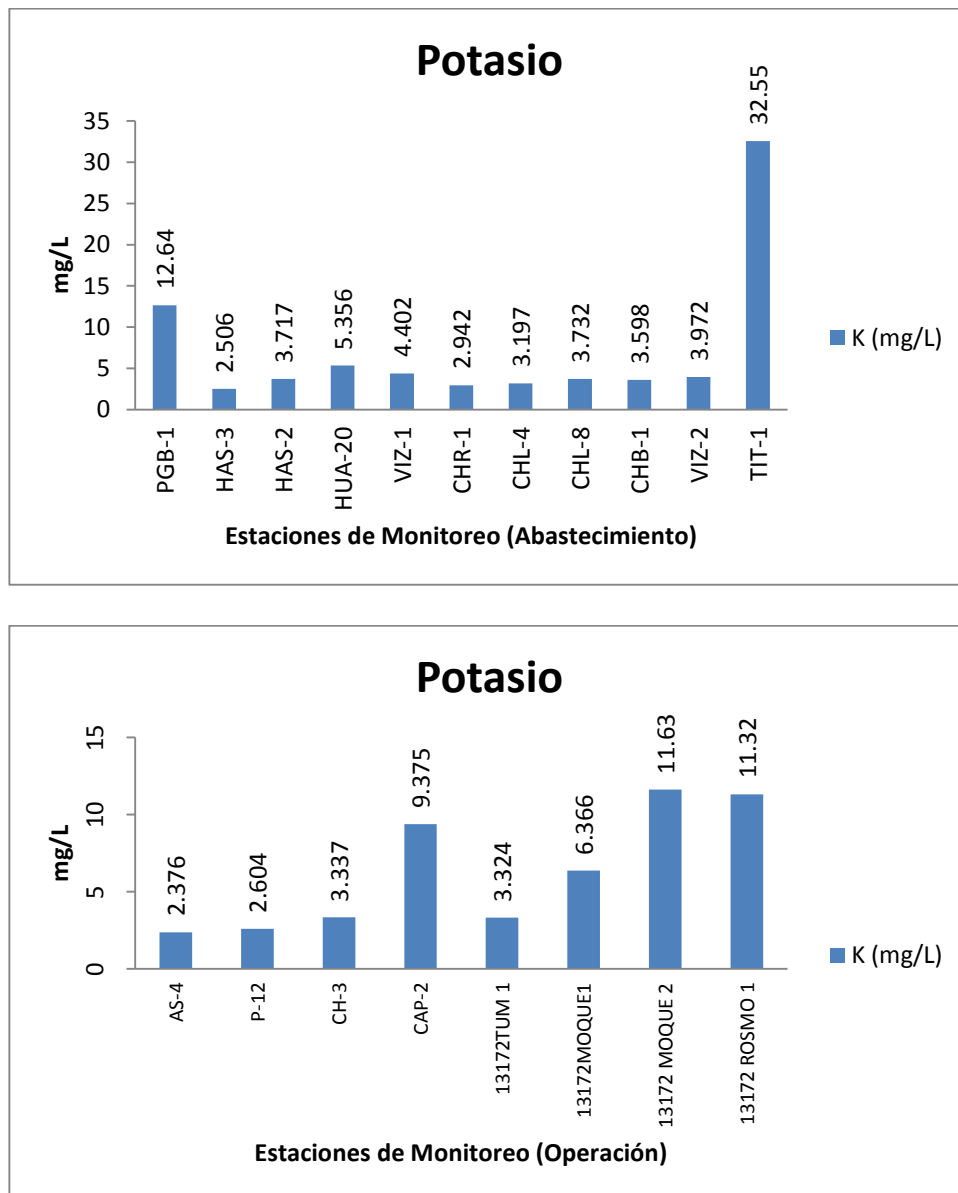


Gráfico 34. Variación espacial del contenido de potasio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El potasio es un elemento muy abundante de la corteza terrestre. Sin embargo es menos abundante que el sodio, sus niveles raramente alcanza valores de 20 mg/L en agua natural. Esto es debido en parte a la gran resistencia a la meteorización química de los minerales que contienen potasio y la preferente incorporación de los iones potasio a las estructuras de arcillas o micas. El ECA Agua categoría 3 no fija un valor para el Potasio.

Como se observa en el gráfico 34, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de potasio que están entre 2,506 y 5,346 mg/L. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor alto de potasio (12,64 mg/L) en comparación con las otras estaciones probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (32,55 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (2,768 – 20,03 mg/L), CHL-8 (2,328 – 31,35 mg/L), VIZ-2 (2,463 – 11,5 mg/L) y TIT-1 (2,599 – 172,1 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de potasio entre 2,376 y 3,337 mg/L. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores moderados de potasio 9,375 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos a moderados que están entre 3,324 y 11,63 mg/L. La presencia de Potasio en la zona del valle de Moquegua se puede deber probablemente al ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,004 – 6,704 mg/L), CH-3 (0,873 – 5,09 mg/L) y CAP-2 (0,004 – 8,691 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (2,126 mg/L) y MAP-2 (2,125 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (1,935 y 2,212 mg/L), 13172RMoqu1 (5,669 y 6,310 mg/L), mayores para las estaciones 13172RMoqu2 (7,501 y 8,768 mg/L) y 13172ROsmo1 (8,555 y 7,119 mg/L).

La principal Potasio de manganeso en el agua del valle de Moquegua proviene de aguas subterráneas.

Selenio

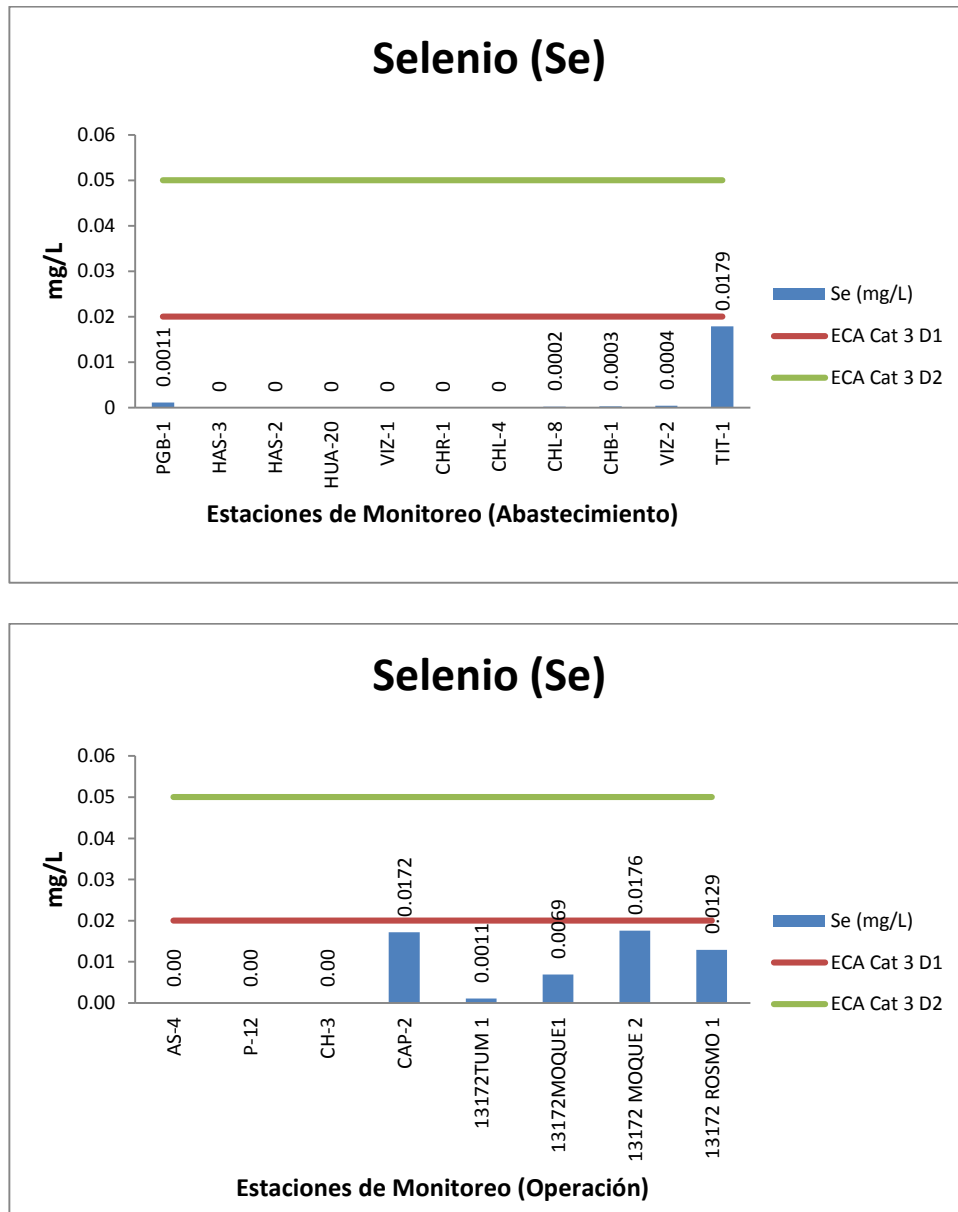


Gráfico 35. Variación espacial del contenido de selenio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

El Selenio se presenta en forma natural en el ambiente, los procesos de meteorización de rocas son una fuente importante de Selenio en agua, El selenio puede llegar al agua también por procesos de deposición de partículas atmosféricas. El ECA Agua categoría 3 fija un valor de 0,02 mg/L para agua de riego y de 0,05 mg/L para bebida de animales.

