

Proyecto “Elaboración y ejecución del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Quellaveco, en cumplimiento de los compromisos asumidos en la Mesa de Diálogo y el EIA”, ejecutado por ProNaturaleza.



**INFORME DE RESULTADOS DE PRIMERA CAMPAÑA DE
MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Diciembre 2013
VALIDACIÓN DE LÍNEA DE BASE AMBIENTAL**

INDICE

1.0 GENERALIDADES	4
2.0 OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3.0 MARGO LEGAL	7
3.1 Normas Legales.....	7
• LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611 (16/10/2005).....	7
3.2 Protocolos Consultados.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.0 ACTIVIDADES DEL MONITOREO	10
5.0 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS	14
6.0 METODOLOGIA	15
6.1 Monitoreo de la calidad de agua superficial y subterránea.....	15
6.1.1 Identificación de los parámetros a Evaluar	15
6.1.2 Selección de los Puntos Monitoreo.....	15
6.1.3 Procedimiento de toma de muestra y preservación.....	15
6.1.4 Métodos de Análisis químicos de laboratorio.....	15
6.2 Validación de la Línea Base	18
6.2.1 Determinación de caudales en época seca: Test de Grubbs	18
6.2.2 Inclusión del Monitoreo en el Record histórico línea base: Diagramas de Cajas y Bigotes.....	18
7.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
7.1 Monitoreo de la calidad de agua superficial y subterránea.....	20
7.1.1 Identificación de los parámetros a Evaluar	20
7.1.2 Puntos de Monitoreo.....	20
7.1.3 Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.....	24
7.1.3.1 Agua Superficial.....	24
7.1.3.2 Agua Subterránea.....	33
7.1.4 Interpretación de los Resultados de Laboratorio	37
7.1.4.1 Agua superficial	37
8.0 CONCLUSIONES	80
9.0 RECOMENDACIONES	81
10.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

ANEXOS

Estaciones de puntos de Monitoreo de agua superficial y agua subterránea

Estación de Monitoreo AS-1 periodo de evaluación de 1994 – 2013

Estación de Monitoreo ALT-4 periodo de evaluación de 1994 – 2013

Estación de Monitoreo P-11 periodo de evaluación de 2010 – 2013

Estación de Monitoreo P-1 periodo de evaluación de 1994 – 2013

Estación de Monitoreo P-10 periodo de evaluación de 1994 – 2013

Estación de Monitoreo P-12 periodo de evaluación de 2010 – 2013

Estación de Monitoreo CH-3 periodo de evaluación de 2007 – 2013

Estación de Monitoreo AS-3 periodo de evaluación de 1999 – 2013

Estación de Monitoreo CAP-1 periodo de evaluación de 1999 – 2013

Estación de Monitoreo CAP-2 periodo de evaluación de 1999 – 2013

INFORME DE RESULTADOS DE PRIMERA CAMPAÑA DE MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA Diciembre 2013 VALIDACIÓN DE LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

1.0 GENERALIDADES

El Proyecto Quellaveco

El área de operaciones de ese proyecto minero metálico se ubica en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. Geográficamente, se encuentra asentada en el valle del río Asana, aproximadamente 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, a una altitud de 3500 msnm y abarca una superficie aproximada de 39 000 hectáreas. Este proyecto consiste en 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.

El ritmo de extracción diaria, proyectada para 32 años de vida útil es de 85,000 toneladas (31 millones de toneladas/año). Las reservas actuales alcanzan los 938 millones de toneladas de mineral de cobre y molibdeno. La explotación de esta mina requiere la construcción de una serie de obras de ingeniería.

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 año 2000, por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante Resolución Directoral N° 266-2000-EM/DGAA. El 3 de octubre 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 de 2010. El 30 de marzo de 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 fue aprobada el 2012, la cual presentaba la Optimización del diseño y operación de la Presa Vizcachas.

El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del Proyecto Quellaveco.

Este Programa (en adelante MAP) está relacionado con el compromiso N° 10 establecido en la Mesa de Diálogo para analizar la problemática del Departamento de Moquegua¹ con la empresa Anglo American Quellaveco y también como una de las medidas establecidas en la primera modificatoria del EIA.

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.

Que mediante la Resolución Ministerial N° 066-2012-PCM del 13 de Marzo del 2012 se formaliza la instalación y conformación del grupo de trabajo denominado “Mesa de diálogo para analizar la Problemática Minera del departamento de Moquegua”. Seguidamente el Informe N° 001-2012-STMd/GR.MOQ, a través del secretario técnico de la mesa de Dialogo, remite los nombres de los integrantes por cada grupo de trabajo de las comisiones correspondientes, por lo que recomienda derivar a la Dirección Regional de Asesoría Jurídica a fin de que proyecte la Resolución Ejecutiva Regional, en la que disponga la conformación de los comités de constitución y monitoreo y vigilancia. Por lo tanto el 19 de Septiembre de 2012 según Resolución Ejecutiva Regional N° 1126-2012-GR/MOQ.

Este Comité realiza el 13 de Junio de 2013 la instalación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo del Proyecto Quellaveco, que estaría a cargo de elaborar y presentar el Programa de Monitoreo Participativo y la Validación de la Línea de Base Ambiental de la mina de Anglo American Quellaveco (AAQ SA). Este es un subcomité del Comité de Monitoreo, Verificación y Recomendaciones de Compromisos del Proyecto Quellaveco.

El Sub Comité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua estará compuesto por los siguientes representantes, quienes deberán designar cada uno a un alterno:

- 2 Representantes del Gobierno Regional.
- 1 Representante de la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
- 1 Representante de la Municipalidad Provincial Ilo.
- 1 representante de la municipalidad provincial de Sánchez Cerro.
- 1 Representante de la Comunidad Campesina Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala
- 1 Representante de la Sociedad Civil de Ilo: Camara de Comercio
- 1 representante de la sociedad civil de Moquegua: FRAFRAM.
- 2 Representantes de Anglo American Quellaveco

Las funciones del Sub Comité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua las siguientes:

- Cumplir con lo establecido en el presente documento y las posteriores modificaciones que puedan realizarse.
- Cumplir con el código de conducta del MAP Moquegua.
- Participar en las actividades de verificación de Línea de Base Ambiental del Proyecto Quellaveco.
- Participar en las actividades propias del monitoreo ambiental de acuerdo a los protocolos establecidos, siempre en compañía del Órgano Técnico. En todos los casos se aplicarán los procedimientos y protocolos indicados en este documento y los que puedan ser aprobados por el Sub Comité de Monitoreo Ambiental Participativo Moquegua.
- Participar activamente en las diversas actividades que les correspondan en el marco del MAP Moquegua.

- Proponer recomendaciones para el buen funcionamiento del MAP Moquegua.
- Apoyar en la comunicación de los reportes del MAP en su comunidad/centro poblado/anexo y/o área de trabajo/influencia.
- Verificar que se cumplan los protocolos de monitoreo adoptados por el MAP, tomando como base la legislación actual vigente.

En Noviembre de 2013, el Comité de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación de los compromisos de la mesa de Diálogo acuerda trabajar con ProNaturaleza-Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, para brindar asesoría, capacitación, diseño, planificación, ejecución y comunicación del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo en referencia. Es en el marco de esta asistencia técnica que se desarrolla el presente Informe de Interpretación de resultados de la primera campaña de Monitoreo Ambiental y Validación de la Línea Base Ambiental.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Interpretar los resultados obtenidos en la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea diciembre 2013 y validación de la línea de base ambiental del Proyecto Quellaveco.

2.2 Objetivos Específicos

- Interpretar los resultados de los parámetros medidos en la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea diciembre 2013 comparando los resultados entre todas las estaciones de monitoreo.
- Identificar los meses de época seca y de lluvia en los monitoreos históricos
- Validar la línea base ambiental.

3.0 MARGO LEGAL

Existe un marco normativo que tiene como principal objetivo la protección y uso sostenible del recurso hídrico, 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 deglaciación 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° 002-2008-MINAM (30/07/2008)**

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: Aguas para uso Poblacional y Recreacional

Categoría 2: Actividades Marino Costeras

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: “Riego de vegetales y 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, Tumulaca, Huaracane, Quebrada Quellaveco, Quebrada Millune, Quebrada Sarallenque, entre otros.

- **Decreto Supremo N° 046-2004-EM.**

Establecen Disposiciones para La Prórroga Excepcional de Plazos para el cumplimiento de Proyectos Medioambientales específicos contemplados en Programas de adecuación Ambiental –PAMA.

A la solicitud deberá acompañarse la siguiente información y/o documentación: a) La descripción del proyecto (s) respecto del (de los) cual (es) se solicita prórroga; b) La relación específica de los objetivos y metas ambientales y los plazos para alcanzarlos; c) **Programa de Monitoreo y seguimiento con participación ciudadana.** d) Respecto de cada uno de los proyectos cuya prórroga se solicita: i. El cronograma valorizado de ejecución detallando cada una de las actividades a realizar en los proyectos, ii. El presupuesto de inversiones.” (Artículo 2 – inciso 2.2).

- **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 el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua aprobado por R.J-182-2011-ANA. 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., 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.

4.0 ACTIVIDADES DEL MONITOREO.

El Monitoreo Ambiental Participativo denominado “Primera Campaña Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y aguas Subterráneas” se realizó en los 22 puntos propuestos, de los cuales 14 puntos son aguas superficiales-ríos (AS-1, ALT-4, AS-4, P-11, AS-2, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2, 13172Rtumi, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1), 2 puntos aguas subterráneas (ALX-1, ALX-3), 1 manantial (AS-5), 2 quebradas con agua (P-1, P-10) y 3 quebradas secas en el momento del monitoreo (QU-1, QUEL-1, QL-1).

Se realizó del 03 de diciembre al 07 de diciembre donde participaron personal del equipo técnico de CORPLAB, representantes de instituciones invitadas de Ilo y Moquegua, miembros que pertenecen al Sub Comité del PMAP Quellaveco y los cuales previamente asistieron al taller de Capacitación realizado en la Ciudad de Moquegua del 26 al 28 de Noviembre del 2013, como se indica en la tabla 1.

Durante los 05 días de Monitoreo, participaron los miembros del Comité y sub comité siendo un promedio en la asistencia a campo de 10 personas sin incluir a los 03 monitores del Laboratorio CORPLAB y el representante de PRONATURALEZA. A continuación se resume el trabajo realizado en campo:

Desarrollo del monitoreo:

El monitoreo de calidad de aguas superficiales se realizara según lo establecido en los Protocolos de Monitoreo de Calidad del Agua del Ministerio de Energía y Minas² y la Autoridad Nacional del Agua.

Día Martes 03.

Se monitorearon 05 puntos con los códigos de muestreo: el AS-1 (Rio Asana, aguas arriba del área del proyecto), ALT-4 (Rio Altarani, aguas arriba del área del proyecto), P-11 (Rio Asana Aguas arriba del ingreso del túnel de desvío), QU-1 (Quebrada seca de Quinsuta) y P-1 (Quebrada Millune).

Principales observaciones:

- Se cumplió con mostrar la ficha de calibración del equipo.
- Antes del uso del equipo se procedió a su verificación y contraste con padrones.
- En los parámetros físicos sacó tres muestras, del cual quedó una.
- Cumplió con el procedimiento de lavar los sensores antes y después de las mediciones.
- El equipo técnico utilizó una pizarra para anotar datos geo referenciados.
- Utilizó guantes descartables.
- La inquietud de los participantes fue porque la medición se realizó sobre la superficie de una estructura de cemento.
- En el caso del ALT - 4 Se encontró renacuajos.
- Se corrigió las alturas con respecto a la primera medición.

² Protocolo de Monitoreo de Calidad del Agua, subsector Minería, Dirección general de Asuntos Ambientales, cumpliendo el Artículo 5to. Del D.S 059-93-EM del 10 de diciembre del 2003.

También se realizaron las siguientes observaciones ajenas al monitoreo:

- La inquietud de los participantes fue porque la medición se realizó sobre la superficie de una estructura de cemento.
- En el caso del ALT-4 Se encontró renacuajos.
- Se corrigió las alturas con respecto a la primera medición.
- En el punto P-1 se encontró tierra y rocas de color amarillenta que fue indicada por el coordinador del monitoreo de la empresa CORPLAB por presencia de minerales.

Tabla 1. Participantes durante el Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas.

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCIÓN
Sub comité de monitoreo ambiental participativo		
01	Arq. Gerardo Carpio Diaz	Municipalidad Provincial de Ilo
02	Ing. Lenia Montalvo Butron	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto.
03	Sr. Juan Marca Peñaloza	Comunidad Campesina de Tumulaca, Pocata Coscore y Tala
04	Lic. Elizabeth CHoquepata Huaman	Gobierno Regional Moquegua.
05	bach. Elvis Coayla Mamani	Gobierno Regional Moquegua
06	Ronnie Mercado	Anglo American Quellaveco
07	Beltran Gomez Hjar	Anglo American Quellaveco
08	David Condori Chura	Anglo American Quellaveco
09	Bach. Jorge Lopez Yi	Municipalidad Provincial Mariscal Nieto
Equipo Técnico del Laboratorio CORPLAB		
10	R. Ramos	Lab. CORPLAB
11	J. Kocchifoc	Lab. CORPLAB
12	J. Arivilca	Lab. CORPLAB
Instituciones Invitadas de Moquegua		
13	Marco Luis Quispe Perez	Universidad Nacional de Moquegua
14	Venancio Endara Salas	Junta de Usuarios de Riego de Moquegua
15	Tec. Juan Martinez Ortiz	Laboratorio Ambiental Regional Moquegua
Instituciones Invitadas de Ilo		
16	Blgo. Victor CCasa Añamuro	Municipalidad Distrital el Algarrobal
Otros Participantes		
17	Rodolfo Angles Montesinos	Gobierno Regional de Moquegua
18	Juan Eusebio Valdivia Valdivia	Municipalidad Provincial Sanches Cerro

Fuente: Elaboración Propia –PRONATURALEZA (Enero 2014)

Día Miércoles 04.

Se monitorearon 05 puntos, con los códigos de muestreo: 13172Rtumi (Rio Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua), AS-5 (Rio Moquegua manantiales de tres peñas), 13172RMoqu1(Rio Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo) , 13172RMoqu2 (Rio Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle), 13172ROsmo1 (Rio Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS Ilo), y se sacó una muestra dirimente Rosmo 1D y un blanco ROsmo 1B.

Principales observaciones.

- En el punto 13172Rtumi, los parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto) fueron medidos en la misma corriente del agua y/o también recogiendo el agua del cuerpo superficial en un recipiente, dicha acción fue explicada por el Coordinador de Laboratorio CORPLAB.
- En el punto 13172 Rtumi se realizó la medición del caudal con el equipo correntómetro y además se complementó la medición de caudal con el método de volumétrico.

También se realizaron las siguientes observaciones ajenas al monitoreo:

- En punto de AS- 5, por problemas de acceso al punto definido de monitoreo, esta se realizó a unos 20 metros del punto inicial, donde se observó poco caudal y de flujo lento.
- En el punto 13172RMoqu1, se observó buena vegetación verdosa, lo que se debía a la carga de materia orgánica que provenía de las aguas residuales, ello también generaba un olor fétido, y un color un tanto verdoso

Día Jueves 05.

Se monitorearon 03 puntos, con los códigos de muestreo: P-12 (Rio Asana, aguas abajo de la salida del túnel), CH-3 (Rio Charaque, aguas abajo deposito Estéril), AS-3 (Rio Asana. Aguas abajo del túnel de desvió (antes de confluir con el rio Charaque).

En este día se realizó la toma de muestra en tres puntos por el distanciamiento de los mismos y los acceso en algunos casos con pendientes pronunciadas, en el punto P-12 y CH-3, no se pudo llegar al mismo punto establecido por problemas acceso. Los procedimientos y protocolos se desarrollaron adecuadamente.

Día Viernes 06.

Se monitorearon 06 puntos, con los códigos de muestreo: AS-4 (Río Asana, después de confluir los ríos Asana y Millune), P-10 (Quebrada Sarallénque), AS-2 (Rio Asana, abajo del puente Asana), muestra dirimente AS-2D, QUEL-1, QL-; y una muestra de blanco el AS-2B.

Observaciones principales:

- Se realizó el Monitoreo siguiendo los protocolos de monitoreo de cuerpos de agua.
- El acceso al punto P-10 es muy accidentado observándose áreas rocosas y con pendientes pronunciadas.
- El punto AS-2 está ubicado aguas abajo de un Puente, en este punto se sacaron duplicado y Blanco.
- Los puntos QUEL – 1 y QL-1 son quebradas, donde no se realizaron los monitoreos debido a que no se encontró flujo de agua.

También se realizaron las siguientes observaciones ajenas al monitoreo:

- En el punto AS-4 se pudo observar la presencia de estructuras metálicas en el río y precipitaciones blanquesinas en su ribera.

Día Sábado 07.

Se monitorearon 04 puntos, con los códigos de muestreo: muestras de agua subterránea ALX-3 (Río Altarani, Cuenca parte alta), ALX-1 (Río Altarani, Cuenca parte alta), CAP-1 (Río Capillune, aguas arriba del Río Capillune del área del proyecto.) y CAP-2 (Río Capillune, aguas abajo del río capillune del área del Proyecto).