Como se observa en el gráfico 35, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de selenio que están entre 0,00 y 0,0004 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor bajo de selenio (0,0011 mg/L) que cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3, la ligera cantidad probablemente debido al ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (0,0179 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,00005 – 0,002 mg/L), CHL-8 (0,00005 – 0,0028 mg/L), VIZ-2 (0,00005 – 0,0028 mg/L) y TIT-1 (0,00005 – 0,02 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 no se ha detectado presencia de selenio, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de Selenio 0,0172 mg/L probablemente de origen geotermal, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos a moderados que están entre 0,0011 y 0,0176 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La presencia de Selenio en la zona del valle de Moquegua se debe probablemente el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,00005 – 0,0044 mg/L), CH-3 (0,00005 – 0,001 mg/L) y CAP-2 (0,00005 – 0,01027 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 y MAP-2 (0,00 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (0,00 mg/L), mayor para 13172RMoqu1 (0,00 mg/L) probablemente debido al ingreso de abundante material de suelo en la avenida por lluvias; similar a las estaciones 13172RMoqu2 (0,00 y 0,00809 mg/L) y 13172ROsmo1 (0,00 y 0,00448 mg/L).

La principal fuente de selenio en el agua del valle de Moquegua probablemente proviene de aguas de origen subterráneo.

Sodio

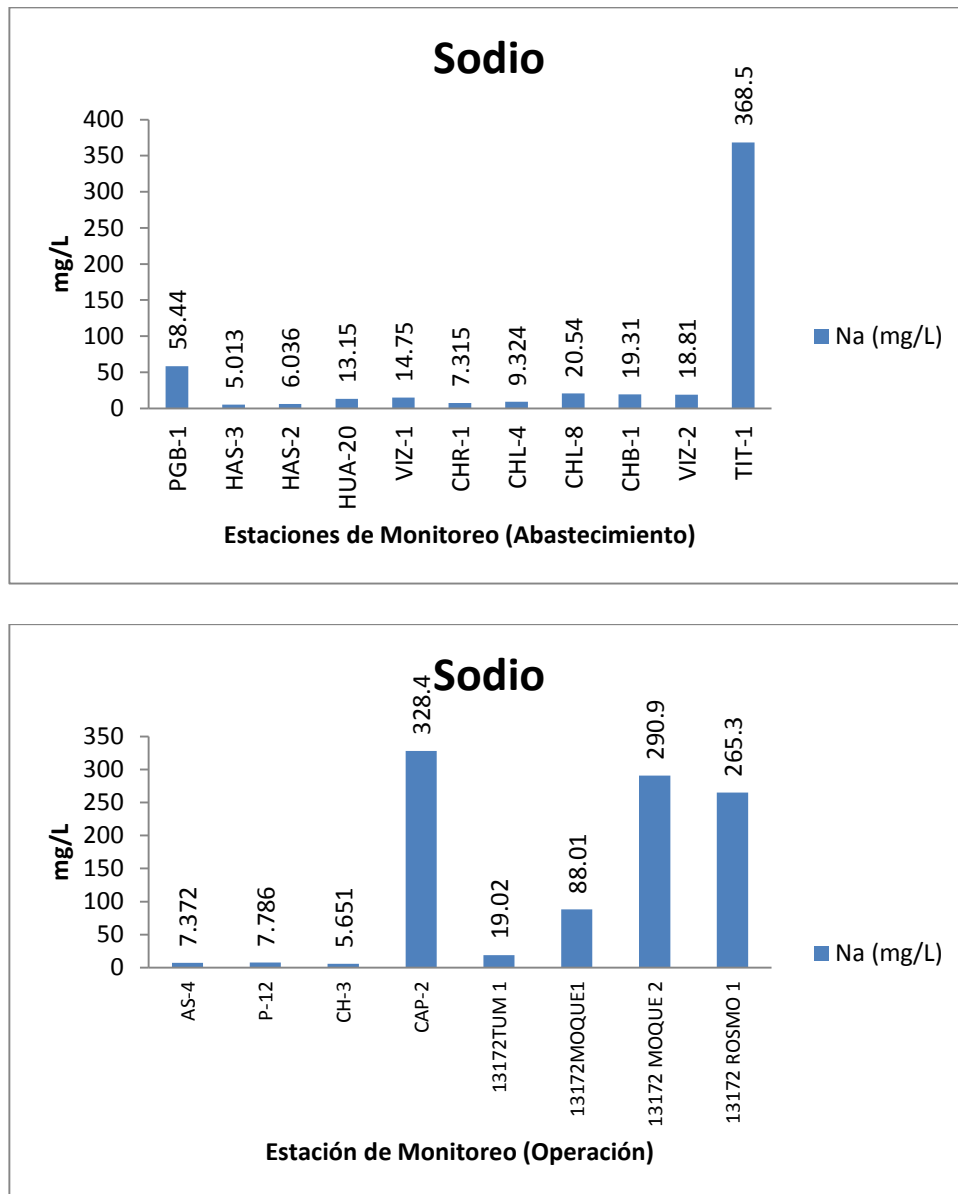


Gráfico 36. Variación espacial del contenido de sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 están 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.

Como se observa en el gráfico 36, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos bajos de sodio que están entre 5,013 y 20,54 mg/L. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor superior de sodio (58,44 mg/L) comparado con las otras estaciones, probablemente debido a la influencia de aguas del embalse. El río Titire TIT-1 (368,5 mg/L) presenta una concentración alta con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (28,18 – 62,53 mg/L), CHL-8 (6,00 – 125,8 mg/L), VIZ-2 (4,35 – 61,8 mg/L) y TIT-1 (45,33 – 3199 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de sodio entre 5,651 y 7,786 mg/L. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores altos de sodio 328,4 mg/L probablemente de origen geotermal.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados a altos que están entre 19,02 y 290,9 mg/L, probablemente por el ingreso de aguas subterráneas a la cuenca.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (3,63 – 10,30 mg/L), CH-3 (3,85 – 7,29 mg/L) y CAP-2 (20,3 – 520,6 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (7,28 mg/L) y MAP-2 (7,59 mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para la estación 13172Rtum1 (18,36 y 18,06 mg/L), 13172RMoqu1 (66,84 y 80,09 mg/L), mayores para las estaciones 13172RMoqu2 (164,1 y 173 mg/L) y 13172ROsmo1 (188,5 y 143,7 mg/L).

La principal fuente de sodio en el agua del valle de Moquegua probablemente provienen del ingreso de aguas subterráneas.