Observaciones principales:

- En el CAP-2, no se pudo llegar al punto establecido por problemas de acceso (Pendiente pronunciada y rocas).
- Se verificó in situ el tipo de equipos a utilizar en la toma de muestra de los puntos de agua subterránea (ALX-1 y ALX-3) y el manejo de multiparametro utilizado en campo marca WTW para aguas superficiales.
- Se realizó adecuadamente los procedimientos de monitoreo, desde la manipulación de la cubierta del piezómetro, la colocación e instalación de los materiales y equipos en su respectivo lugar.
- Debido al problema de accesibilidad no se pudo monitorear en el punto CAP-2, realizándose la toma aguas abajo del punto establecido.

También se realizaron las siguientes observaciones ajenas al monitoreo:

- Durante la toma de muestras hubo precipitaciones pluviales ligeras.
- En el Punto CAP-2 hubo presencia de algas en la superficie del río así como sales y renacuajos.
- En el Punto CAP-1 hubo presencia de renacuajos en el río y se observe presencia de estiércol cercano a la ribera del río.

Al finalizar los Monitoreo en campo, solo se realizaron 19 puntos (17 puntos aguas superficiales y 02 puntos aguas subterráneas) de los 22 puntos propuestos debido a que tres puntos de aguas superficiales estuvieron “secos” sin flujo de agua.

5.0 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

Los materiales y equipos de laboratorio que fueron utilizados para el monitoreo de calidad de agua del cuerpo receptor fueron proporcionados por el laboratorio CORPLAB, considerándose los siguientes materiales y equipos descritos en las tablas 2 y 3:

Tabla 2. Materiales de laboratorio

ITEM	Descripción	Proveedor
Agua Superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Frascos de plástico de 1 L, 500 ml y 250 ml • Frascos de vidrio ámbar de 1L. • Coolers para el transporte de muestras • Ice packs, para refrigerar las muestras • Etiquetas, tapas y sellos • Preservantes para muestras: HNO₃, H₂SO₄, NaOH, Acetato de zinc, etc. • Frascos esterilizados para muestreo de coliformes • Cadena de custodia • Galón con agua destilada • Gotero dosificador para preservantes • Guantes quirúrgicos • Guía de conservación y cantidad de muestras 	Laboratorio CORPLAB

Fuente: Elaboración Propia –PRONATURALEZA (Enero 2014)

Tabla 3. Equipos utilizados en campo

Equipo	Código del equipo	Unidad de medición	Función
Multiparametro	MP/AQP/08	CE en ms/cm OD en mg/l Temp. en °C pH sin unidad	Determina el pH del agua, el oxígeno presente en el agua, la conductividad eléctrica y la temperatura.
Correntómetro	CR/AQP/09	Rev/Tiempo (seg)	Determina la revoluciones de la hélice por cada 30 segundos

Fuente: Elaboración Propia –PRONATURALEZA (Enero 2014)

6.0 METODOLOGIA

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. 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.

6.1 Monitoreo de la calidad de agua superficial y subterránea

6.1.1 Identificación de los parámetros a Evaluar

Los parámetros incluidos en el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP), para Agua Superficial y Subterránea en la zona de estudio fueron los sugeridos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM) Categoría 3 y otros de interés que permiten explicar tendencias, como se observa en la tabla 4.

6.1.2 Selección de los Puntos Monitoreo

Los Puntos de Monitoreo incluidos en el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP) incluye puntos de monitoreo de la línea base ambiental del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Quellaveco, puntos de monitoreo solicitados por el comité y puntos monitoreados por el ANA.

6.1.3 Procedimiento de toma de muestra y preservación

La toma de muestra fue realizada por el laboratorio CORPLAB, que dispuso de toda la logística para la medición en campo y materiales para la toma de muestra y preservación de esta. Se contó con la presencia de los miembros del comité, representantes de Pronaturaleza y de Anglo American.

6.1.4 Métodos de Análisis químicos de laboratorio

El laboratorio CORPLAB, realizó los análisis de los parámetros establecidos. La metodología utilizada para cada uno de estos análisis, se basa en las normas técnicas de entidades internacionales como APHA (American Public Health Association), EPA (Environmental Protection Agency), AWWA (American Water Works Association), Indicadas en los informes de ensayos emitidos por el laboratorio ver anexo.

Tabla 4. Parámetros de Calidad de Agua Superficial y subterránea evaluados en el 1er PMAP

Métodos	Límite de Detección	Unidad	ECA - Cat 3		
			Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebida de Animales
Parámetros de Campo					
Caudal	---	L/s			
Conductividad	1.7	μS/cm	< 2000	< 2000	≤ 5000
Oxígeno Disuelto.	0.14	mg/L	≥ 4	≥ 4	≥ 5
pH (Campo)	---	Unidades pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
Temperatura	---	°C			
Parámetros Físico Químicos					
Alcalinidad Bicarbonato	1	mg CaCO ₃ /L			
Alcalinidad Total	1	mg CaCO ₃ /L			
Bicarbonatos	1.2	mg HCO ₃ /L	370	370	
Carbonatos	0.6	mg CO ₃ /L	5	5	
Dureza Total	1	mg CaCO ₃ /L			
Silicatos	0.002	mg/L			
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L			
Sólidos Totales Suspendedos	2	mg/L	-	-	-
Parámetros Inorgánicos No Metálicos					
Cianuro Libre	0.001	mg/L			
Cianuro Total	0.001	mg CN ⁻ /L			
Cianuro Wad	0.001	mg CN ⁻ /L	0.1	0.1	0.1
Fenoles	0.001	mg/L	0.001	0.001	0.001
Fósforo Reactivo Disuelto	0.005	mg/L			
Fósforo Total	0.012	mg P/L			
Nitrógeno Amoniacal	0.005	mg/L			
Sulfuros	0.001	mg S ₂ -/L	0.05	0.05	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica					
Bromuro, Br-	0.001	mg/L			
Cloruros, Cl-	0.02	mg/L	100-700	100-700	
Fluoruros, F-	0.002	mg/L	1	1	2
Nitratos, (como N)	0.003	mg/L	10	10	50
Nitritos, (como N)	0.001	mg/L	0.06	0.06	1
Sulfatos, SO ₄ -2	0.015	mg/L	300	300	500
Parámetros Orgánicos					
Aceites y Grasas	0.5	mg/L	1	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	15	15	≤ 15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	40	40	40
Detergentes Aniónicos	0.002	mg MBAS/L	1	1	1

Métodos	Límite de Detección	Unidad	ECA - Cat 3		
			Vegetales Tallo Bajo	Métodos	Límite de Detección
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	1.8	NMP/100mL	1000	2000	2000
Coliformes Totales	1.8	NMP/100mL	5000	5000	5000
Metales					
Cromo Hexavalente	0.003	mg/L	0.1	0.1	1
Metales Totales por ICP-MS					
Aluminio (Al)	0.001	mg/L	5	5	5
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L			
Arsénico (As)	0.0003	mg/L	0.05	0.05	0.1
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	0.7	0.7	
Berilio (Be)	0.00004	mg/L			0.1
Bismuto (Bi)	0.00001	mg/L			
Boro (B)	0.0007	mg/L	0.5-6	0.5-6	5
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	0.005	0.005	0.01
Calcio (Ca)	0.02	mg/L	200	200	
Cobalto (Co)	0.00004	mg/L	0.05	0.05	1
Cobre (Cu)	0.0003	mg/L	0.2	0.2	0.5
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L			
Estaño (Sn)	0.0001	mg/L			
Estroncio (Sr)	0.0001	mg/L			
Fosforo (P)	0.004	mg/L			
Hierro (Fe)	0.001	mg/L	1	1	1
Litio (Li)	0.001	mg/L	2.5	2.5	2.5
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	150	150	150
Manganeso (Mn)	0.0002	mg/L	0.2	0.2	0.2
Mercurio (Hg)	0.0001	mg/L	0.001	0.001	0.001
Molibdeno (Mo)	0.0001	mg/L			
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	0.2	0.2	0.2
Plata (Ag)	0.00001	mg/L	0.05	0.05	0.05
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.05	0.05	0.05
Potasio (K)	0.008	mg/L			
Selenio (Se)	0.00005	mg/L	0.05	0.05	0.05
Silicio (Si)	0.02	mg/L			
Sodio (Na)	0.09	mg/L	200	200	
Talio (Tl)	0.0001	mg/L			
Titanio (Ti)	0.001	mg/L			
Uranio (U)	0.00001	mg/L			
Vanadio (V)	0.0001	mg/L			
Zinc (Zn)	0.003	mg/L	2	2	24

Fuente: D.S 002-2008-MINAM

6.2 Validación de la Línea Base.

Se validará la línea base comparando los resultados obtenidos en el monitoreo de diciembre del 2013 con la distribución de los datos de monitoreo generados por la empresa Angloamerican y la información contenida en el EIA del Proyecto Quellaveco durante el periodo 1994 - 2013, Con la finalidad de aceptarla, validarla y darle aceptación legal. Los resultados de las estaciones de monitoreo AS-1, ALT-4, P-11, P-1, P-10, P-12, CH-3, AS-3, CAP-1 y CAP-3, serán validados, con la información mencionada en el periodo.

6.2.1 Determinación de caudales en época seca: Test de Grubbs

Por lo general las épocas de lluvia son entre los meses de enero a marzo, debido al cambio climático las fechas de lluvia varían considerablemente, por esta razón se utilizó el test de grubbs para determinar valores atípicos de caudal (épocas de lluvia) con un intervalo de confianza del 80 %.

$$1.282 < \frac{|Q_i - Q_{prom}|}{\sigma}$$

Donde:

Q_i = Caudal en cualquier tiempo

Q_{prom} = Caudal Promedio

σ = desviación estándar

6.2.2 Inclusión del Monitoreo en el Record histórico línea base: Diagramas de Cajas y Bigotes

Los valores determinados para cada parámetro en una estación fueron comparados con el record histórico de la línea base monitoreado por Angloamerican. Los datos fueron representados utilizando los Diagramas de Cajas y Bigotes como se observa en la figura 2 y Tabla 5:

El 25 % de los datos de menor contenido de oxígeno disuelto se encuentran en bigote inferior y toma valores de 3.88 hasta 5.83 mg O₂/L, el 50 % de los datos se encuentra en la caja y toma valores de 5.83 hasta 8.22 mg O₂/L, el 25 % de los datos de mayores valores de oxígeno disuelto se encuentran en el bigote superior y toma valores de 8.22 hasta 10.23 mg O₂/L, finalmente se tiene un valor extremo de 13.9 mg O₂/L que se escapa de la distribución normal.

Como se observa el contenido de oxígeno disuelto obtenido en el monitoreo del 03 de diciembre del 2013 se encuentra dentro de los valores esperados, dando por valido la línea base ambiental en lo que respecta este parámetro para la estación de monitoreo específica.

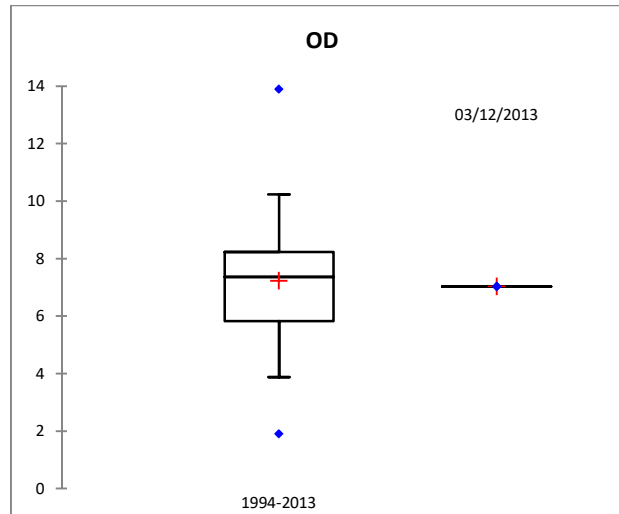


Figura 1. Diagrama de caja y bigotes para el Oxígeno Disuelto

Tabla 5. Estadísticas de los resultados del monitoreo de la Línea de Base Ambiental

OD	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	1.900
Máximo	13.900
1° Cuartil	5.825
Mediana	7.370
3° Cuartil	8.223
Media	7.235
03/12/2013	7.030
Máx dist esperado	10.230
Varianza (n-1)	5.063
Desviación típica (n-1)	2.250

7.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Monitoreo de la calidad de agua superficial y subterránea

7.1.1 Identificación de los parámetros a Evaluar

Los parámetros seleccionados para el presente monitoreo son:

Parámetros de Campo: Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH (Campo).

Parámetros Físico Químicos: Alcalinidad Total, Carbonatos.

Parámetros Inorgánicos: Cianuro Wad, Fenoles, Fósforo Reactivo Disuelto, Sulfuros, Cloruros, Cl-, Fluoruros, F-, Nitratos, (como N), Nitritos, (como N), Sulfatos, SO4-2.

Parámetros Orgánicos: Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Detergentes Aniónicos,

Parámetros Microbiológicos: Coliformes Fecales, Coliformes Totales.

Metales: Cromo Hexavalente, Aluminio (Al), Arsénico (As), Bario (Ba), Boro (B), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plata (Ag), Plomo (Pb), Sodio (Na) y Zinc (Zn).

Adicionalmente se monitoreo: Temperatura, Caudal y otros parámetros referenciales.

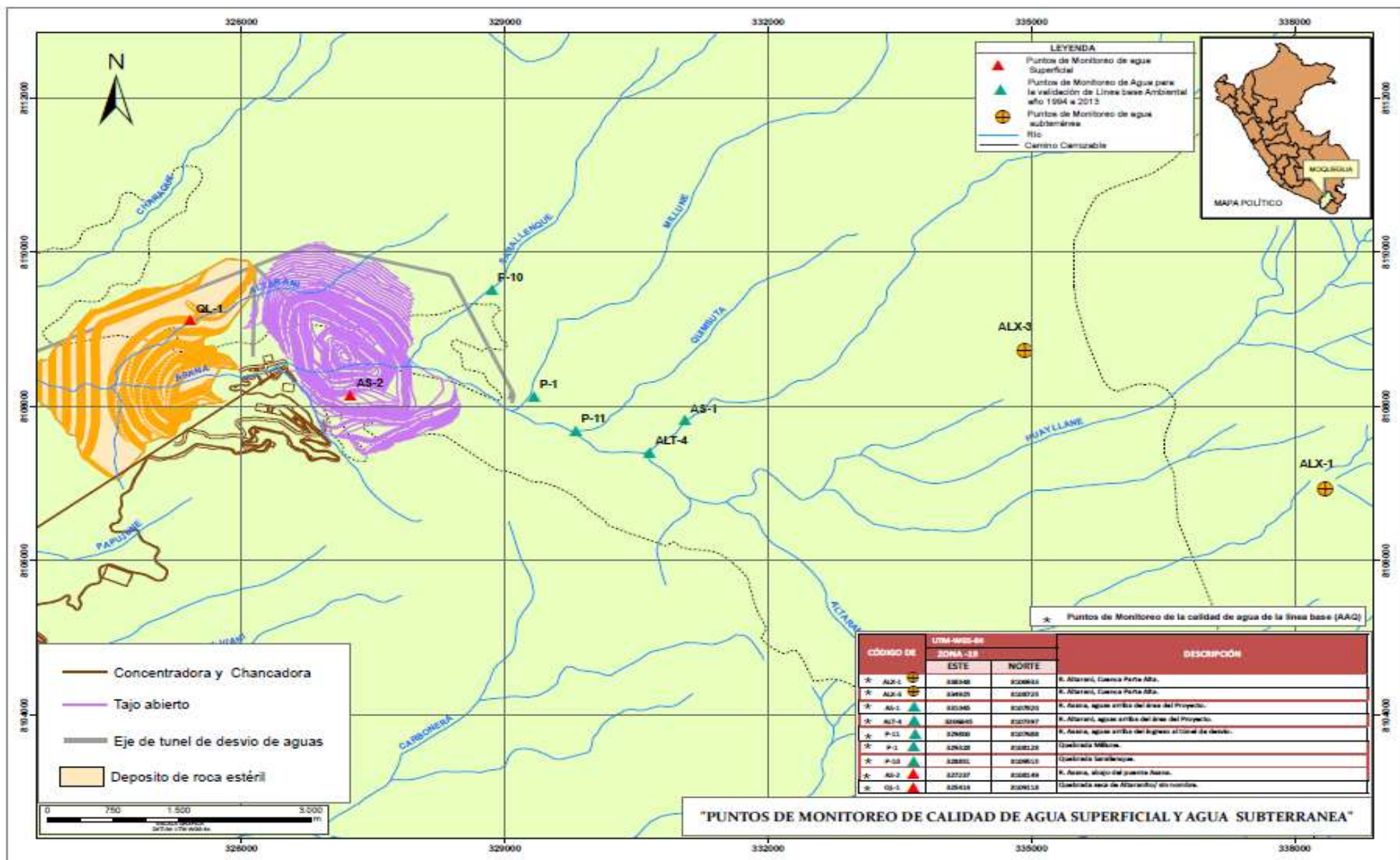
7.1.2 Puntos de Monitoreo

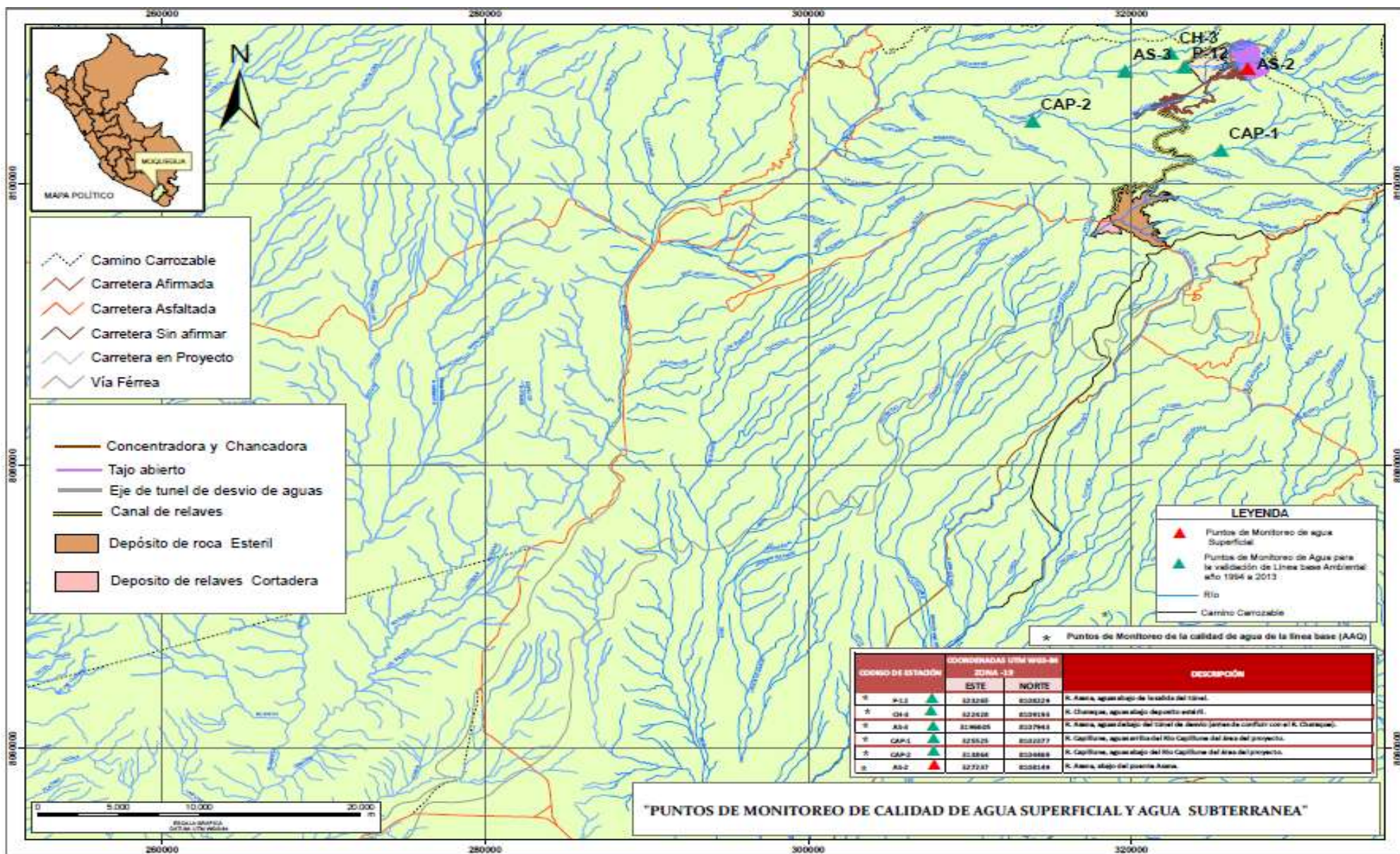
En total se seleccionó 22 puntos de monitoreo en la cuenca Ilo-Osmore-Moquegua, que se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Puntos de Monitoreo seleccionados

Puntos de Monitoreo	Descripción
AS-1	Río Asana, aguas arriba del área del proyecto.
ALT-4	Río Altarani, aguas arriba del área del proyecto.
P-11	Río Asana Aguas arriba del ingreso del túnel de desvío.
P-1	Quebrada Millune
AS-4	Río Asana, después de confluir los ríos Asana y Millune
QU-1	Quebrada seca de Quinsuta
P-10	Quebrada Sarallene
AS-2	Río Asana, abajo del puente Asana.
QUEL-1	Quebrada de Quellaveco.
QL-1	Quebrada seca de Altaranito/sin nombre
P-12	Río Asana, aguas abajo de la salida del túnel.
AS-3	Río Asana. Aguas abajo del túnel de desvío (antes de confluir con el río Charaque).
CH-3	Río Charaque, aguas abajo deposito Estéril.
CAP-1	Río Capillune, aguas arriba del Río Capillune del área del proyecto.
CAP-2	Río Capillune, aguas abajo del río capillune del área del Proyecto.
13172Rtumi	Río Tumilaca, aguas arriba de la toma de captación de la EPS Moquegua.
AS-5	Río Moquegua manantiales de tres peñas
13172Rmoqu1	Río Moquegua a 150 m abajo del puente Montalvo
13172Rmoqu2	Río Moquegua, estación espejos sector de la Rinconada, fin del valle
13172ROsmo1	Río Osmore, estación el Canuto, bocatoma de captación de la EPS Ilo.
ALX-1	Río Altarani, Cuenca parte alta
ALX-3	Río Altarani, Cuenca parte alta

Fuente: Propuesta del Sub- Comité de Monitoreo Ambiental Participativo





7.1.3 Resultados de los Análisis químicos de laboratorio.

7.1.3.1 Agua Superficial

Código de Laboratorio	293777/2013.1-0	293778/2013.1-0	293779/2013.1-0	293781/2013.1-0	293783/2013.1-0	293789/2013.1-0	293791/2013.1-0	294803/2013.1-0	294804/2013.1-0	294805/2013.1-0	294806/2013.1-0	294808/2013.1-0	294809/2013.1-0	294810/2013.1-0	294811/2013.1-0	294812/2013.1-0	294813/2013.1-0	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebida de Animales	
	Fecha y Hora de Muestreo	03/12/2013 11:00	03/12/2013 12:30	03/12/2013 14:40	03/12/2013 15:30	03/12/2013 15:50	03/12/2013 06:00	03/12/2013 06:00	04/12/2013 07:30	04/12/2013 09:30	04/12/2013 10:30	04/12/2013 12:30	04/12/2013 17:00	04/12/2013 17:00	04/12/2013 17:20	04/12/2013 06:30	04/12/2013 06:40					04/12/2013 06:50
Estación de Muestreo	AS-1	ALT-4	P-11	QU-1	P-1	BLANCO VIAJERO-1	BLANCO VIAJERO-2	13172 RTUMI	AS-5	13172 RMOQU 1	13172 RMOQU 2	13172 ROSMO 1	13172 ROSMO 1D	13172 ROSMO 1-B	BLANCO VIAJERO-3	BLANCO VIAJERO-4	BLANCO VIAJERO-5					
Tipo de Muestra	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales					
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	
Parámetros de Campo																						
Caudal	---	m ³ /día	29170	32556	48591	SR	8613	---	---	33823	34	79479	60448	84929	84929	---	---	---	---			
Conductividad	1,7	µS/cm	141,9	48,8	100,9	---	398,0	---	---	322,0	694,0	833,0	1770,0	1739,0	1740,0	ND	---	---	---	< 2000	< 2000	≤ 5000
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	7,03	6,67	6,65	---	6,65	---	---	8,30	4,27	9,27	9,02	8,36	8,36	6,75	---	---	---	≥ 4	≥ 4	>5
pH (Campo)	---	Unidades pH	7,73	7,48	7,76	---	4,02	---	---	7,88	6,89	8,39	8,36	8,39	8,38	3,86	---	---	---	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Temperatura	---	°C	13,6	16,3	16,3	---	16,2	---	---	16,6	19,6	22,4	26,0	24,2	24,7	22,4	---	---	---			
Parámetros Físico Químicos																						
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	25,2	16,1	31,2	---	ND	---	---	60,7	110,4	124,9	150,0	86,4	86,8	ND	---	---	---			
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	25,2	16,1	31,2	---	ND	---	---	60,7	110,4	128,6	152,4	88,4	88,5	ND	---	---	---			
Bicarbonatos	1,2	mg HCO ₃ /L	30,7	19,7	38,1	---	ND	---	---	74,0	134,7	152,3	183,0	105,4	105,8	ND	---	---	---	370	370	
Carbonatos	0,6	mg CO ₃ /L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	2,3	1,4	1,2	1,1	ND	---	---	---	5	5	
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	43,6	11,8	37,6	---	100,0	---	---	108,3	261,0	262,6	555,6	488,7	480,7	ND	---	---	---			
Silicatos	0,002	mg/L	17,00	18,16	20,11	---	44,87	---	---	15,29	19,40	17,21	16,66	14,12	14,52	ND	---	---	---			
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	92	30	65	---	283	---	---	208	454	553	1154	1200	1215	ND	---	---	---			
Sólidos Totales Suspensivos	2	mg/L	5	3	5	---	ND	---	---	3	ND	46	ND	8	8	ND	---	---	---	-	-	-

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

Métodos	Límite de Detección	Unidad	Código de Laboratorio																	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)		
			Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
Parámetros Inorgánicos No Metálicos																						
Fósforo Reactivo Disuelto	0,005	mg/L	0,028	0,024	0,020	---	0,010	---	---	0,009	0,016	0,045	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0,041	0,048	0,035	---	0,026	---	---	0,037	0,052	0,113	0,030	0,032	0,106	ND	---	---	---			
Cianuro Libre	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Cianuro Total	0,001	mg CN ⁻ /L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	0.1	0.1	0.1
Fenoles	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Nitrógeno Amoniacal	0,005	mg/L	0,019	0,028	0,012	---	ND	---	---	0,012	0,009	0,011	0,016	0,021	0,020	ND	---	---	---			
Sulfuros	0,001	mg S ²⁻ /L	0,005	ND	ND	---	0,004	---	---	0,011	0,002	0,014	0,005	0,006	0,006	ND	---	---	---	0.05	0.05	0.05
Aniones por Cromatografía Iónica																						
Bromuro, Br-	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Cloruros, Cl-	0,020	mg/L	0,827	0,557	0,658	---	0,802	---	---	12,08	54,12	72,32	250,8	263,2	270,7	ND	---	---	---	100-700	100-700	
Fluoruros, F-	0,002	mg/L	0,065	0,030	0,042	---	0,255	---	---	0,167	0,130	0,225	0,232	ND	ND	ND	---	---	---	1	1	2
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	0,004	0,014	0,007	---	0,082	---	---	0,045	3,397	2,120	3,125	0,839	0,828	ND	---	---	---	10	10	50
Nitritos, (como N)	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	0.06	0.06	1
Sulfatos, SO ₄ -2	0,015	mg/L	36,82	5,006	21,23	---	178,4	---	---	72,35	133,2	160,1	358,7	370,6	353,3	ND	---	---	---	300	300	500
Parámetros Orgánicos																						
Aceites y Grasas	0,5	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	1	1	1
MEH	1,4	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	15	15	<=15
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	ND	ND	ND	---	4	---	---	3	6	10	8	9	10	ND	---	---	---	40	40	40
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	0,020	0,007	ND	---	0,005	---	---	0,012	ND	ND	0,006	0,009	0,009	ND	---	---	---			

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

Métodos	Límite de Detección	Unidad	Código de Laboratorio																	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)		
			Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebidas de Animales
Parámetros Microbiológicos																						
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	4,9E+2	6,8	4,5	---	2,0	---	---	3,5E+2	4,6E+3	3,3E+2	9,4E+1	4,6E+1	4,9E+1	< 1,8	---	---	---	1000	2000	1000
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	1,1E+3	2,8E+2	9,4E+2	---	1,3E+1	---	---	1,6E+3	2,2E+4	3,5E+3	9,2E+2	1,7E+2	1,1E+2	< 1,8	---	---	---	5000	5000	5000
Metales																						
Cromo Hexavalente	0,003	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	0.1	0.1	1
Metales Totales por ICP-MS																						
Aluminio (Al)	0,001	mg/L	0,159	0,120	0,132	---	8,548	ND	ND	0,231	ND	1,153	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	5	5
Antimonio (Sb)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Arsénico (As)	0,0003	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05	0.1
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0150	0,0065	0,0108	---	0,0196	ND	ND	0,0334	0,0866	0,0818	0,0867	0,0857	0,0800	ND	ND	ND	ND	0.7	0.7	
Berilio (Be)	0,00004	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			0.1
Bismuto (Bi)	0,00001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Boro (B)	0,0007	mg/L	0,0383	0,0194	0,0282	---	0,0338	ND	ND	0,1673	0,4320	0,8057	1,390	1,590	1,457	ND	ND	ND	ND	0.5-6	0.5-6	5
Cadmio (Cd)	0,00003	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	0.005	0.01
Calcio (Ca)	0,02	mg/L	13,10	3,13	10,81	---	28,43	ND	ND	31,88	78,96	82,41	181,6	162,0	150,7	ND	ND	ND	ND	200	200	
Cobalto (Co)	0,00004	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05	1
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	0,0045	ND	ND	---	0,0054	ND	ND	ND	ND	0,0049	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.2	0.5
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Estaño (Sn)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Estroncio (Sr)	0,0001	mg/L	0,0976	0,0304	0,0672	---	0,3263	ND	ND	0,2109	0,4958	0,6645	1,496	1,534	1,448	ND	ND	ND	ND			
Fosforo (P)	0,004	mg/L	0,041	0,050	0,034	---	0,025	ND	ND	0,040	0,051	0,113	0,032	0,033	0,034	ND	ND	ND	ND			
Hierro (Fe)	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	0,932	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1	1
Litio (Li)	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	0,033	0,106	0,090	0,092	0,085	ND	ND	ND	ND	2.5	2.5	2.5

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

Métodos	Límite de Detección	Unidad	Código de Laboratorio																	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)		
			Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebida de Animales
Magnesio (Mg)	0,004	mg/L	3,299	1,067	2,540	---	6,636	ND	ND	3,575	9,368	8,819	22,84	25,53	22,67	ND	ND	ND	ND	150	150	150
Manganeso (Mn)	0,0002	mg/L	0,0133	0,0046	0,0090	---	0,3281	ND	ND	0,0296	0,0053	0,0937	0,0495	0,0516	0,0576	ND	ND	ND	ND	0.2	0.2	0.2
Mercurio (Hg)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.001	0.001
Molibdeno (Mo)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0063	0,0067	0,0061	ND	ND	ND	ND			
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.2	0.2
Plata (Ag)	0,00001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05	0.05
Plomo (Pb)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05	0.05
Potasio (K)	0,008	mg/L	1,988	1,443	1,823	---	2,811	ND	ND	1,935	2,699	5,669	7,501	8,555	7,527	ND	ND	ND	ND			
Selenio (Se)	0,00005	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05	0.05
Silicio (Si)	0,02	mg/L	15,87	11,81	14,11	---	23,20	ND	ND	16,27	19,58	19,60	17,53	15,65	15,20	ND	ND	ND	ND			
Sodio (Na)	0,09	mg/L	7,51	3,11	5,53	---	8,82	ND	ND	18,36	34,75	66,84	164,1	188,5	167,2	ND	ND	ND	ND	200	200	
Talio (Tl)	0,0001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Titanio (Ti)	0,001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	ND	0,043	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Uranio (U)	0,00001	mg/L	ND	ND	ND	---	ND	ND	ND	ND	0,00426	0,00379	0,00877	0,00815	0,00780	ND	ND	ND	ND			
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	0,0025	0,0041	0,0035	---	ND	ND	ND	0,0028	0,0032	0,0097	0,0082	0,0081	0,0071	ND	ND	ND	ND			
Zinc (Zn)	0,003	mg/L	ND	ND	ND	---	0,019	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	2	24

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

		296024/201 3.1 - 2	296030/201 3.1 - 0	296033/201 3.1 - 0	297189/201 3.1 - 0	297197/201 3.1 - 0	297198/201 3.1 - 0	297199/201 3.1 - 0	297200/201 3.1 - 0	297201/201 3.1 - 0	297202/201 3.1 - 0	297206/201 3.1 - 0	297207/201 3.1 - 0	297208/201 3.1 - 0	298413/201 3.1 - 0	298414/201 3.1 - 0	298417/201 3.1 - 0	298418/2 013.1 - 0	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)			
		05-dic.-13	05-dic.-13	05-dic.-13	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	07-dic.-13	07-dic.-13	07-dic.-13	07/12/2013				
		09:30	11:30	14:50	09:20	11:00	12:15	12:15	12:30	14:15	14:45	06:00	06:20	06:30	12:45	15:15	06:00	06:10				
		P-12	CH-3	AS-3	AS-4	P-10	AS-2	AS-2D	AS-2-B	QUEL-1	QL-1	BLANCO VIAJERO-8	BLANCO VIAJERO-9	BLANCO VIAJERO-10	CAP-1	CAP-2	BLANCO VIAJERO-11	BLANCO VIAJERO-12				
		PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales				
Métodos	Límite de Detección	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebidas de Animales	
Parámetros de Campo																						
Caudal	---	54281	6350	69211	41472	1392	58514	58514	---	SR	SR	---	---	---	---	1606	240	---	---			
Conductividad	1,7	149,1	86,8	152,0	144,2	49,6	142,2	142,3	ND	---	---	---	---	---	---	94,5	3150,0	---	---	< 2000	< 2000	≤ 5000
Oxígeno Disuelto.	0,14	7,58	6,97	6,73	7,62	6,42	8,53	8,38	6,80	---	---	---	---	---	---	7,30	7,88	---	---	≥ 4	≥ 4	>5
pH (Campo)	---	7,15	7,86	7,23	6,61	7,94	7,15	7,20	5,96	---	---	---	---	---	---	7,60	8,49	---	---	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
Temperatura	---	12,9	16,7	18,2	11,2	18,1	13,4	13,3	21,1	---	---	---	---	---	---	17,6	17,8	---	---			
Parámetros Físico Químicos																						
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	9,3	22,9	10,4	17,1	19,8	17,6	17,6	ND	---	---	---	---	---	---	29,3	63,2	---	---			
Alcalinidad Total	1,0	9,3	22,9	10,4	17,1	20,2	17,6	17,6	ND	---	---	---	---	---	---	29,3	75,7	---	---			
Bicarbonatos	1,2	11,3	27,9	12,7	20,8	24,2	21,5	21,5	ND	---	---	---	---	---	---	35,7	77,1	---	---	370	370	
Carbonatos	0,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	---	ND	7,5	---	---	5	5	
Dureza Total	1,0	45,0	23,8	45,6	45,8	15,2	46,4	46,4	ND	---	---	---	---	---	---	27,4	786,7	---	---			
Silicatos	0,002	14,20	14,27	15,04	11,85	12,07	12,58	12,51	ND	---	---	---	---	---	---	8,065	13,10	---	---			
Sólidos Totales Disueltos	2	99	52	110	103	34	103	102	ND	---	---	---	---	---	---	50	2158	---	---			
Sólidos Totales Suspendidos	2	11	3	10	12	10	13	14	ND	---	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	-	-	-