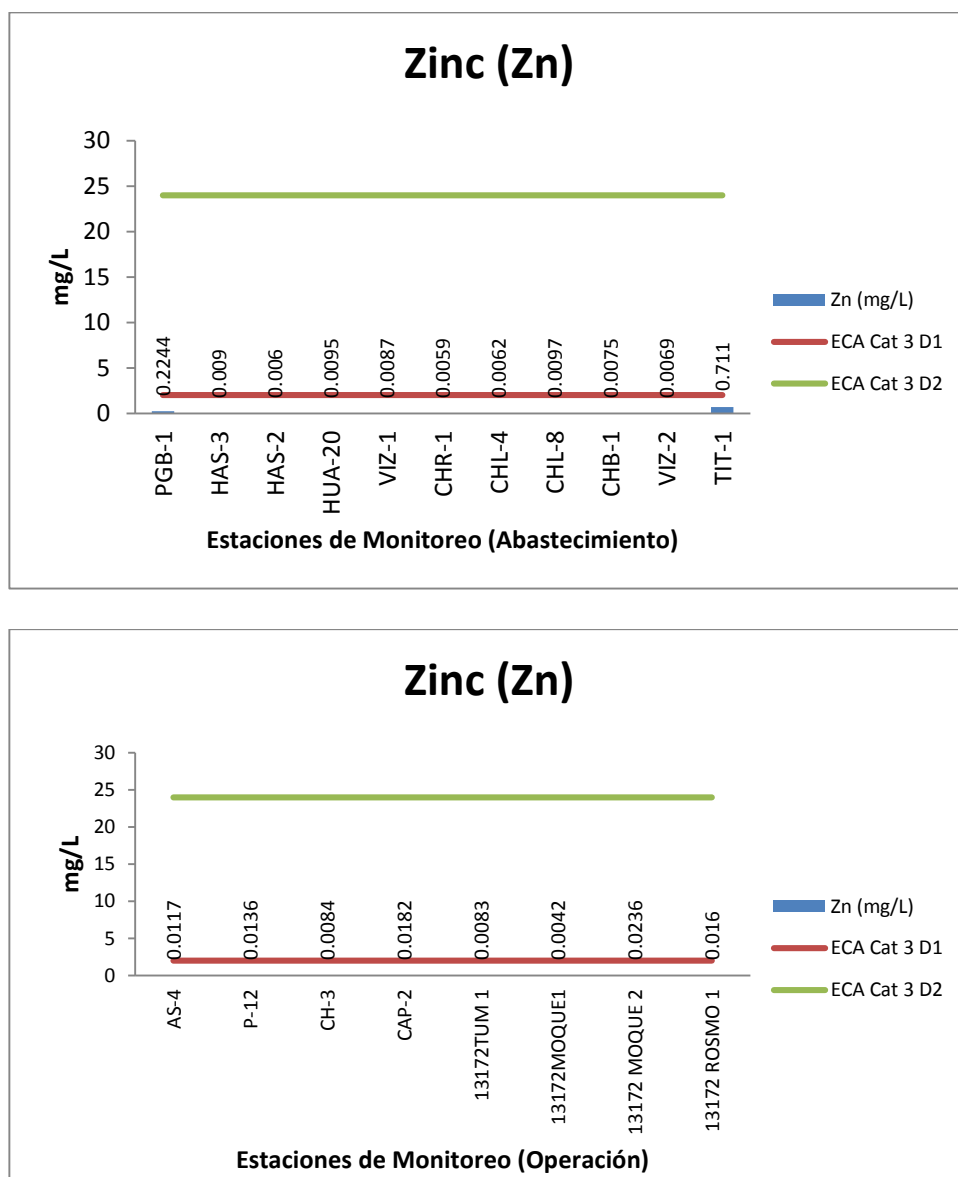
Zinc

Gráfico 37. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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 una valor de 2 mg/L para el Zinc para la subcategoría agua de riego D1.

Como se observa en el gráfico 37, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20 y quebradas HAS-2 y HAS-3, presenta contenidos de zinc que están entre 0,0059 y 0,0097 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. Se observa que la estación PGB-1 presenta un valor moderado de zinc (0,2244 mg/L) no cumple con lo establecido por el ECA Agua categoría 3 está influenciado por ingreso de aguas mineralizadas del embalse. El río Titire TIT-1 (0,711 mg/L) presenta una concentración moderada con respecto a las otras estaciones probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (0,003 – 0,772 mg/L), CHL-8 (0,001 – 2,115 mg/L), VIZ-2 (0,0018 – 0,59 mg/L) y similar al TIT-1 (0,003 – 0,548 mg/L).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de zinc entre 0,0084 y 0,0117 mg/L, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de Zinc 0,0182 mg/L el origen geotermal no tiene mayor influencia en la concentración de Zinc para esta estación.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores bajos que están entre 0,0042 y 0,0236 mg/L, cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. No se ha detectado mayor presencia de Zinc en la zona del valle de Moquegua.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,003 – 0,273 mg/L), CH-3 (0,013 – 1,04 mg/L) y CAP-2 (0,003 – 0,264 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (0,00 mg/L) y MAP-2 (0,00 mg/L mg/L).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son mayores a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para las estaciones 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1.

No se ha detectado una fuente de zinc en las estaciones de monitoreo evaluadas.

MICROBIOLOGICOS

Coliformes Termotolerantes o Fecales

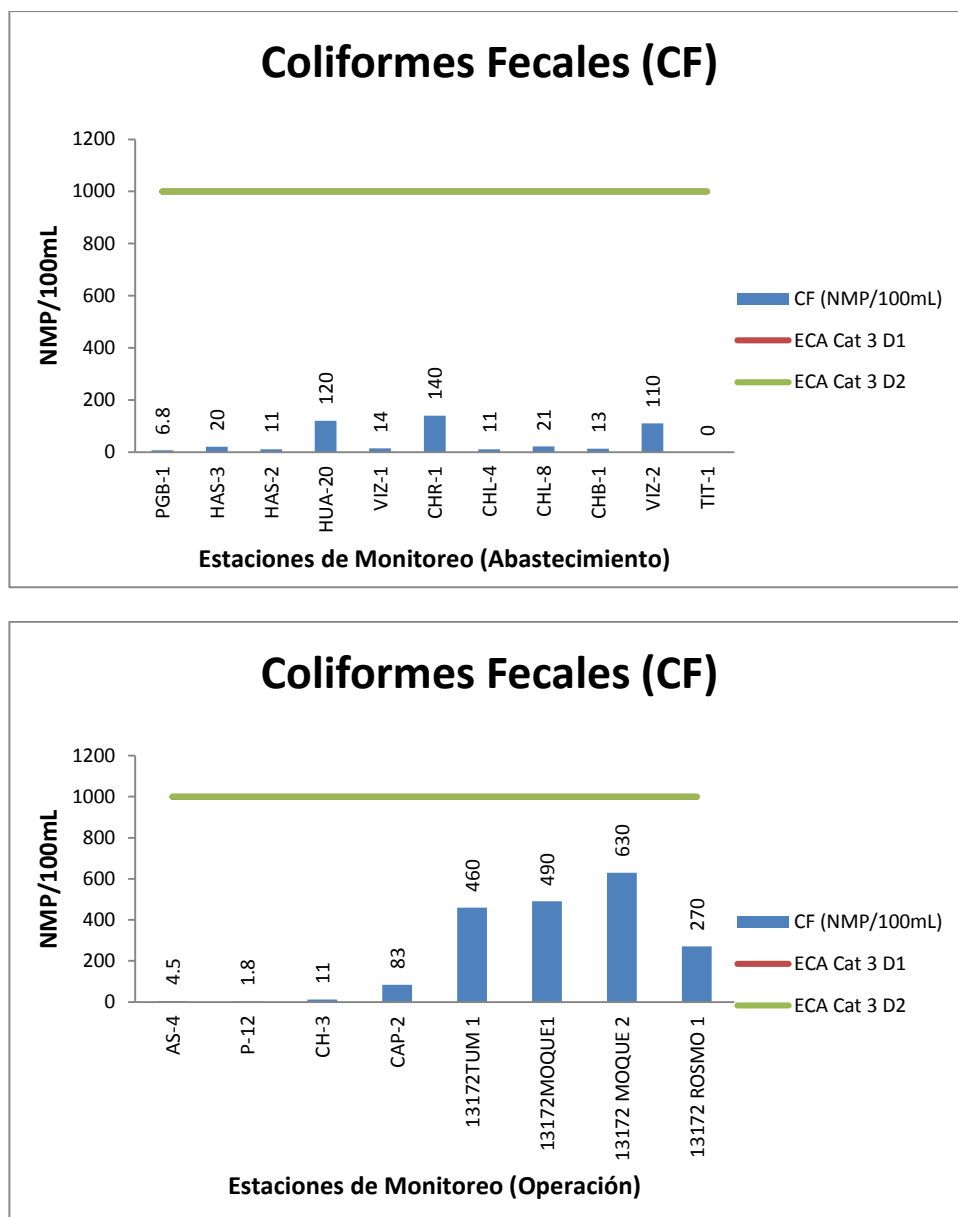


Gráfico 38. Variación espacial de la numeración de fecales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

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.

Como se observa en el gráfico 38, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 y la estación PGB-1 presentan contenidos de coliformes menores a 140 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes termotolerantes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

El río Titire TIT-1 (<1,8 NMP/100 mL) no presenta coliformes termotolerantes probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal o ingreso desde el suelo, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

Los valores de las estaciones de la zona de abastecimiento deben incluirse a la línea de base ambiental validada en el MAP-3, para la estación PGB-1 (2 – 11 NMP/100 mL), CHL-8 (0,4 – 2 NMP/100 mL), VIZ-2 (1,8 – 17 NMP/100 mL) y similar al TIT-1 (1,8 – 1,8 NMP/100 mL).