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

296024/201 3.1 - 2	296030/201 3.1 - 0	296033/201 3.1 - 0	297189/201 3.1 - 0	297197/201 3.1 - 0	297198/201 3.1 - 0	297199/201 3.1 - 0	297200/201 3.1 - 0	297201/201 3.1 - 0	297202/201 3.1 - 0	297206/201 3.1 - 0	297207/201 3.1 - 0	297208/201 3.1 - 0	298413/201 3.1 - 0	298414/201 3.1 - 0	298417/201 3.1 - 0	298418/2 013.1 - 0
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

		05-dic.-13	05-dic.-13	05-dic.-13	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	07-dic.-13	07-dic.-13	07-dic.-13	07/12/2013	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)			
		09:30	11:30	14:50	09:20	11:00	12:15	12:15	12:30	14:15	14:45	06:00	06:20	06:30	12:45	15:15	06:00	06:10				
		P-12	CH-3	AS-3	AS-4	P-10	AS-2	AS-2D	AS-2-B	QUEL-1	QL-1	BLANCO VIAJERO-8	BLANCO VIAJERO-9	BLANCO VIAJERO-10	CAP-1	CAP-2	BLANCO VIAJERO-11	BLANCO VIAJERO-12				
		PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales			
Métodos	Límite de Detección	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebidas de Animales
Parámetros Inorgánicos No Metálicos																						
Fósforo Reactivo Disuelto	0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---				
Fósforo Total	0,012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---				
Cianuro Libre	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---				
Cianuro Total	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---				
Cianuro Wad	0,001	ND	0,021	ND	ND	0,016	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	0,008	---	---	0.1	0.1	0.1	
Fenoles	0,001	0,013	0,044	ND	0,019	0,070	0,068	0,068	ND	---	---	---	---	---	ND	0,074	---	---				
Nitrógeno Amoniacal	0,005	0,005	ND	ND	0,011	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	0,007	---	---				
Sulfuros	0,001	0,009	0,010	0,001	ND	ND	0,003	0,003	ND	---	---	---	---	---	0,008	0,011	---	---	0.05	0.05	0.05	
Aniones por Cromatografía Iónica																						
Bromuro, Br-	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---				
Cloruros, Cl-	0,020	0,821	1,295	1,038	0,770	0,719	0,774	0,778	ND	---	---	---	---	---	1,118	595,3	---	---	100-700	100-700		
Fluoruros, F-	0,002	0,086	0,043	0,085	0,081	0,027	0,078	0,075	ND	---	---	---	---	---	0,077	2,324	---	---	1	1	2	
Nitratos, (como N)	0,003	0,031	ND	ND	0,028	0,015	0,014	0,013	ND	---	---	---	---	---	0,010	ND	---	---	10	10	50	
Nitritos, (como N)	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	0.06	0.06	1	
Sulfatos, SO4-2	0,015	47,38	13,53	56,34	48,45	3,173	46,24	46,64	ND	---	---	---	---	---	11,29	709,2	---	---	300	300	500	

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

296024/2013.1-2	296030/2013.1-0	296033/2013.1-0	297189/2013.1-0	297197/2013.1-0	297198/2013.1-0	297199/2013.1-0	297200/2013.1-0	297201/2013.1-0	297202/2013.1-0	297206/2013.1-0	297207/2013.1-0	297208/2013.1-0	298413/2013.1-0	298414/2013.1-0	298417/2013.1-0	298418/2013.1-0
05-dic.-13	05-dic.-13	05-dic.-13	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	07-dic.-13	07-dic.-13	07-dic.-13	07/12/2013
09:30	11:30	14:50	09:20	11:00	12:15	12:15	12:30	14:15	14:45	06:00	06:20	06:30	12:45	15:15	06:00	06:10

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

Métodos	Límite de Detección	P-12	CH-3	AS-3	AS-4	P-10	AS-2	AS-2D	AS-2-B	QUEL-1	QL-1	BLANCO VIAJERO-8	BLANCO VIAJERO-9	BLANCO VIAJERO-10	CAP-1	CAP-2	BLANCO VIAJERO-11	BLANCO VIAJERO-12	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)			
		PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
Parámetros Orgánicos																						
Aceites y Grasas	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	---	1	1	1
MEH	1,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	---			-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	6	ND	5	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	---	15	15	<=15
Demanda Química de Oxígeno	2	0,005	0,013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	0,004	0,014	---	---	---	40	40	40
Detergentes Aniónicos	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	---			
Parámetros Microbiológico																						
Coliformes Fecales	1,8	2,4E+2	3,4E+1	1,4E+2	2,0E+1	2,0	9,3	1,1E+1	< 1,8	---	---	---	---	---	7,9E+1	1,7E+2	---	---	---	1000	2000	1000
Coliformes Totales	1,8	3,5E+2	1,3E+2	2,8E+2	9,4E+1	3,3E+1	7,9E+1	7,9E+1	< 1,8	---	---	---	---	---	3,3E+1	3,5E+2	---	---	---	5000	5000	5000
Metales																						
Cromo Hexavalente	0,003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---	---	---	ND	ND	---	---	---	0.1	0.1	1
Metales Totales por ICP-MS																						
Aluminio (Al)	0,001	1,560	ND	1,514	2,029	0,152	1,923	1,888	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	5	5
Antimonio (Sb)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Arsénico (As)	0,0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,0053	ND	ND	ND	0.05	0.05	0.1
Bario (Ba)	0,0001	0,0139	0,0166	0,0145	0,0139	0,0103	0,0143	0,0144	ND	---	---	ND	ND	ND	0,0235	0,0794	ND	ND	ND	0.7	0.7	
Berilio (Be)	0,00004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			0.1
Bismuto (Bi)	0,00001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Boro (B)	0,0007	0,0205	0,0221	0,0226	0,0323	0,0287	0,0326	0,0322	ND	---	---	ND	ND	ND	0,0402	1,269	ND	ND	ND	0.5-6	0.5-6	5

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

296024/2013.1-2	296030/2013.1-0	296033/2013.1-0	297189/2013.1-0	297197/2013.1-0	297198/2013.1-0	297199/2013.1-0	297200/2013.1-0	297201/2013.1-0	297202/2013.1-0	297206/2013.1-0	297207/2013.1-0	297208/2013.1-0	298413/2013.1-0	298414/2013.1-0	298417/2013.1-0	298418/2013.1-0		
05-dic.-13	05-dic.-13	05-dic.-13	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	07-dic.-13	07-dic.-13	07-dic.-13	07/12/2013
09:30	11:30	14:50	09:20	11:00	12:15	12:15	12:30	14:15	14:45	06:00	06:20	06:30	12:45	15:15	06:00	06:10		

Informe De Resultados De Primera Campaña De Monitoreo De Agua Superficial Y Subterránea - Diciembre 2013 y Validación De Línea De Base Ambiental

Métodos	Límite de Detección	P-12	CH-3	AS-3	AS-4	P-10	AS-2	AS-2D	AS-2-B	QUEL-1	QL-1	BLANCO VIAJERO-8	BLANCO VIAJERO-9	BLANCO VIAJERO-10	CAP-1	CAP-2	BLANCO VIAJERO-11	BLANCO VIAJERO-12	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)			
		PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	Resultado	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
Metales Totales por ICP-MS																						
Cadmio (Cd)	0,00003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,005	0,005	0,01
Calcio (Ca)	0,02	13,27	6,65	15,49	13,70	4,02	13,84	13,66	ND	---	---	ND	ND	ND	8,11	270,3	ND	ND	ND	200	200	
Cobalto (Co)	0,00004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	0,05	1
Cobre (Cu)	0,0003	0,0121	ND	0,0123	0,0018	ND	0,0016	0,0014	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	0,2	0,5
Cromo (Cr)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Estaño (Sn)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Estroncio (Sr)	0,0001	0,1079	0,0652	0,1137	0,1202	0,0422	0,1178	0,1185	ND	---	---	ND	ND	ND	0,0611	1,361	ND	ND	ND			
Fosforo (P)	0,004	0,013	0,044	0,013	0,020	0,070	0,069	0,067	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,071	ND	ND	ND			
Hierro (Fe)	0,001	ND	ND	ND	0,239	ND	0,241	0,226	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1	1
Litio (Li)	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,089	ND	ND	ND	2,5	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	0,004	2,296	1,751	2,562	2,760	1,035	2,750	2,785	ND	---	---	ND	ND	ND	1,834	22,02	ND	ND	ND	150	150	150
Manganeso (Mn)	0,0002	0,0542	0,0049	0,0567	0,0678	0,0082	0,0630	0,0623	ND	---	---	ND	ND	ND	0,0019	0,0516	ND	ND	ND	0,2	0,2	0,2
Mercurio (Hg)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	0,001	0,001
Molibdeno (Mo)	0,0001	0,0017	0,0017	0,0018	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,0061	ND	ND	ND			
Niquel (Ni)	0,0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	0,2	0,2
Plata (Ag)	0,00001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	0,05	0,05
Plomo (Pb)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	0,05	0,05
Potasio (K)	0,008	1,834	2,337	2,053	2,126	2,840	2,221	2,209	ND	---	---	ND	ND	ND	1,940	8,471	ND	ND	ND			
Selenio (Se)	0,00005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,00140	ND	ND	ND	0,05	0,05	0,05
Silicio (Si)	0,02	17,51	15,41	19,60	16,54	15,34	16,39	16,44	ND	---	---	ND	ND	ND	9,43	13,61	ND	ND	ND			
Sodio (Na)	0,09	6,41	4,46	7,18	7,28	3,13	7,35	7,35	ND	---	---	ND	ND	ND	5,11	323,2	ND	ND	ND	200	200	

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

296024/2013.1-2	296030/2013.1-0	296033/2013.1-0	297189/2013.1-0	297197/2013.1-0	297198/2013.1-0	297199/2013.1-0	297200/2013.1-0	297201/2013.1-0	297202/2013.1-0	297206/2013.1-0	297207/2013.1-0	297208/2013.1-0	298413/2013.1-0	298414/2013.1-0	298417/2013.1-0	298418/2013.1-0
05-dic.-13	05-dic.-13	05-dic.-13	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	06/12/2013	07-dic.-13	07-dic.-13	07-dic.-13	07/12/2013
09:30	11:30	14:50	09:20	11:00	12:15	12:15	12:30	14:15	14:45	06:00	06:20	06:30	12:45	15:15	06:00	06:10

Métodos	Límite de Detección	P-12	CH-3	AS-3	AS-4	P-10	AS-2	AS-2D	AS-2-B	QUEL-1	QL-1	BLANCO VIAJERO-8	BLANCO VIAJERO-9	BLANCO VIAJERO-10	CAP-1	CAP-2	BLANCO VIAJERO-11	BLANCO VIAJERO-12	ECA - Cat 3 (D.S 002-2008.MINAM)			
		PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	PER - Aguas Superficiales	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto	Bebidas de Animales
Metales Totales por ICP-MS																						
Talio (Tl)	0,0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Titanio (Ti)	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
Uranio (U)	0,00001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	0,00668	ND	ND	ND			
Vanadio (V)	0,0001	0,0032	0,0038	0,0035	0,0041	0,0061	0,0042	0,0049	ND	---	---	ND	ND	ND	0,0019	0,0063	ND	ND	ND			
Zinc (Zn)	0,003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	2	24

Indican resultados que sobrepasan el ECA Categoría 3 (Riego de vegetales tallo alto, vegetales tallo bajo y Bebida de animales) – D.S 002 – 2008-MINAM

7.1.3.2 Agua Subterránea.

Código de Laboratorio	298409/2013.1 - 0	298412/2013.1 - 1
-----------------------	-------------------	-------------------

		Fecha y Hora de Muestreo		07-dic.-13	07-dic.-13
		Estación de Muestreo		ALX-3	ALX-1
		Tipo de Muestra		PER - Agua Subterránea	PER - Agua Subterránea
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado
Parámetros de Campo					
Caudal	---	m ³ /día	---	---	---
Conductividad	1,7	μS/cm	77,1	55,9	55,9
Nivel Freático	0,001	m	---	79,66	79,66
Oxígeno Disuelto.	0,14	mg/L	1,09	1,46	1,46
pH (Campo)	---	Unidades pH	6,53	7,03	7,03
Temperatura	---	°C	8,9	7,8	7,8
Parámetros Físico Químicos					
Alcalinidad Bicarbonato	1,0	mg CaCO ₃ /L	36,2	25,6	25,6
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	36,2	25,6	25,6
Bicarbonatos	1,2	mg HCO ₃ /L	44,2	31,2	31,2
Carbonatos	0,6	mg CO ₃ /L	ND	ND	ND
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	21,0	12,0	12,0
Silicatos	0,002	mg/L	4,089	7,672	7,672
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	49	40	40
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	26	176	176

Código de Laboratorio	298409/2013.1 - 0	298412/2013.1 - 1
Fecha y Hora de Muestreo	07-dic.-13	07-dic.-13
	10:00	11:20

		Estación de Muestreo	ALX-3	ALX-1
		Tipo de Muestra	PER - Agua Subterránea	PER - Agua Subterránea
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado
Parámetros Inorgánicos No Metálicos				
Cianuro Libre	0,001	mg/L	ND	ND
Cianuro Total	0,001	mg CN ⁻ /L	ND	ND
Cianuro Wad	0,001	mg CN ⁻ /L	ND	ND
Fenoles	0,001	mg/L	ND	ND
Fósforo Reactivo Disuelto	0,005	mg/L	ND	0,006
Fósforo Total	0,012	mg P/L	0,053	0,360
Nitrógeno Amoniacal	0,005	mg/L	0,083	ND
Sulfuros	0,001	mg S ²⁻ /L	0,017	0,013
Aniones por Cromatografía Iónica				
Bromuro, Br ⁻	0,001	mg/L	ND	ND
Cloruros, Cl ⁻	0,020	mg/L	1,211	0,698
Fluoruros, F ⁻	0,002	mg/L	0,047	0,045
Nitratos, (como N)	0,003	mg/L	ND	ND
Nitritos, (como N)	0,001	mg/L	ND	ND
Sulfatos, SO ₄ ²⁻	0,015	mg/L	0,034	3,879
Parámetros Orgánicos				
Aceites y Grasas	0,5	mg/L	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	ND	ND
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	ND	ND
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	0,004	ND
MEH	1,4	mg/L	ND	ND
Código de Laboratorio			298409/2013.1 - 0	298412/2013.1 - 1
Fecha y Hora de Muestreo			07-dic.-13	07-dic.-13
			10:00	11:20

		Estación de Muestreo	ALX-3	ALX-1
		Tipo de Muestra	PER - Agua Subterránea	PER - Agua Subterránea
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado
Parámetros Microbiológicos				
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100mL	< 1,8	< 1,8
Coliformes Totales	1,8	NMP/100mL	< 1,8	< 1,8
Metales				
Cromo Hexavalente	0,003	mg/L	ND	ND
Metales Totales por ICP-MS				
Aluminio (Al)	0,001	mg/L	ND	0,201
Antimonio (Sb)	0,0001	mg/L	ND	0,0020
Arsénico (As)	0,0003	mg/L	ND	0,0042
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	0,0097	0,0625
Berilio (Be)	0,00004	mg/L	ND	ND
Bismuto (Bi)	0,00001	mg/L	ND	ND
Boro (B)	0,0007	mg/L	0,0151	0,0248
Cadmio (Cd)	0,00003	mg/L	ND	ND
Calcio (Ca)	0,02	mg/L	6,90	3,35
Cobalto (Co)	0,00004	mg/L	ND	ND
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	ND	0,0371
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	ND	ND
Estaño (Sn)	0,0001	mg/L	ND	ND
Estroncio (Sr)	0,0001	mg/L	0,0512	0,0659
Fosforo (P)	0,004	mg/L	0,052	0,351
Hierro (Fe)	0,001	mg/L	3,352	12,81
Código de Laboratorio			298409/2013.1 - 0	298412/2013.1 - 1
Fecha y Hora de Muestreo			07-dic.-13	07-dic.-13
			10:00	11:20

		Estación de Muestreo	ALX-3	ALX-1
		Tipo de Muestra	PER - Agua Subterránea	PER - Agua Subterránea
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado
Litio (Li)	0,001	mg/L	ND	ND
Magnesio (Mg)	0,004	mg/L	0,793	0,996
Manganeso (Mn)	0,0002	mg/L	0,3085	0,7970
Mercurio (Hg)	0,0001	mg/L	ND	ND
Molibdeno (Mo)	0,0001	mg/L	ND	ND
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	ND	ND
Plata (Ag)	0,00001	mg/L	ND	ND
Plomo (Pb)	0,0001	mg/L	0,0024	0,0076
Potasio (K)	0,008	mg/L	3,606	2,150
Selenio (Se)	0,00005	mg/L	ND	ND
Silicio (Si)	0,02	mg/L	0,86	18,11
Sodio (Na)	0,09	mg/L	2,88	5,74
Talio (Tl)	0,0001	mg/L	ND	ND
Titanio (Ti)	0,001	mg/L	ND	0,007
Uranio (U)	0,00001	mg/L	ND	ND
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	ND	0,0148
Zinc (Zn)	0,003	mg/L	ND	0,009

7.1.4 Interpretación de los Resultados de Laboratorio

7.1.4.1 Agua superficial

Caudal

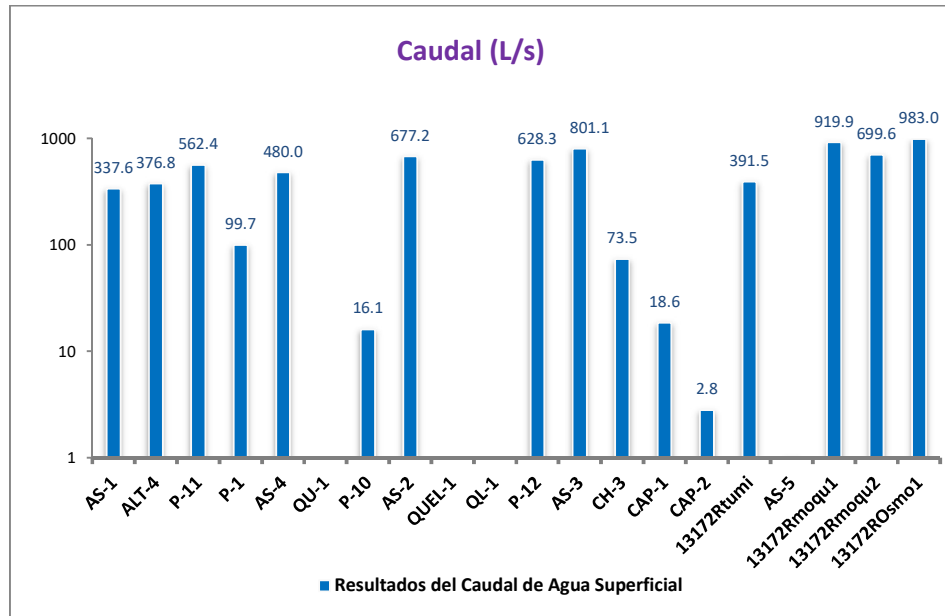


Figura 2. Variación espacial del Caudal de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

En la figura 2 se observa los caudales de las diferentes estaciones de monitoreo en época seca, los caudales de la zona baja son mayores a los de la zona alta, se tuvieron quebradas secas en el momento del monitoreo tales como QU-1, QUEL-1 y QL-1, motivo por el cual no se realizó la determinación de los parámetros de calidad en estas estaciones de monitoreo. El caudal del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta un caudal bastante bajo comparado con los otros de la cuenca. El caudal del agua en la estación de monitoreo AS-5 es muy bajo por tratarse de un manantial.

Temperatura

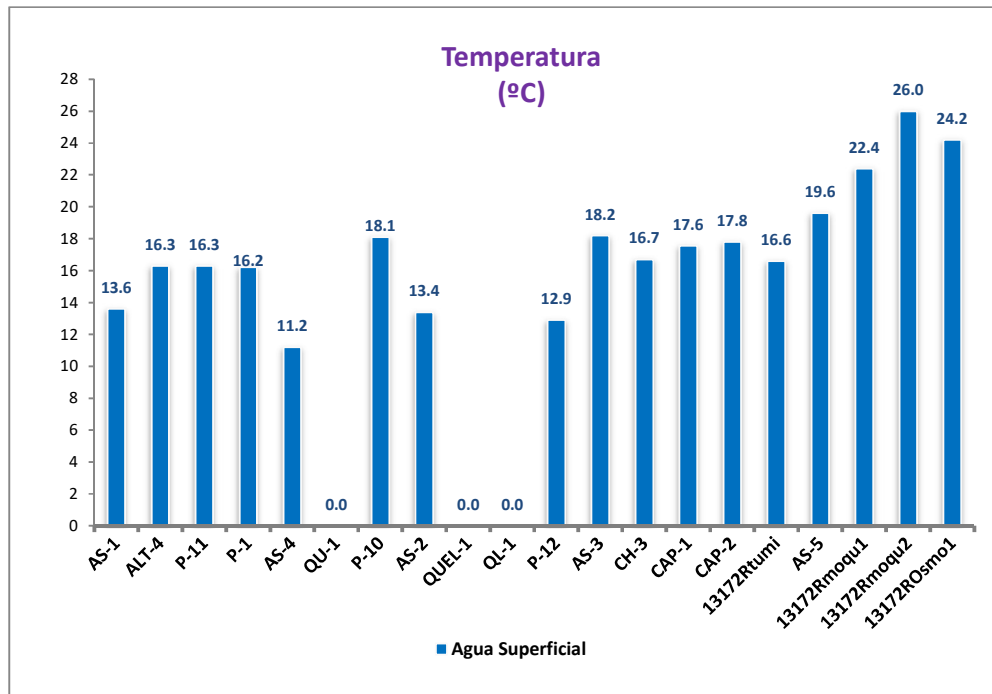


Figura 3. Variación espacial de la Temperatura de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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, entro otros. Se recomienda monitorear la temperatura como parámetro referencial, que permite explicar el comportamiento de otros parámetros.

Como se observa en la figura 3, la temperatura del agua oscila entre 11.2 y 26.0 °C, los puntos de monitoreo de zonas altas (AS-1, ALT-4, P-11, AS-4, P-10, AS-2, P-12, AS-3, CH-3, CAP-1, CAP-2, AS-4) presenta valores menores a las de los puntos de monitoreo de la calidad del agua de la zona baja (AS-5, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1). Esto es debido a condiciones ambientales características de las zonas de altura y la zona costera.

Oxígeno Disuelto

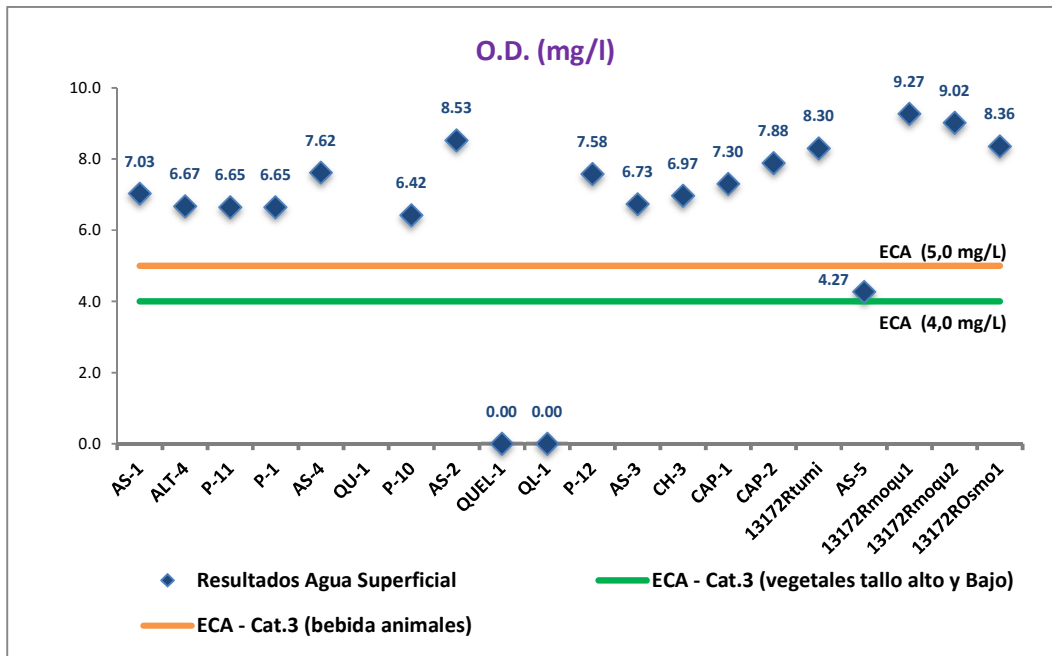


Figura 4. Variación espacial del Oxígeno Disuelto de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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 Estándar de Calidad del 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 la figura 4 el contenido de oxígeno disuelto en el agua de casi todas las estaciones de monitoreo presentan agua con valores superiores al límite mínimo sugerido por el ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales, a excepción del punto de monitoreo AS-5 (4.27 mgO₂/L, en la parte baja del río Asana).

En la estación de monitoreo AS-5, ubicada en la zona conocida como Tres Peñas, la influencia de la ciudad, campos de cultivo, población aledaña y animales (presencia de materia orgánica diversa); flujo lento y por proceder de un manantial (poco intercambio gaseoso con el oxígeno del aire), presenta un valor bajo en el contenido de oxígeno disuelto del agua, cumple con lo exigido en el ECA Categoría 3 riego de vegetales pero no cumple con lo solicitado en bebida para animales.

Los resultados obtenidos de los diversos parámetros en la estación de monitoreo AS-5 deben ser tomados solo en forma referencial, dado que el lugar donde se tomo la muestra no fue el adecuado, se recomienda mantener un fácil acceso al punto de muestreo que es el manantial, se debe realizar las gestiones adecuadas para tener los permisos de ingreso al lugar de muestreo.

Potencial de Hidrogeno - pH

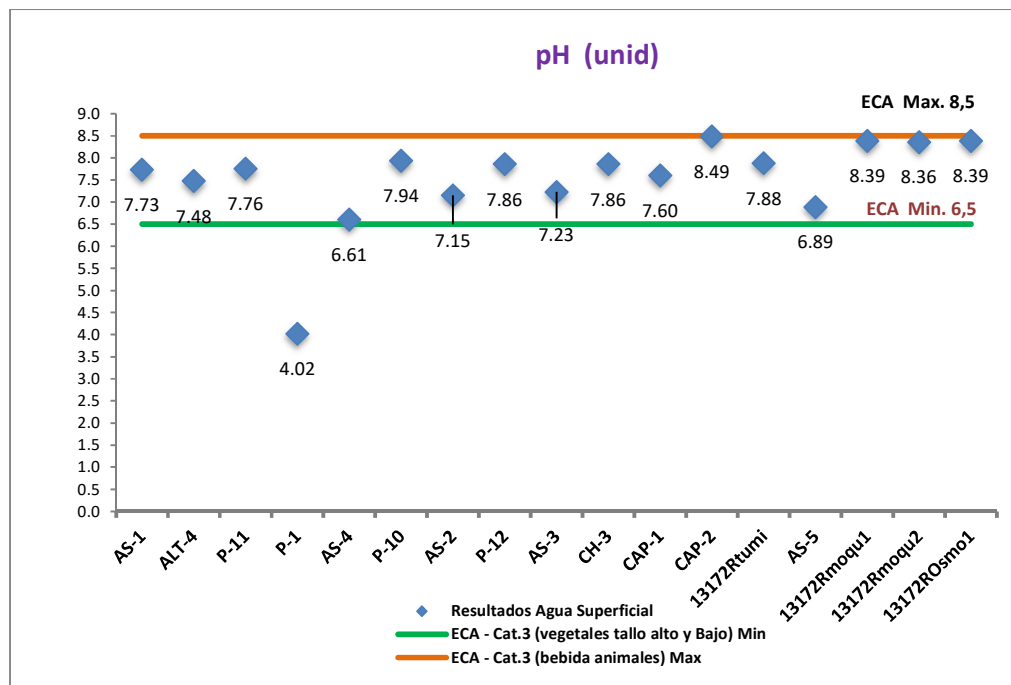


Figura 5. Variación espacial del pH de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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 Estándar de Calidad del Agua ECA Categoría normativa nos sugiere que el pH de agua naturales, debe ser como mínimo 6.5 y como máximo 8.5. El pH del agua se relaciona con la alcalinidad total (presencia de bicarbonato) y acidez (ácidos inorgánicos u orgánicos, metales como el Fe^{3+} y el Al^{3+} , entre otros) de un cuerpo de agua.

Como se observa en la figura 5, los valores del pH de casi todas las estaciones cumplen con el rango de pH especificados en el ECA Agua Categoría 3, a excepción del agua de la estación P-1 ubicado en la quebrada Millune, que presenta valor de pH = 4.02 fuera del rango establecido por el ECA.

La calidad del agua en la estación de monitoreo P-1 en la quebrada Millune, presenta valor bajo de pH, esto se asocia con la presencia de Aluminio, responsable de la baja del pH y Manganeseo; por otro lado la ausencia de bicarbonatos expresado como alcalinidad total no permite neutralizar la baja del pH del agua de esta estación de monitoreo, motivo por el cual el valor es bajo; este efecto es similar al efecto del uso del bicarbonato cuando tenemos acidez estomacal.

La calidad del agua de las estaciones de la parte baja de la cuenca 13172 Rmoqu1, 13172 Rmoqu2 y Rosmo1, presentan valores altos de pH dentro del rango sugerido por el ECA, esto se relaciona con la presencia de carbonatos en esta parte de la cuenca, mencionado en el estudio hidrogeológico del valle de Moquegua – Ilo, elaborado por el INRENA Jun-2004.

Conductividad Eléctrica

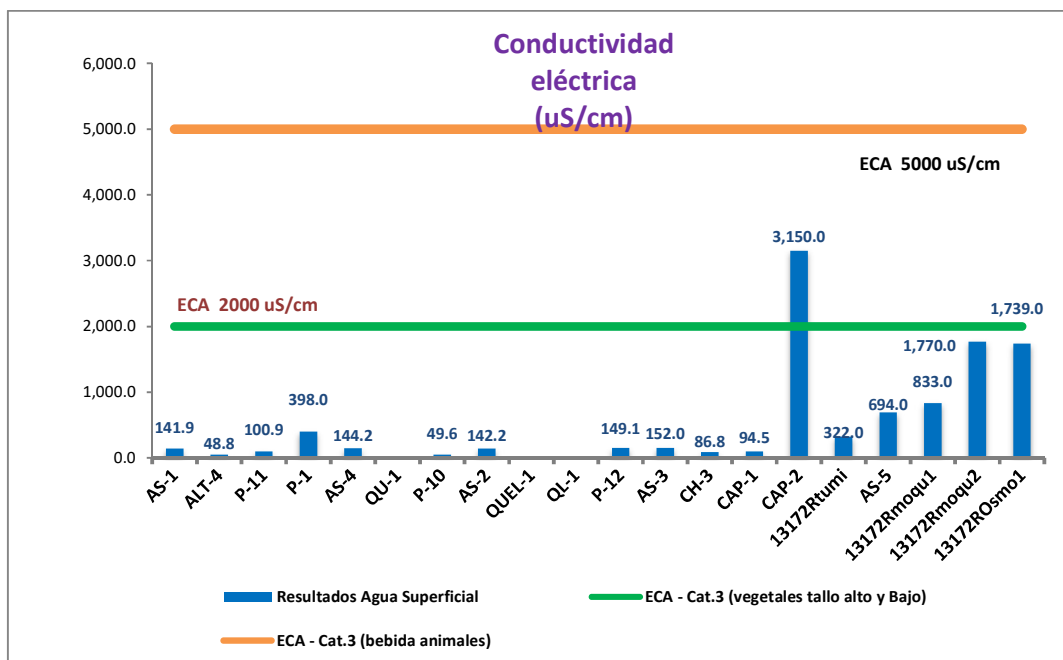


Figura 6. Variación espacial de la Conductividad Eléctrica de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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 Estándar de calidad de agua Categoría 3 riego de vegetales contempla un valor máximo de 2000 uS/cm y para el caso de bebida de animales se contempla una valor de 5000 uS/cm.

Como se observa en la figura 6 los valores de conductividad de todas las estaciones de monitoreo cumple con lo establecido en el ECA para agua Categoría 3 de bebida de animales, para el caso de riego de vegetales el agua de la estación CAP-2 Capillune CE = 3150 uS/cm excede el valor establecido por el ECA categoría 3 para riego de vegetales.

La calidad del agua del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2 presenta valores elevados de conductividad eléctrica debido a la presencia de sólidos disueltos totales, en forma de aniones tales cloruros, fluoruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos, o en la forma de cationes como el sodio y calcio, que pueden provenir de un lugar que presenta aguas termales denominada poblado Calientes, las aguas termales se caracterizan por su alto contenido de sólidos disueltos totales.

La calidad del agua de las estaciones 13172Rmoqu2 y 13172Rosmo1 tiene valores altos de conductividad 1770 y 1739 uS/cm respectivamente, asociado a la presencia de carbonatos, bicarbonatos y sulfatos de sodio o calcio, pero no superan los valores establecidos por el ECA Categoría 3.