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 y P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes termotolerantes entre 1,8 y 11 NMP/100 mL, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores bajos de coliformes termotolerantes 83 NMP/100 mL, cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ganado en la zona o puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación. Al observar el contenido de coliformes totales se puede deducir que los coliformes termotolerantes provienen de fuentes diferentes a los fecales principalmente.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores moderados que están entre 270 y 630 NMP/100 mL cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ingreso de aguas residuales, por otro lado puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

Los valores de la zona de operaciones se encuentran dentro de lo establecido en la línea de base ambiental validada en el MAP-1 y MAP-2, para la estación P-12 (0,4 – 1700 NMP/100 mL), CH-3 (1,8 – 34 mg/L) y CAP-2 (170 – 170 mg/L). En el caso de la estación AS-4 el valor obtenido es similar a lo obtenido en los MAP-1 (20,0 NMP/100 mL) y MAP-2 (1,8 NMP/100 mL).

Los valores de la Zona de Moquegua e Ilo son similares a los obtenidos en el MAP-1 y MAP-2, para las estaciones 13172Rtum1 (350 – 3500 NMP/100 mL), 13172RMoqu1 (330 – 790 NMP/100 mL), 13172RMoqu2 (94 – 490 NMP/100 mL) y mayor para la estación 13172ROsmo1 (46 – 27 NMP/100 mL).

En la zona del valle se tiene el ingreso de aguas residuales con presencia de coliformes termotolerantes.

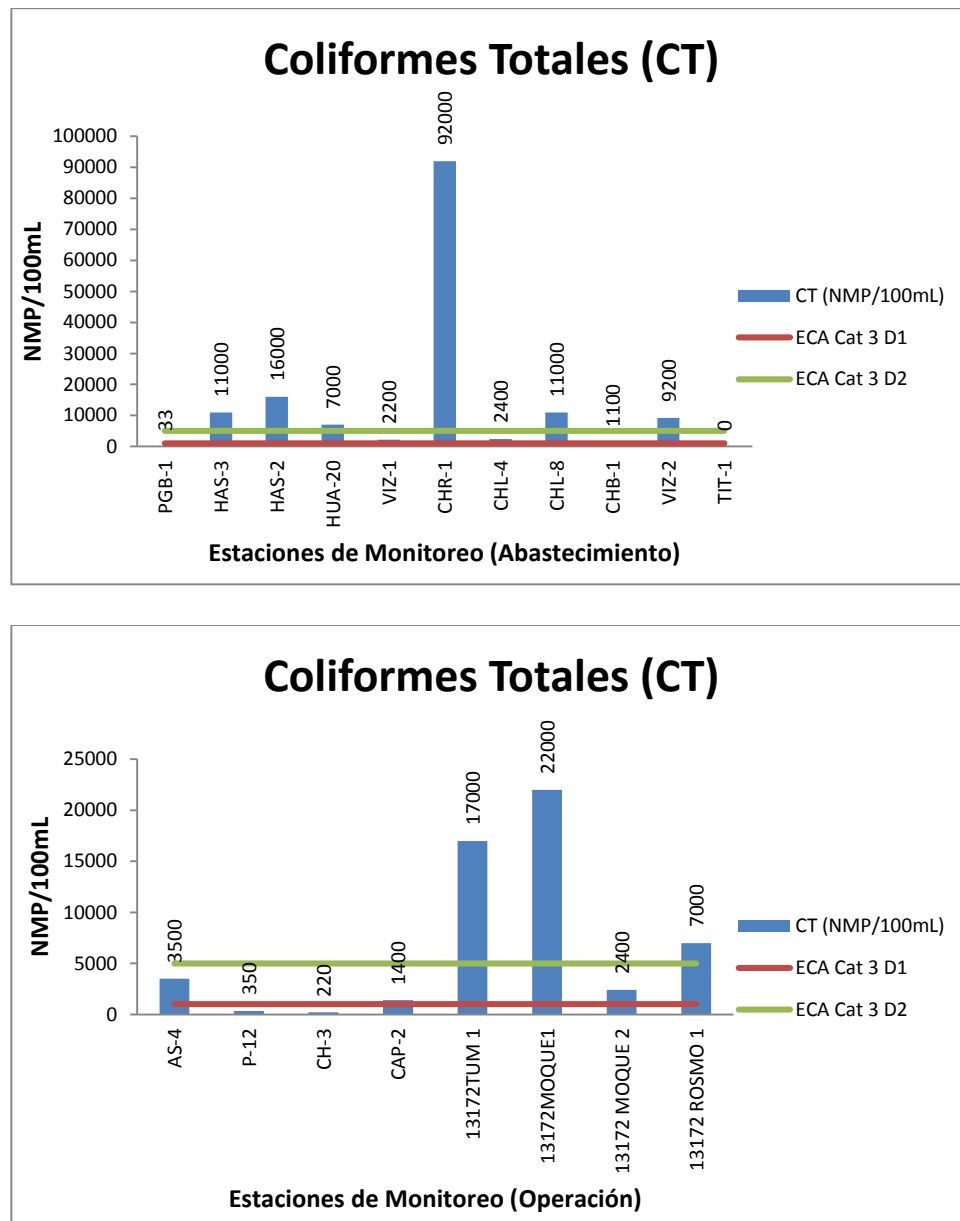
Coliformes Totales

Gráfico 39. Variación espacial de la numeración de coliformes totales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial – zona de abastecimiento y zona de operaciones del MAP IV Abril 2016.

Los coliformes totales son bacterias de morfología bacilar, gramnegativas, aerobias o anaerobias facultativas, no formadoras de endoesporas, oxidas negativas y que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24 – 48 horas a 36 °C. Pueden ser de origen fecal o provenientes del suelo y vegetación.

Como se observa en el gráfico 39, en la zona de abastecimiento de agua el agua de los ríos Vizcachas VIZ-1, VIZ-2, río Chilota CHR-1, CHL-4, CHL-8 y CHB-1, río Calasaya HUA-20, quebradas HAS-2 y HAS-3 presentan contenidos muy variados de coliformes totales, más de la mitad no cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con abundante vegetación.

La estación PGB-1 y en el río Titire TIT-1 (<1,8 NMP/100 mL) no presenta coliformes termotolerantes probablemente por el ingreso de aguas de origen geotermal mineralizadas, cumple con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3.

En la zona de operaciones las estaciones del río Asana AS-4 presenta valor que no cumple con el ECA Agua categoría 3, la estación P-12 y la estación en el río Charaque CH-3 presentan valores bajos de coliformes totales, todos cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3.

La estación del río Capillune CAP-2 presenta valores de coliformes totales 1400 NMP/100 mL, no cumple con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de aguas residuales.

En la zona de Moquegua e Ilo, las estaciones del río Tumilaca 13172Rtum1, 13172RMoqu1, 13172RMoqu2 y 13172ROsmo1, presentan valores altos que están entre 2400 y 22000 NMP/100 mL no cumplen con lo establecido por el ECA Categoría 3. La naturaleza de estos coliformes puede ser de origen fecal por la presencia de ingreso de aguas residuales, por otro lado puede ser de naturaleza diferente a la fecal debido a la presencia de suelos con vegetación.

En la zona del valle se tiene el ingreso de aguas residuales con presencia de coliformes totales, se debe incluir los resultados del MAP – 4, en la línea de base ambiental para los coliformes totales.