Bicarbonatos

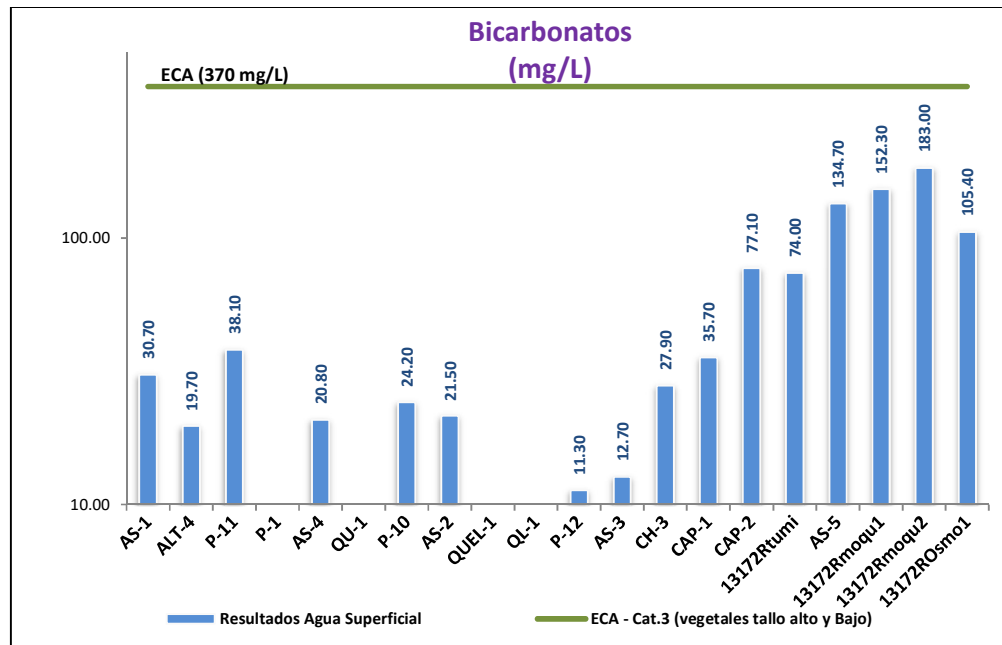


Figura 7. Variación espacial de la Concentración de Bicarbonatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP). Las principales fuentes 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 Estándar de calidad de agua ECA Agua Categoría 3 para agua de riego de vegetales es 370 mg $CaCO_3/L$.

Como se observa en la figura 7, la calidad del agua de la estación de monitoreo P-1 de la quebrada Millune, no presenta bicarbonatos en su composición motivo por el cual el valor del pH = 4.02 en esta estación es baja. Por otro lado los puntos de monitoreo de la parte baja de la cuenca 13172 RMoqu1, 13172 RMoqu2 y el 13172 Rosmo1, presentan valores altos de bicarbonato que no exceden los sugerido en el ECA Agua categoría 3.

La ausencia de bicarbonato en el agua de la estación P-1 se debe a estas aguas no atraviesan materiales carbonatados, no existe ingreso de dióxido de carbono del aire. La presencia de bicarbonatos en el parte baja de la cuenca se relaciona con la presencia de carbonatos y bicarbonatos mencionado en el estudio hidrogeológico del valle de Moquegua – Ilo, elaborado por el INRENA Jun-2004.

Carbonatos

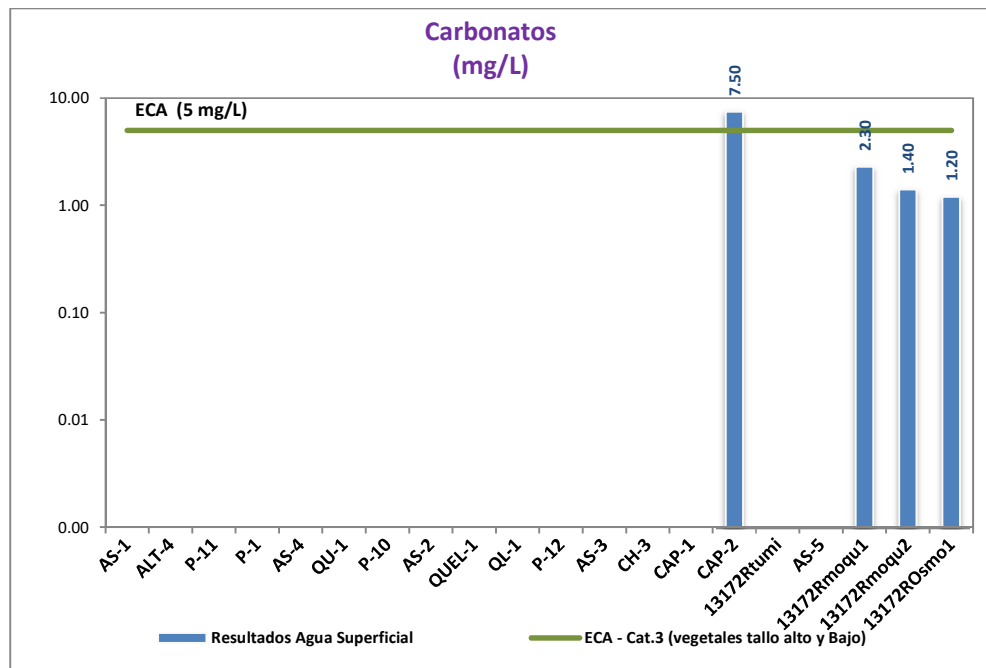


Figura 8. Variación espacial de la Concentración de Carbonatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP).

Los carbonatos son una de las especies carbonatadas importantes en el agua, las principales fuentes son el dióxido de carbono que se introduce en el agua desde el aire, forma el ácido carbónico, este se disocia y dependiendo del pH puede formar bicarbonato o carbonato, a valores ligeramente altos pH > 8, se forma carbonato preferentemente. Por otro la otra fuente de carbonatos es la disolución del material de suelo carbonatado. El ECA agua categoría 3 fija un valor de 5 mg CaCO₃/L para agua de riego, debido a que la presencia de carbonatos en el agua riego ocasiona problemas de salinización del suelo. El contenido de carbonatos en el agua también se relaciona con la dureza del agua y esto puede.

La calidad del agua en la estación de monitoreo CAP-2, presenta un valor de 7.5 mg CaCO₃/L, que excede el valor establecido en el ECA Agua categoría 3, dado fuerte grado de mineralización.

Como se observa en la figura 8, las aguas de las estaciones de la parte alta de la cuenca (AS-1, ALT-4, P-11, P-1, AS-4, P-12, AS-3, CH3-CAP-1) no presenta contenidos de carbonatos, mientras que las aguas de las estaciones de la parte baja 13172 RMoqu1, 13172 RMoqu2 y el 13172 Rosmo1, presentan valores altos de carbonato que no exceden los sugerido en el ECA Agua categoría 3.

El contenido de elevado de carbonatos en el agua de la estación CAP-2 río Capillune se debe al origen mineral de los carbonatos que atraviesan una zona de aguas termales conocida como poblado de Calientes. La presencia de carbonatos en el parte baja de la cuenca se relaciona con la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el suelo de la cuenca mencionado en el estudio hidrogeológico del valle de Moquegua – Ilo, elaborado por el INRENA Jun-2004.

Sólidos Totales en Suspensión

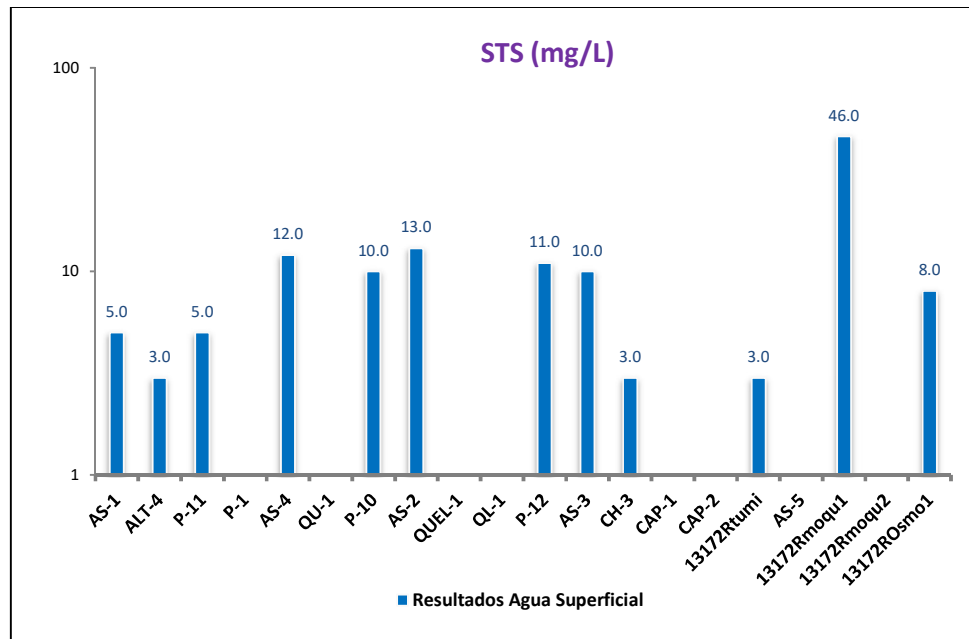


Figura 9. Variación espacial de la Concentración de Sólidos Totales en suspensión de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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.

En la figura 9 se observa que la calidad del agua de la estación 13172 RMoqu1 presenta un contenido de sólidos totales alto, debido a que este punto recibe la influencia de varios vertimientos municipal que aportan grandes cantidades de sólidos y materia orgánica.

Sólidos Totales Disueltos

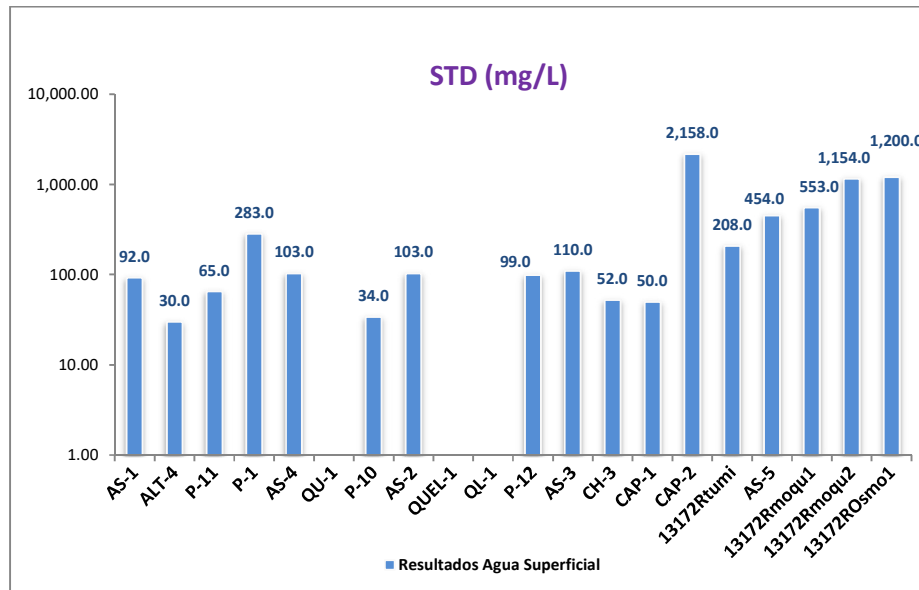


Figura 10. Variación espacial de la Concentración de Sólidos Totales Disueltos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP).

Los sólidos totales disueltos, representa 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.

La calidad del agua del CAP-2 está fuertemente mineralizada, presenta gran cantidad de sólidos disueltos totales 2158 mg/L, esto se debe a la influencia de actividad de aguas termales en el lugar denominado poblado Calientes.

Aceites y Grasas

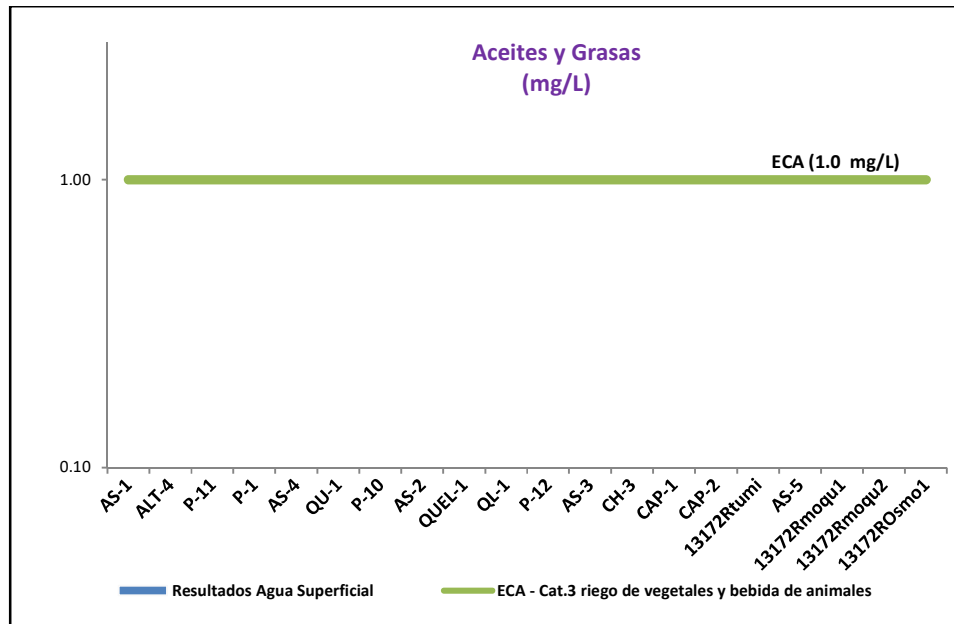


Figura 11. Variación espacial de la Concentración de Aceites y Grasas de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

La presencia de aceites y grasas en los cuerpos de agua son indicativo de actividad antropogénica, las principales fuentes son vertimientos de aguas residuales domésticas o contaminación por hidrocarburos. Ninguno de las estaciones de monitoreo presenta este parámetro a lo largo de la cuenca.

Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO5

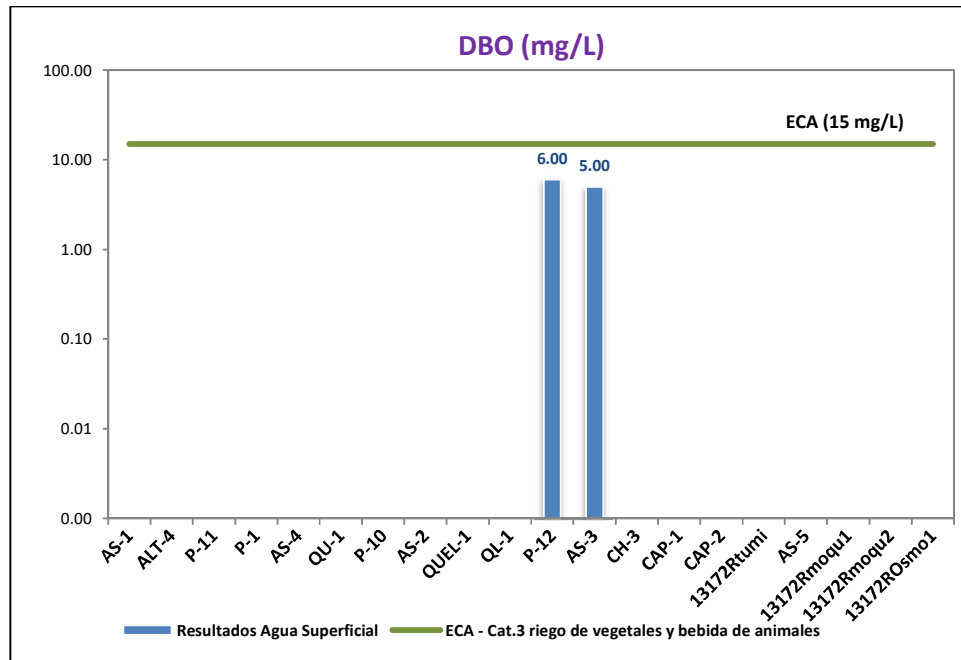


Figura 12. Variación espacial de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

La Demanda Bioquímica de oxígeno es un parámetro que se relaciona con el ingreso de material orgánico biodegradable, las principales fuentes de DBO en el agua son las descargas de aguas residuales de origen doméstico, proveniente de inodoros o cocina. 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, debido a que cuando la materia orgánica del vertimiento que se ha degradado, por procesos de difusión del oxígeno del aire hacia el agua permite que el agua recupere su contenido inicial de oxígeno disuelto. El ECA Categoría 3 riego de vegetales, fija un valor máximo de DBO₅ de 15 mg O₂/L.

Como se observa en la figura 12, el contenido de DBO₅ en el agua en todas las estaciones de monitoreo presenta valores por debajo de lo contemplado en el ECA. Para el caso de las estaciones P-12 y AS-3, se tiene valores bajos de DBO₅, esto se puede deber al ingreso de algún material de naturaleza orgánica tales como restos de vegetales, animales muertos, excretas entre otros al cuerpo de agua.

Demanda Química de Oxígeno - DQO

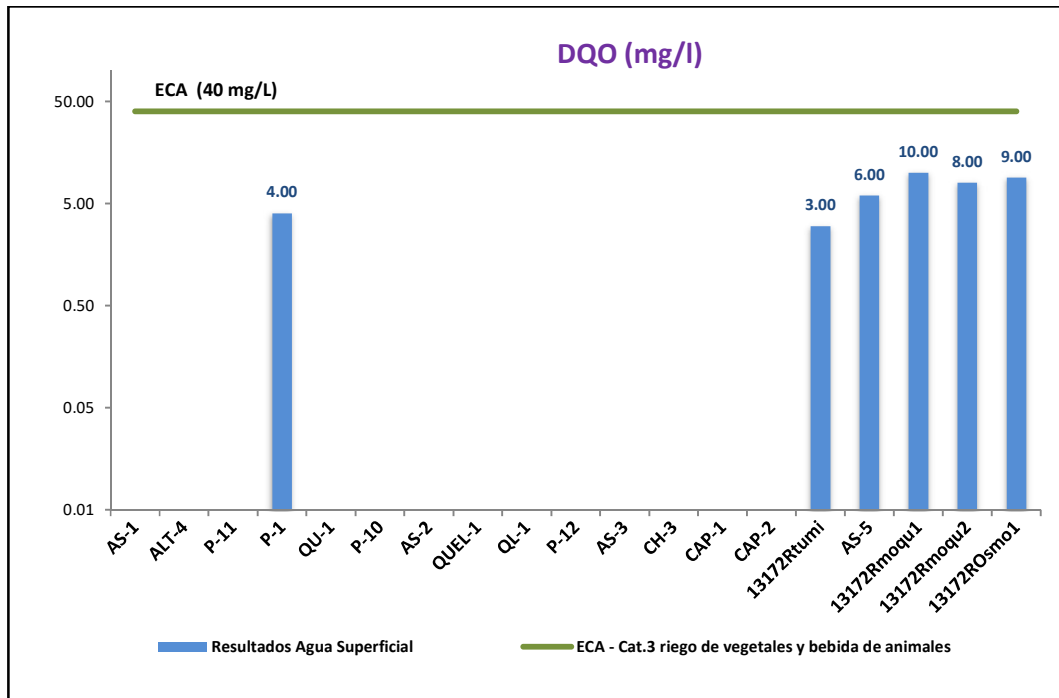


Figura 13. Variación espacial de la Demanda Química de Oxígeno de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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 la figura 13, el agua de las diferentes estaciones de muestreo presenta valores muy por debajo del ECA, esto indica que la presencia de material orgánico biodegradable, no biodegradable y sustancias susceptibles de oxidación no es significativa. En el caso de las estaciones de la parte baja de la cuenca 13172 Rtumi, AS-5, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2 y 13172Rosmo1, presenta bajos valores de DQO, pero no se detecta DBO, esto sugiere presencia de material orgánico nitrogenado, esto se relaciona con la presencia de nitratos en estos puntos. En el caso del P-1, la presencia de un bajo valor del DQO, se relaciona con material susceptible de oxidación, tales como cationes metálicos como manganeso u otros aniones como los sulfuros.

Cloruros

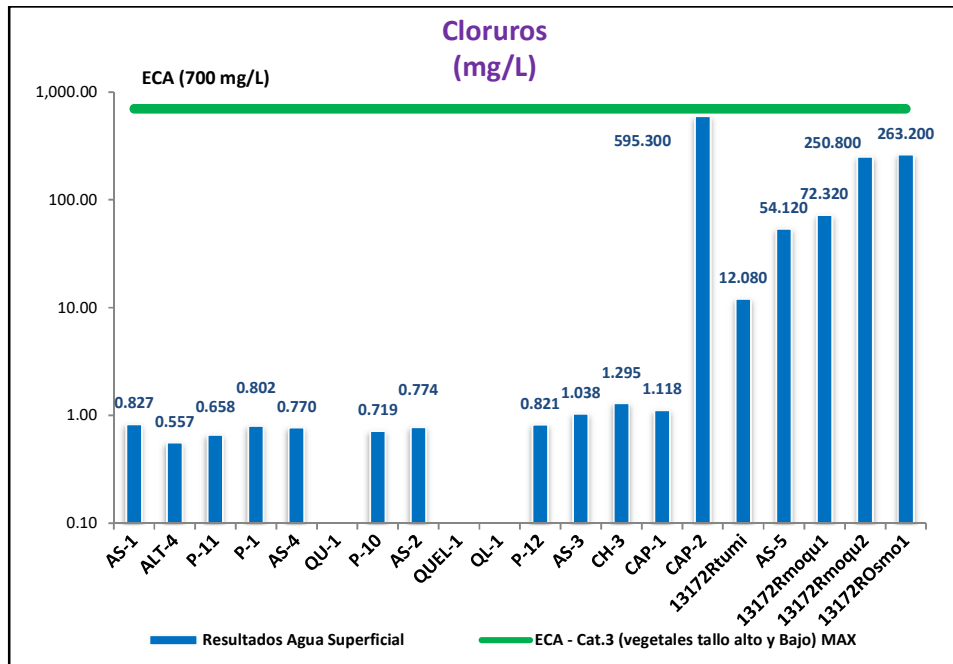


Figura 14. Variación espacial de la Concentración de cloruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

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 máximo de 700 mg/L.

Como se observa en la figura 19, los valores de cloruros en la cuenca alta son bajos, en el caso del CAP-2, la presencia de aguas termales cerca del poblado Calientes de gran contenido mineral, genera valores altos de cloruros 595 mg/L. Por otro lado la cuenca baja más influenciada por las brisas marinas y origen marino presenta valores mayores de cloruros que los de la cuenca alta, pero no sobrepasan lo establecido por el ECA.

Fluoruros

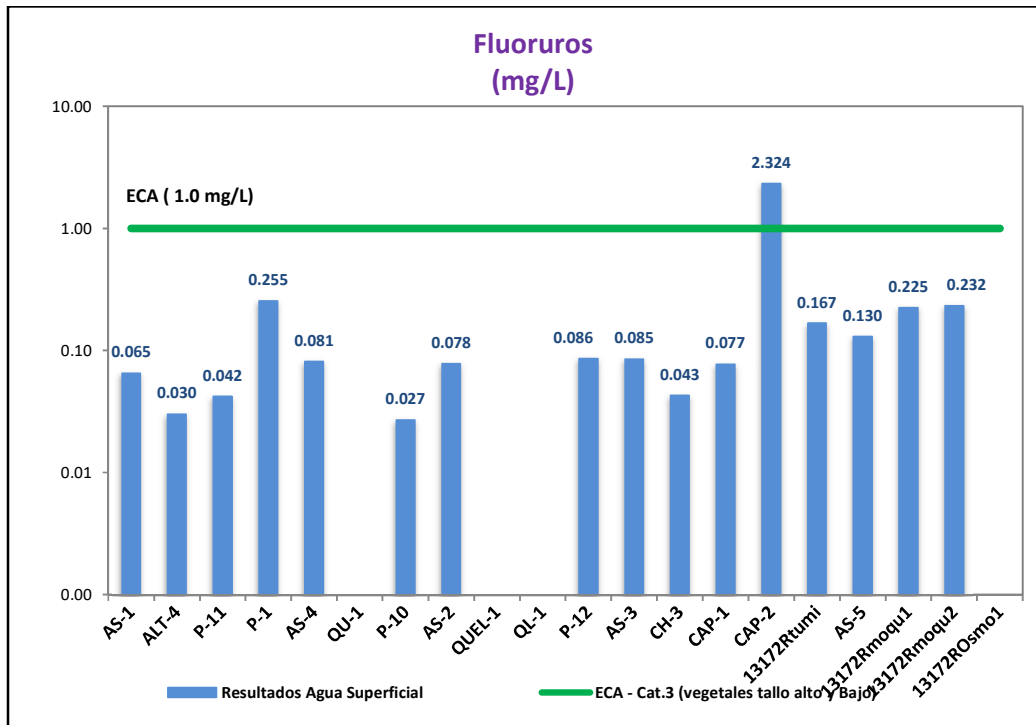


Figura 15. Variación espacial de la Concentración de Fluoruros de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Fluor es una sustancia que previene la caries, Moquegua es el departamento con menor índice de caries en el Perú, la principal fuente de fluor es ceniza volcánica o material volcánico en general. El exceso de Fluor en el agua puede ser responsable de la deformación de los huesos, enfermedad conocida como fluorosis ósea. El ECA Agua categoría 3 para riego de vegetales fija el valor en 1 mg/L.

Se observa en la figura 15, que el agua del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2, supera los valores establecidos por el ECA Agua Categoría 3, como se explicó esto se debe a la influencia de actividad de aguas termales cerca del poblado Calientes.

Nitratos

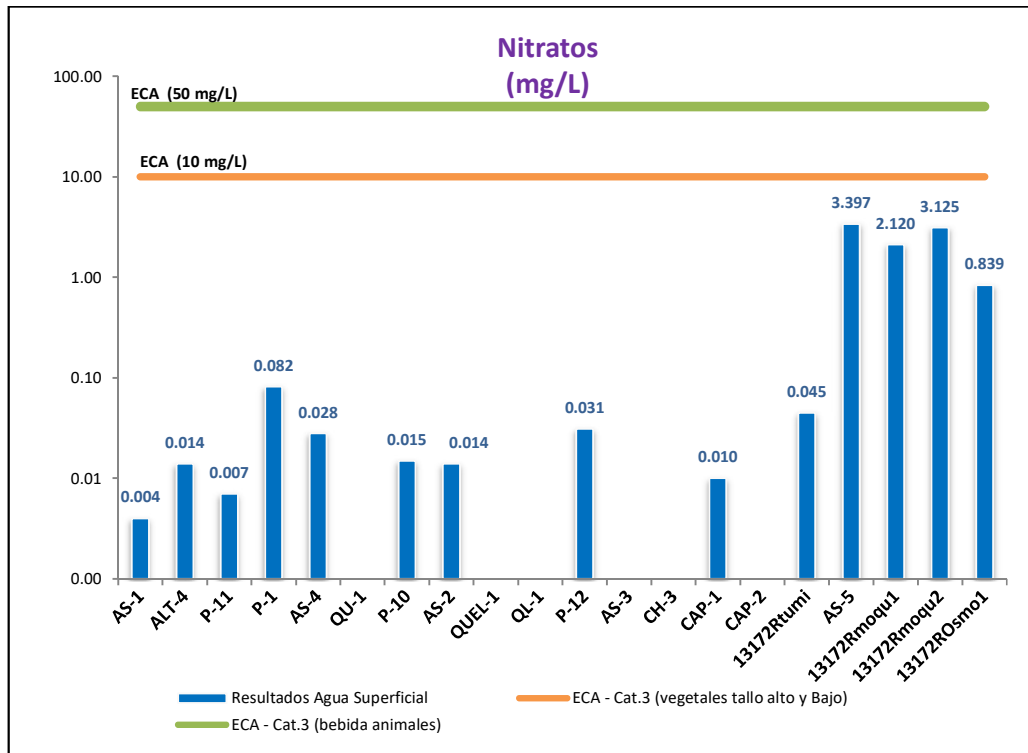


Figura 16. Variación espacial de la Concentración de Nitratos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

Los nitratos son nutrientes de las plantas, las principales fuentes de nitratos en el agua son aguas residuales domésticas y fertilizantes. El ECA Agua Categoría 3 fija valores para agua de bebida de animales de 10 mg/L y para riego 50 mg/L. Para bebida el exceso de nitratos puede ocasionar problemas de metahemoglobinemia, problemas con la oxigenación de animales o personas, para el caso de riego el exceso puede ocasionar problemas de salinización de suelos.

Como se observa en la figura 16, el contenido de nitratos es baja en la cuenca alta, mientras que en la zona de los valles parte baja de la cuenca, los valores de nitratos es moderada por la influencia de aguas residuales de la ciudad y por el uso de fertilizantes en las prácticas agrícolas, en los cuadernos de campo se indica que en estas estaciones (AS-5, 13172Rmoqu1, 13172Rmoqu2, 13172Rosmo1 se evidencia la presencia de plantas en el momento del monitoreo.

Sulfatos

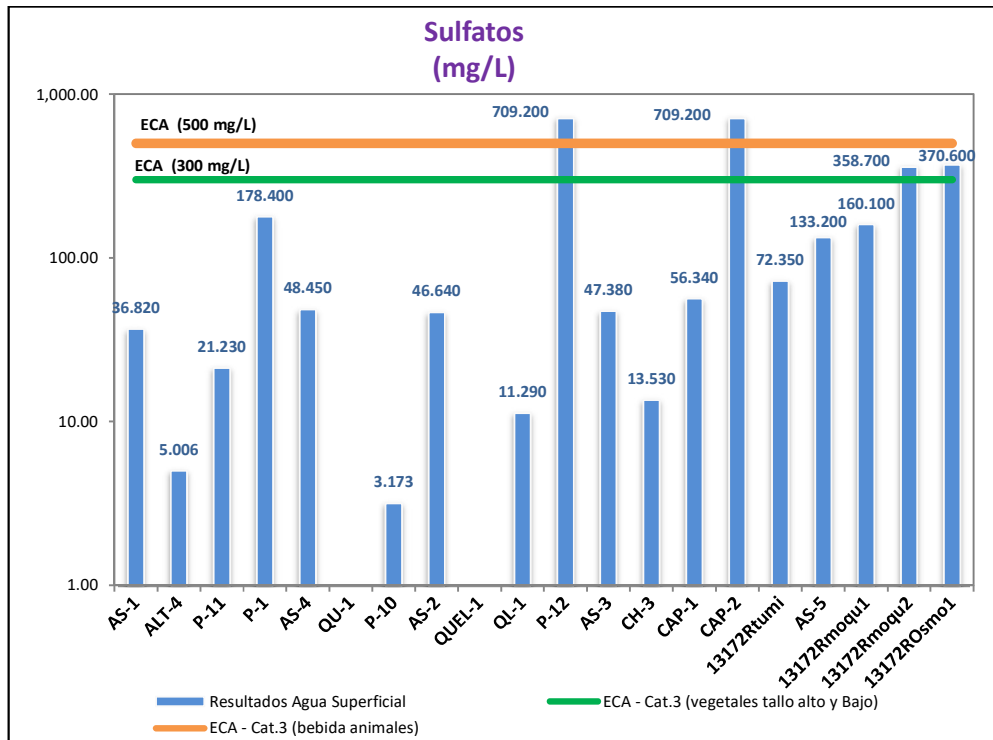
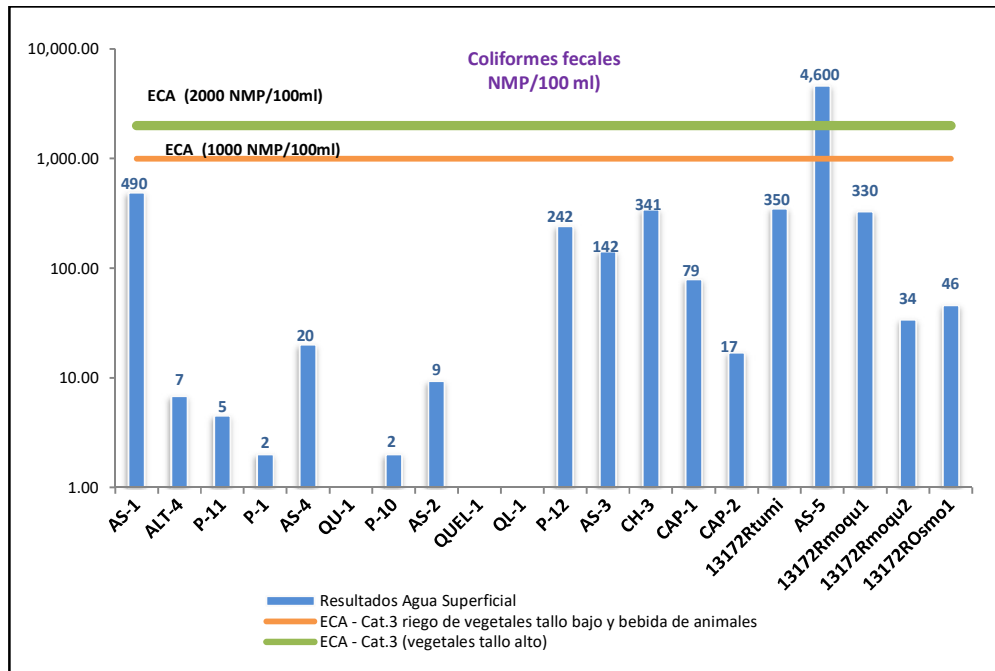


Figura 17. Variación espacial de la Concentración de Sulfatos de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

Los sulfatos en el agua 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 300 mg/L y para bebida de animales es 500 mg/L.

Se observa en la figura 17, que el contenido de sulfatos en el agua de la estación de monitoreo CAP-2, presenta un elevado valor de sulfatos 709.2 mg/L esto se relaciona la mineralización de estas aguas que presentan otros parámetros elevados, tales como el calcio y el sodio.