Tabla 10. Principales Observaciones de los resultados zona de abastecimiento

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que no cumplen el ECA Agua Cat 3.	Explicación
Titire	TIT-1	CE, pH, Cl, Al, As, B, Cd, Co, Cu, Fe, Mn	Ingreso de material de suelo. Influencia de aguas de naturaleza termal fuertemente mineralizadas.
Chilota	CHR-1	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal, la presencia de carbonatos incrementa el pH
	CHL-4	Coliformes Totales	
	CHL-8	Coliformes Totales, pH	
	CHB-1	Coliformes Totales, pH	
Calasaya	HAS-2	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal
	HAS-3	Coliformes Totales	
	HUA-20	Coliformes Totales	
Vizcachas	PGB-1	pH, B, Mn	Presencia de iones con capacidad ácida Aluminio, hierro asociado con Manganese.
	VIZ-1	Coliformes Totales	
	VIZ-2	Coliformes Totales	

Tabla 11. Principales Observaciones de los resultados zona de operaciones

Cuenca	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Agua Cat 3.	Explicación
Asana	AS-4	Coliformes Totales	No se ha detectado presencia significativa de fecales por lo que su origen es diferente al fecal
	P-12	No tiene observaciones	
Charaque	CH-3	No tiene observaciones	
Capillune	CAP-2	CE, Cl-, F-, B, Mn, CT	Probable ingreso de aguas geotermales y subterránea
Tumilaca	13172RTumi	Mn, CT	
Moquegua	131712RMoqu1	B, Mn, CT	
	131712RMoqu2	CE, B, Mn, CT	
Osmore	13172Rosmo1	B, Mn, CT	

7.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

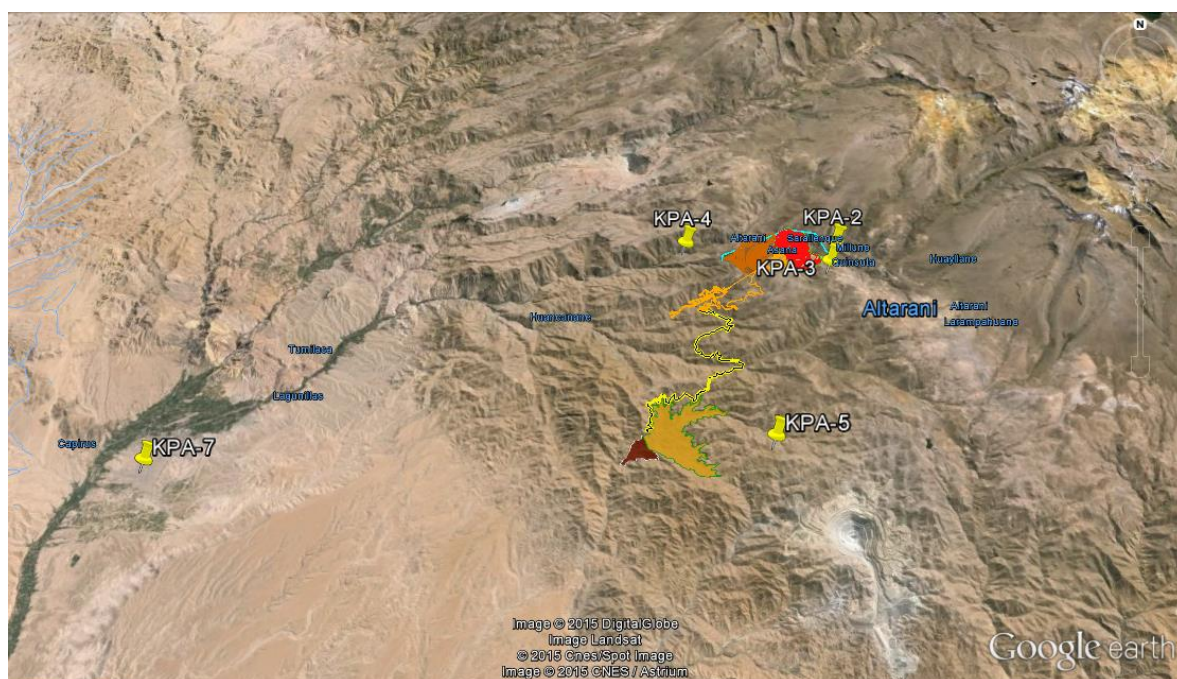


Figura 03. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en la zona de operaciones MAP IV abril 2016

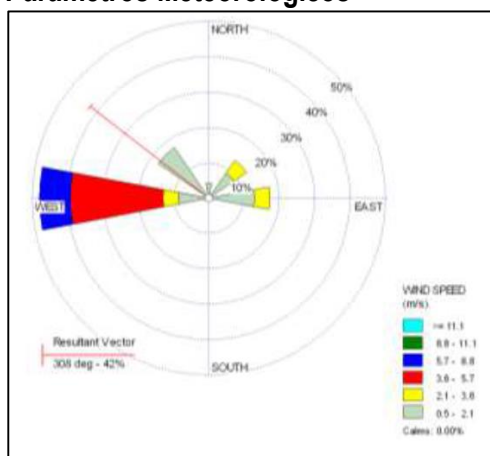
7.2.2. Resultados de los análisis químicos de laboratorio.

Tabla 13. Resultados de Análisis químicos de laboratorio de calidad de aire

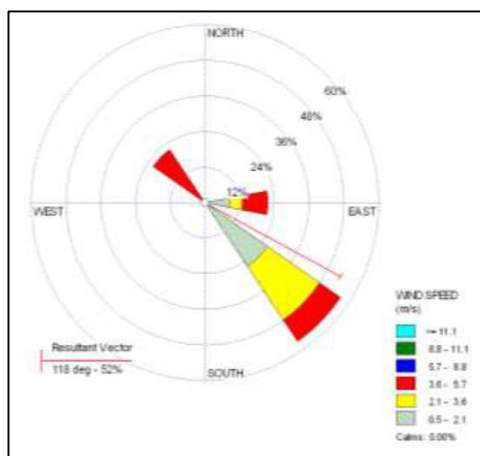
Parámetro	Unid	Estaciones de Monitoreo (INF. 14130)					ECA Aire
		KPA 2	KPA 3	KPA 4	KPA 5	KPA 7	DS 074-2001 PCM DS 003-2008 MINAM
Meteorológicos							
Dirección del Viento		W	SE	SE	S	SW	
Humedad Relativa	%	52,4	74,2	41,8	71,9	60,8	
Presión Atmosférica	mBar	660,4	653,1	686,8	661,8	863	
Temperatura a Nivel del Suelo	°C	12	9,7	14,6	11	20,3	
Velocidad del Viento	m/s	3,1	3	3,6	5,7	3	
Calidad de Aire							
Dióxido de Azufre (24h)	µg/m3	12,08	16,85	13,82	10,78	9,5	20
Dióxido de Nitrógeno (1h)	µg/m3	57,01	61,9	37,25	12,61	76,2	200
Óxidos de nitrógeno (1h)	µg/m3	71,36	79,32	37,37	14,1	214	
Monóxido de Carbono (8h)	µg/m3	859	859	773	386	458	10000
Material Particulado PM10	µg/m3	19,8	3,2	16,4	21,5	80,6	150
Material Particulado PM2,5	ug/m3	15	1,6	14,6	17,8	68,7	25
Plomo (Pb)	µg/m3	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0,006	1,5

7.2.3. Interpretación de los Resultados de Laboratorio

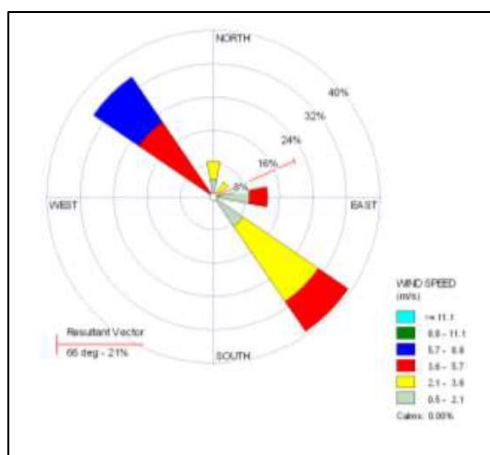
Parámetros Meteorológicos



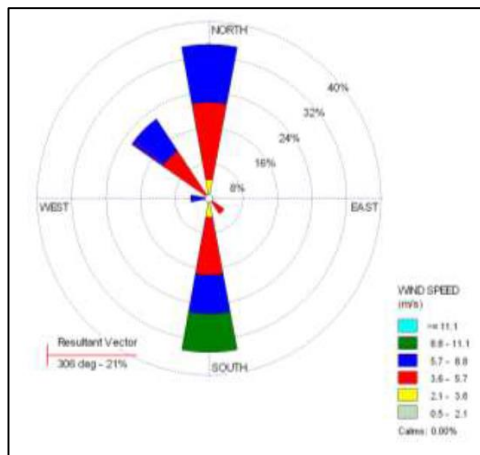
KPA2



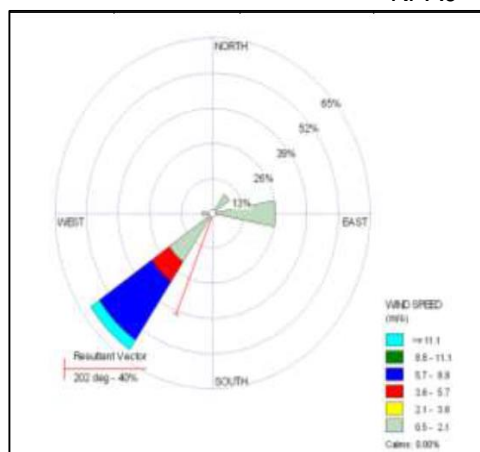
KPA3



KPA4



KPA5



KPA7

Figura 04. Dirección y velocidad del viento de los puntos de monitoreo de calidad de aire del MAP IV abril 2016

La dirección de los vientos en las diferentes estaciones meteorológicas es variada en todas las estaciones de monitoreo.

Velocidad del Viento

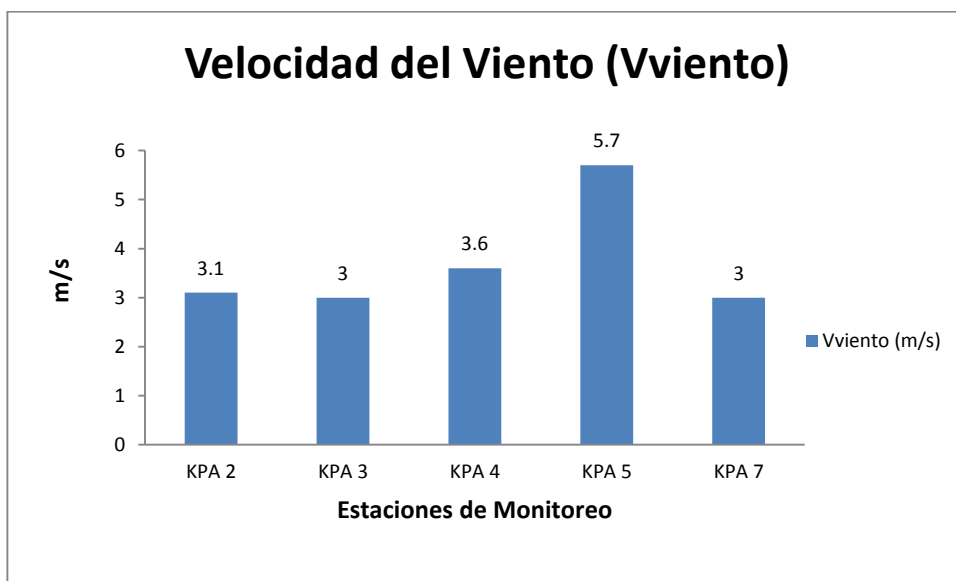


Gráfico 40. Variación espacial de la velocidad del viento de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Como se observa en el gráfico 40, la velocidad del viento en las áreas de estudio se encuentran por entre 3,0 y 5,7 m/s por lo que se clasifican como briza moderada (< 7,0 m/s), según la escala de Beaufort.

Humedad Relativa

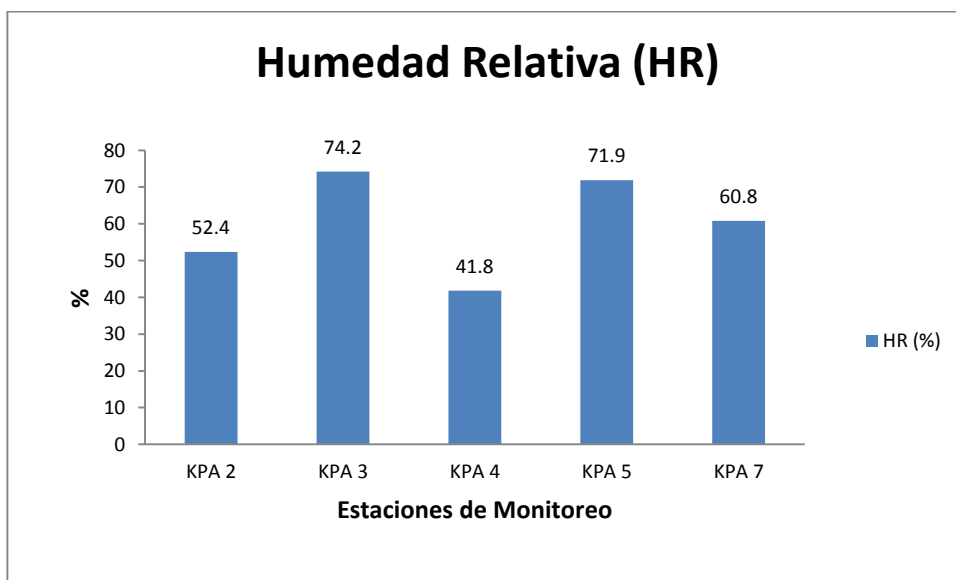


Gráfico 41. Variación espacial de la humedad relativa de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Como se observa en el gráfico 41, la Humedad Relativa de las estaciones son clasificados como Húmedo según Thornthwaite 1948, presentando una gran variabilidad entre estaciones de monitoreo

Presión Atmosférica

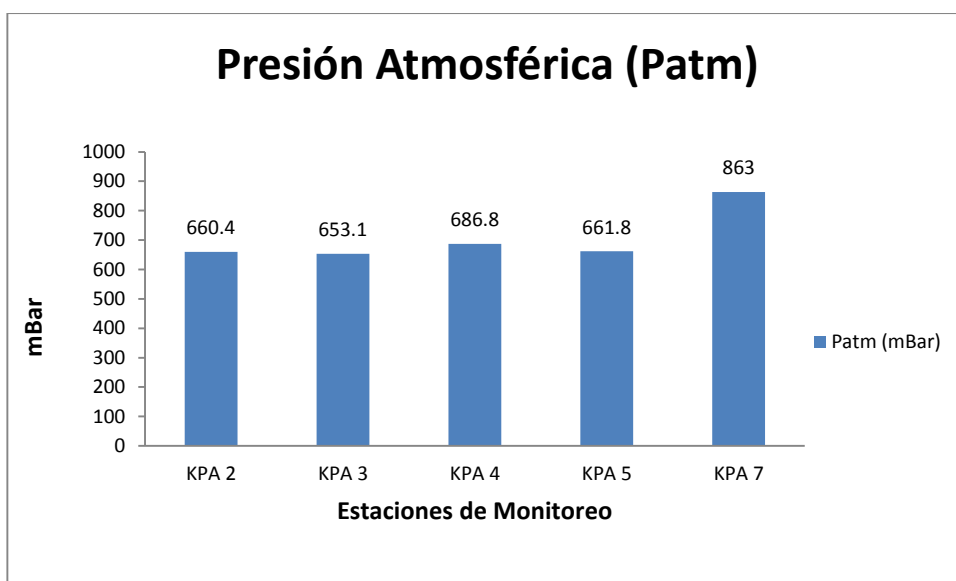


Gráfico 42. Variación espacial de la Presión Atmosférica de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

La presión atmosférica y la temperatura en las zonas de operaciones (KPA-2, KPA-3, KPA-4 y KPA-5) son similares debido a que se encuentran a alturas similares. Por otro lado KPA-7, tiene mayor presión por estar a baja altura cerca al valle de Moquegua, como se observa en los gráficos 42 y 43.

Temperatura

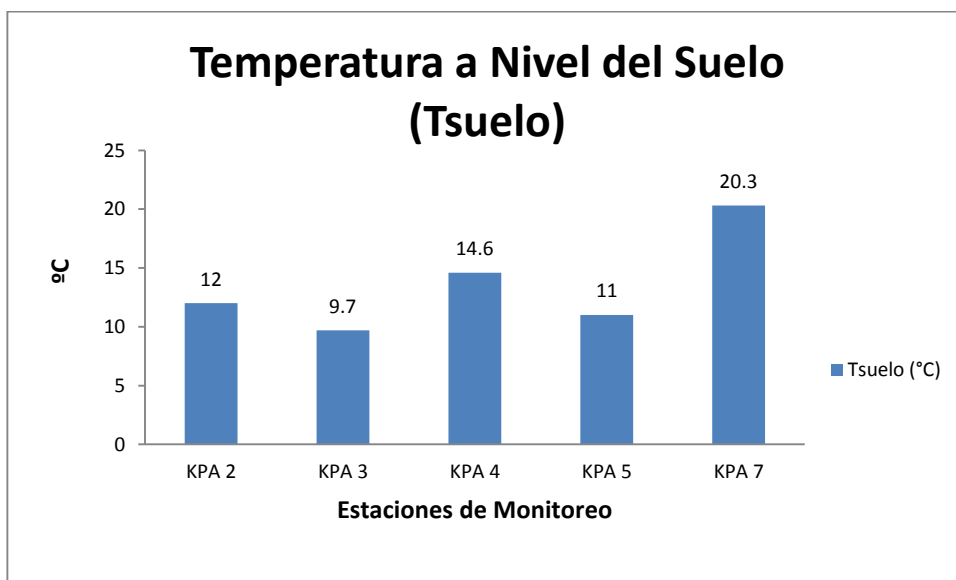


Gráfico 43. Variación espacial de la Temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

Parámetros de Calidad de Aire

Dióxido de azufre

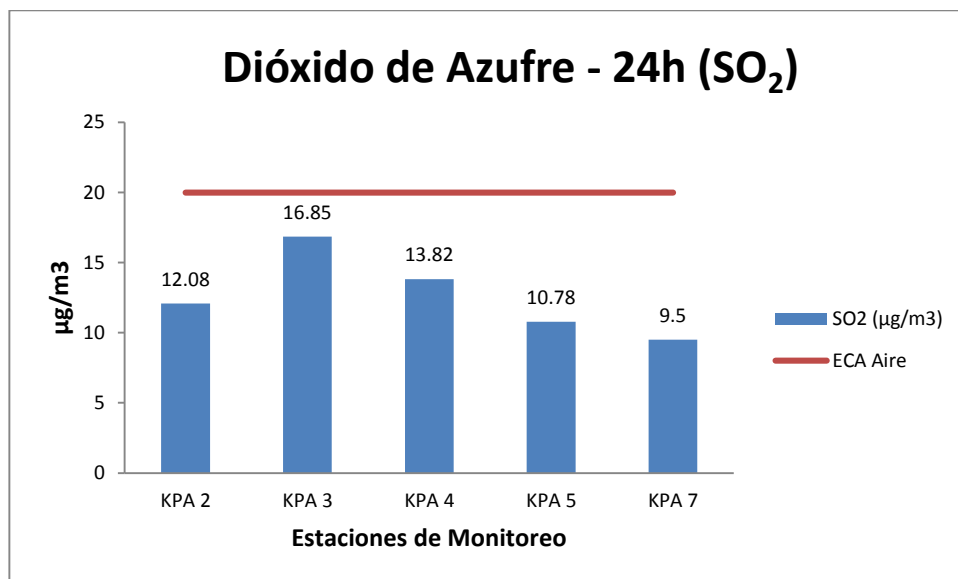


Gráfico 44. Variación espacial del contenido de dióxido de azufre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El dióxido de azufre se forma por la combustión de combustibles fósiles o transformación de minerales sulfurados. El ECA Aire fija un valor de 20 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 44, 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.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (9,76 – 46,99 ug/m³), KPA-3 (9,76 – 46,99 ug/m³), KPA-4 (4,62 – 40,00 ug/m³), KPA-5 (9,91 – 48,71 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (< 13 ug/m³).

Dióxido de Nitrógeno

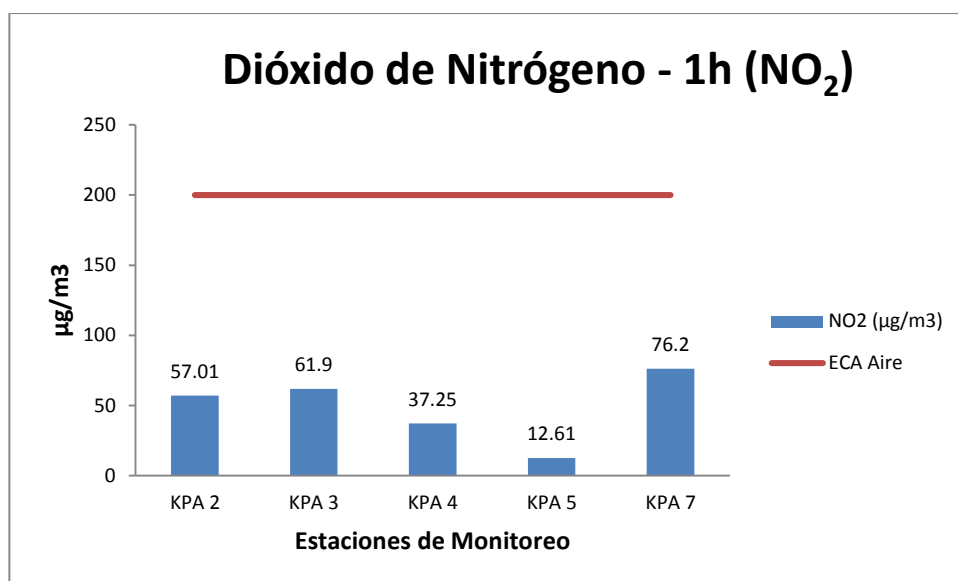


Gráfico 45. Variación espacial del contenido de dióxido de nitrógeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

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 ug/m³ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 45, no se ha detectado mayor presencia de dióxido de nitrógeno en el aire de la zona de estudio, lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión de combustibles.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (4,04 – 96,98 ug/m³), KPA-3 (4,04 – 96,98 ug/m³), KPA-4 (3,42 – 20,83 ug/m³), KPA-5 (4,00 – 31,76 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (68 y 10 ug/m³).

Material Particulado menor a 10 μm

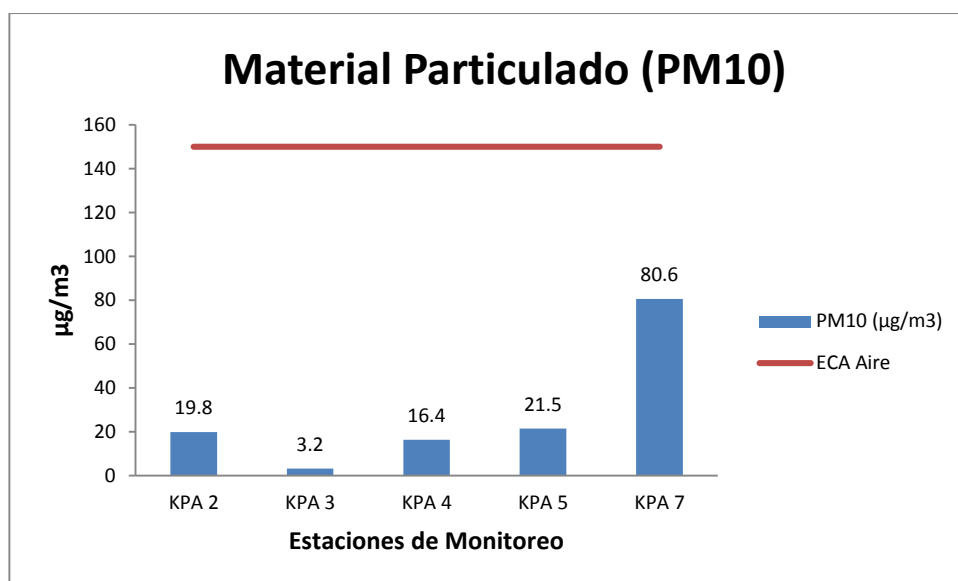


Gráfico 46. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El material particulado menor a 10 μm 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 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 46, no se ha detectado mayor 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.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (3,00 – 67,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (2 – 65,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (3,00 – 74,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (3,00 – 745 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (92,9 y 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Material particulado menor a 2.5 μm

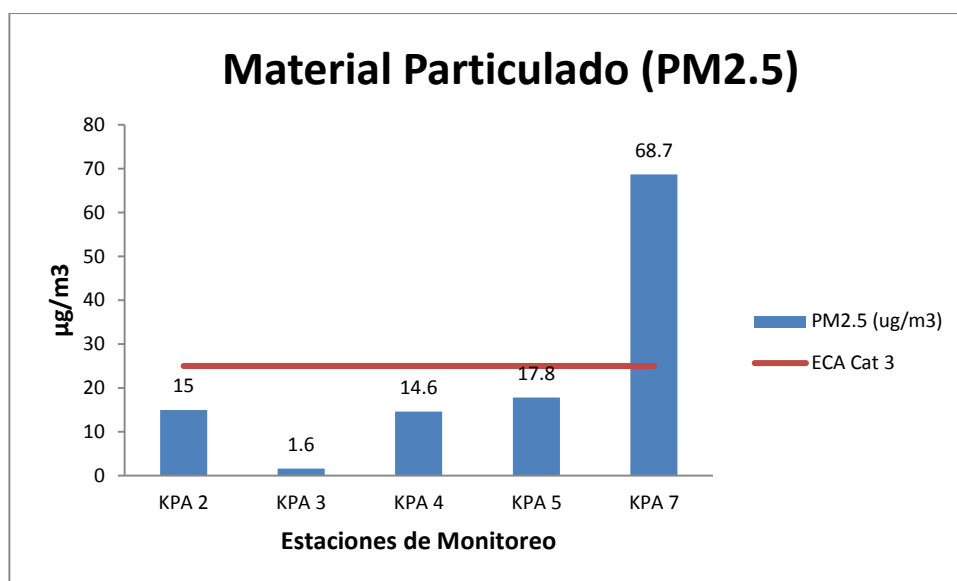


Gráfico 47. Variación espacial del contenido de material particulado menor a 2.5 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

El material particulado menor a 2,5 μm 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 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 47, no se ha detectado mayor presencia de material particulado PM-2,5 en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, , lo que nos sugiere ausencia de fuentes de combustión y generación de polvo.

En la estación KPA7 los valores de PM-2,5, superan lo establecido por el ECA Aire, esto probablemente se deba a que la estación de monitoreo está cerca de un área transitada por vehículos pesados.

Situación similar ha sido reportado en el MAP-3 en los dos periodos, monitoreado en las estaciones KPA2 (13,5 y 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (14,1 y 15,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (28,5 y 6,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (24,8 y 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y KPA-7 (35,5 y 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La calidad del aire en la estación KPA7 para el parámetro PM-2.5 no cumple con el ECA Aire, esto puede deberse a la presencia de vehículos pesados o livianos cerca de la estación de monitoreo.

Monóxido de Carbono

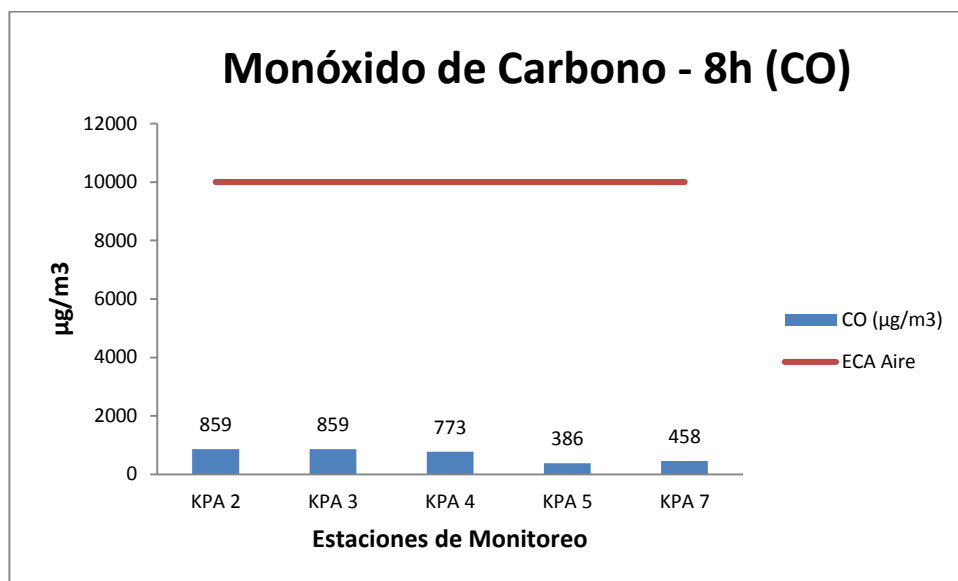


Gráfico 48. Variación espacial del contenido de monóxido de carbono de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

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 48, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7 los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Situación similar ha sido reportado en línea base ambiental validada en el MAP-3, monitoreado en las estaciones KPA2 (425 – 7805 ug/m³), KPA-3 (425 – 6426 ug/m³), KPA-4 (529 – 5248 ug/m³), KPA-5 (218 – 2102 ug/m³) y similar a lo reportado para el KPA-7 en el MAP-3 ES y MAP-3 EH (4030 y 928 ug/m³).

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

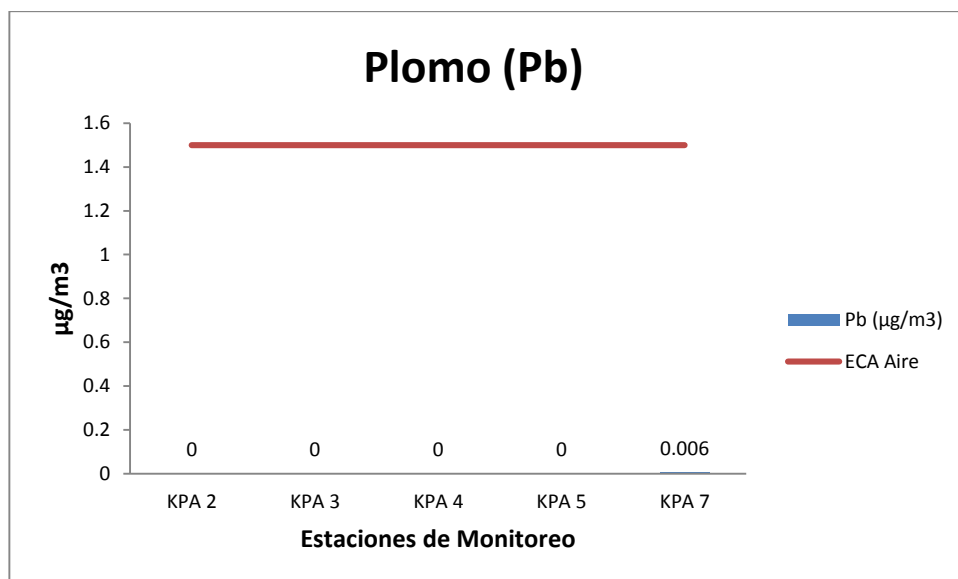
Metales:**Plomo**

Gráfico 49. Variación espacial del contenido de plomo en material particulado menor a 10 μm de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de aire del MAP IV Abril 2016.

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 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Como se observa en el gráfico 49, no se ha detectado mayor presencia de monóxido de carbono en las estaciones KPA2, KPA3, KPA4, KPA5, y KPA7 los valores cumplen lo establecido por el ECA Aire.

Situación similar ha sido reportado en el MAP-3 en ES y EH, para las estaciones KPA2 (0,0051 y 0,0017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-3 (0,0041 y 0,0052 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-4 (0,0068 y 0,0022 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), KPA-5 (0,0060 y 0,0049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y KPA-7 (0,0045 y 0,0189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La ligera presencia de plomo en la estación KPA7 se relaciona con el contenido de PM-2.5 y puede deberse a la presencia de tránsito vehicular o deposición desde el aire.

Tabla 12. Principales Observaciones de los resultados de calidad de aire

Lugar	Estación de Monitoreo	Parámetros observados que superan en ECA Aire	Explicación
Campamento	KPA2	No observación	
Samanape	KPA3	No observación	
Tala	KPA4	No observación	
Pampa Tolar	KPA5	No observación	
San Antonio	KPA7	PM 2.5	Actividad antropogénica posible emisión vehicular

8. CONCLUSIONES

- ✓ La calidad de agua superficial en el zona de abastecimiento, en la cuenca del río Titire se observa una fuerte influencia de aguas mineralizadas de origen termal y arrastre desde el suelo que incrementan la concentración de los aniones y cationes, sobrepasando lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 para los valores de Conductividad Eléctrica, pH (por debajo de lo establecido), cloruros, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro y manganeso.
- ✓ La calidad del agua en la estación PGB-1 presentan valores altos de Boro y Manganeso, valor bajo de pH.
- ✓ La calidad de agua superficial en el área de abastecimiento de las estaciones del río Chilota, río Calasaya, río Vizcachas y quebradas HAS-2, HAS-3 y HUA-20, presentan todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua excepto el contenido de coliformes totales de naturaleza diferente al fecal, probablemente proveniente del suelo con vegetación en esta época del año, presencia de bofedales.
- ✓ La calidad de agua superficial en la zona de operaciones, para el río Asana en la estación P-12 tuvo todos los parámetros dentro de lo establecido por el ECA Agua Cat 3, la estación AS-4 solo presento valores superiores para coliformes totales, probablemente provenientes del suelo con vegetación y presencia de algas.
- ✓ La calidad del agua de la estación del río Capillune CAP-2 estuvo fuertemente mineralizado por la influencia probablemente de aguas geotermales o subterráneas incumpliendo los ECAs para Cat 3 en Conductividad, cloruros, fluoruro, boro y manganeso. Este ingreso de Boro y Manganeso se mantiene a lo largo del río Tumilaca, Moquegua y Osmore. Adicionalmente también se presentó contenidos altos de coliformes totales en las estaciones CAP-2, 13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172Rosmo1, de origen diferente al fecal, probablemente proveniente desde el suelo con vegetación.
- ✓ En la calidad del aire se observa la influencia de zonas urbanas en la estación KPA7, relacionado con la concentración del material particulado menor a 2.5 μm , probablemente de fuentes de combustión con vehículos, motos o camiones.
- ✓ Los resultados del MAP IV son similares con los obtenidos durante las campañas MAP I, MAP II y MAP III, y son consistentes con los resultados de la validación de la línea base ambiental del proyecto Quellaveco componente agua superficial.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar mayores estudios de monitoreo de las estaciones TIT-1, CAP-2 y la cuenca del río Chilota con la finalidad de identificar la fuente de arsénico.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 2016.