Coliformes Fecales



Coliformes Totales

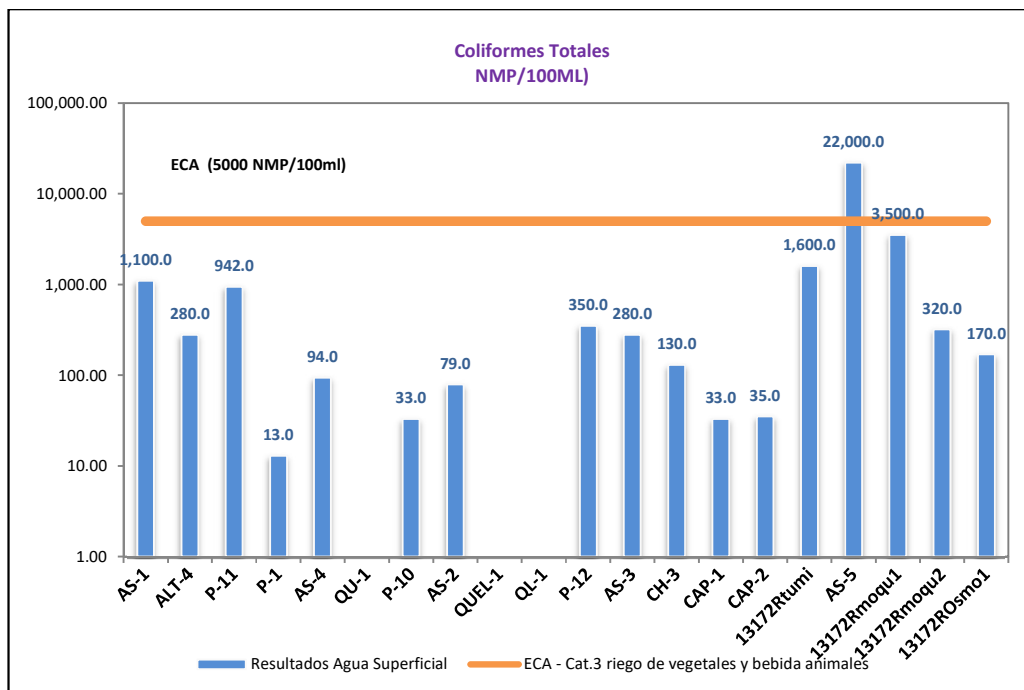


Figura 18. Variación espacial del Contenido de Coliformes Fecales y Totales de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

La Presencia de Coliformes Fecales y Totales en los cuerpos de agua son indicativos de la presencia de excretas de animales y humanos en el cuerpo de agua, en el caso de los coliformes fecales o termotolerantes, estos son bacterias que se encuentran en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente. Los coliformes totales incluyen a los fecales y a otros que no se encuentran en el intestino de humanos o animales de sangre caliente. La principal especie de coliformes es la *Escherichia coli*. Las fuentes más importantes de coliformes fecales y totales en el agua son los vertimientos de aguas residuales domésticas, excretas que son arrastradas por escorrentía al agua, filtraciones de pozos sépticos entre otros. El ECA Agua Categoría 3 para bebida de animales contempla un valor de 1000 NMP/100 mL y para riego de vegetales un valor de 2000 NMP/100 mL, para coliformes fecales; 5000 NMP/100 mL para coliformes totales.

Como se observa en las figura 18, el agua en las estaciones de la parte alta de la cuenca (ALT-4, P-11, P-1, AS-4, P-10, AS-2) presenta valores bajos de Coliformes fecales. El agua de la estación de monitoreo AS-1 presenta valores altos de coliformes fecales 440 NMP/100mL y totales 1100 NMP/100 mL pero no superan lo establecido por el ECA. En la parte baja de la cuenca el agua de la estación de monitoreo AS-5 presenta valores que sobrepasan lo establecido por el ECA, 4500 NMP/100 mL para fecales y 22000 para totales. Las otras estaciones de la parte baja presentan valores por debajo de lo establecido por el ECA.

El valor alto de coliformes en la estación AS-1 se debe a que en el momento del monitoreo se observo presencia de excretas en la ribera del río como se indica en el cuaderno de campo de CORPLAB. En el caso de la estación AS-5, como indica el cuaderno de campo, se observo presencia de basura y presencia de plantas, estas condiciones han generado valores altos de coliformes en el agua. Se debe tener este valor como referencial, dado que no se tuvo acceso al manantial que se deseaba monitorear.

METALES

Aluminio

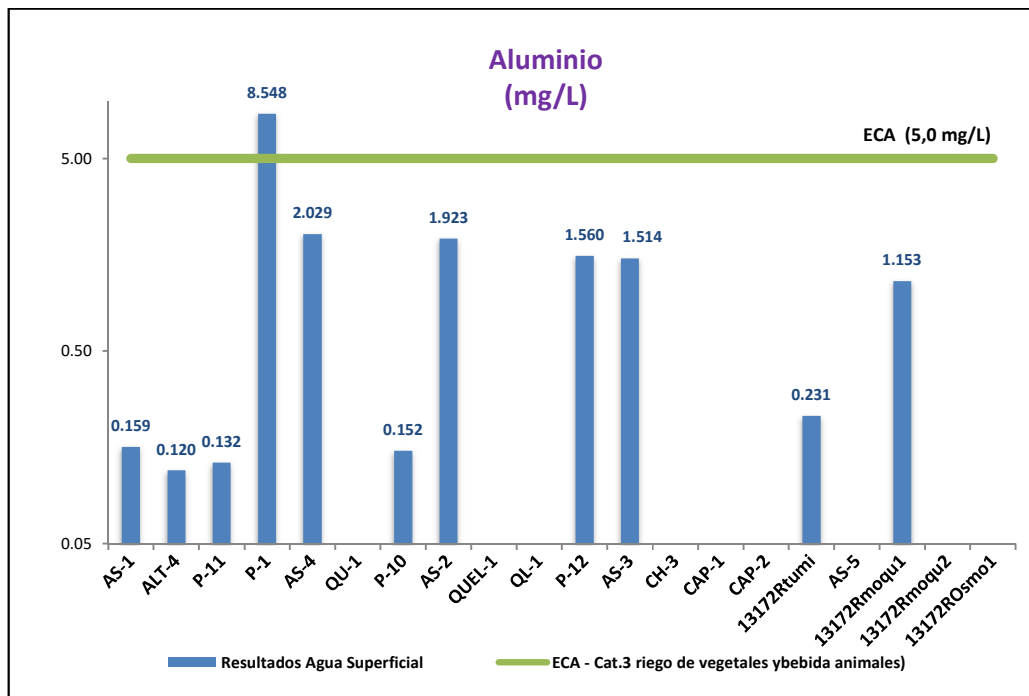


Figura 19. Variación espacial del Contenido de Aluminio Total de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Aluminio es el tercer elemento más abundante en el planeta aproximadamente 8.07 %, la presencia de este elemento en suelos es importante y frecuente. El Aluminio es un elemento de liberar iones hidronio en el agua cuando está disuelto y por lo tanto baja el valor del pH. El ECA Agua categoría 3, fija un valor de 5 mg/L.

Como se observa en la figura 19, el punto P-1, la quebrada Millune, presenta un valor de 8.548 mg/L que excede lo establecido por el ECA. Este comportamiento se relaciona con la baja del pH a valores de 4.02, como se observa en la figura 5, también la ausencia de bicarbonatos en este punto como se observa en la figura 7 no permite neutralizar el efecto del Aluminio. El contraión del Aluminio es el sulfato como se observa en la figura 17.

En las otras estaciones de monitoreo el valor del Aluminio no excede lo establecido por el ECA Agua categoría 3.

Arsénico

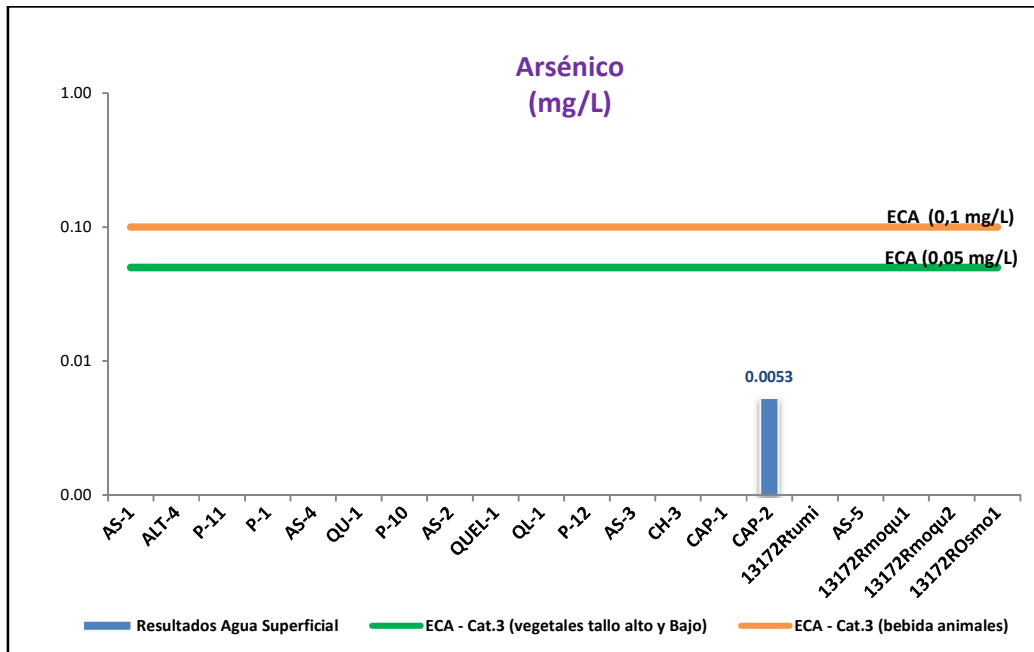


Figura 20. Variación espacial del Contenido de Arsénico de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El arsénico es un metaloide asociado con la presencia oro y plata, se detecta en aguas de naturaleza termal.

Como se observa en figura 20, el arsénico está ausente en casi todas los puntos de muestreo excepto en el punto CAP-2, que corresponde al Capillune, cerca del poblado Calientes donde el agua está fuertemente mineralizado por la influencia de aguas termales.

Bario

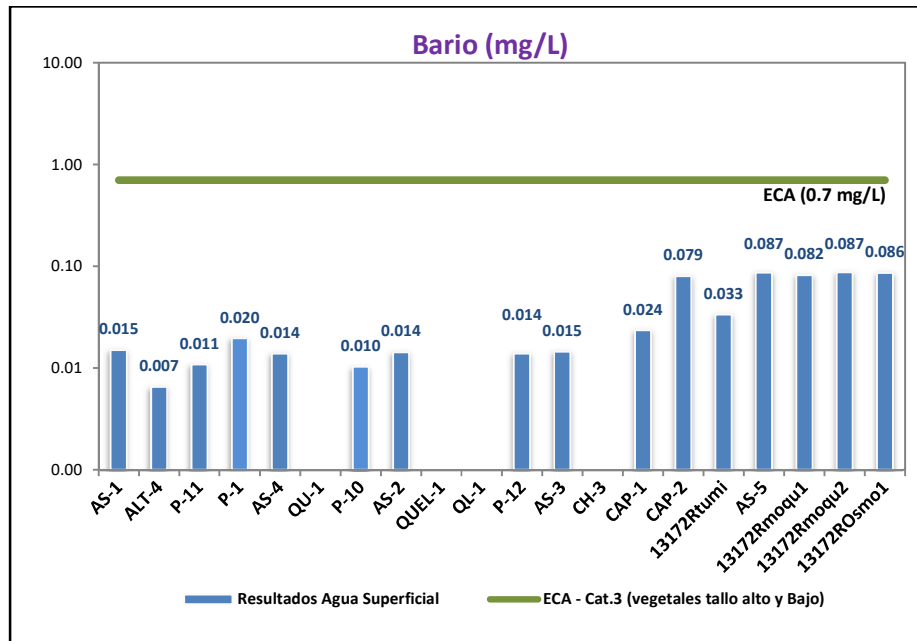


Figura 21. Variación espacial del Contenido de Bario de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

Como se observa en la figura 21, el contenido de Bario está por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 3 0,7 mg/L. Su distribución a lo largo de la cuenca es uniforme en la parte alta con valores entre 0,007 hasta 0.033, mientras que en la parte baja se tiene valores también uniforme entre 0,082 hasta 0,086, principalmente debido al tipo de suelo de la parte baja formada principalmente por carbonatos y bicarbonatos de calcio y bario. El agua de la estación CAP-1, por el grado de mineralización presenta valores similares al de la cuenca baja.

Boro

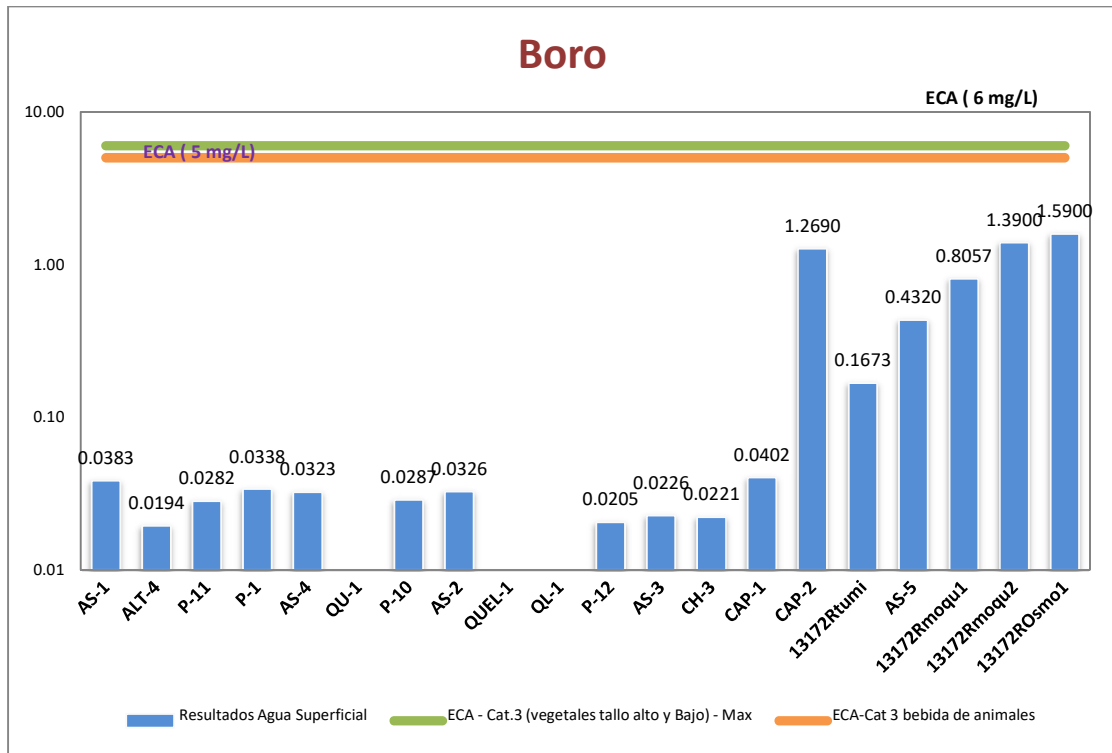


Figura 22. Variación espacial del Contenido de Boro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El boro es esencial para el crecimiento de las plantas siendo sumamente tóxico en concentraciones por arriba del óptimo. Como se observa en la figura 22, el contenido de Boro en los puntos altos es baja, pero en la parte baja de la cuenca se observa un incremento constante de este elemento que coincide con lo descrito en el Estudio Hidrogeológico de Valle de Moquegua Ilo del INRENA de Jun-2004, donde se indica que el boro fluctúa entre 1,28 ppm y 3,16 ppm valores que corresponden a aguas condicionadas para el riego.

Calcio

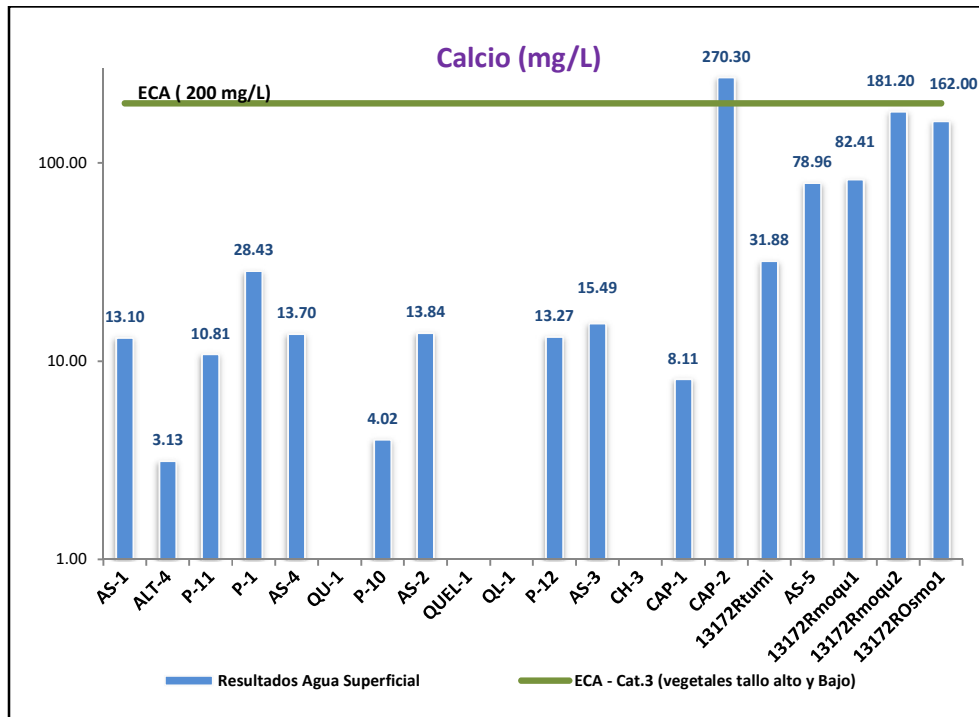


Figura 23. Variación espacial del Contenido de Calcio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Calcio es el principal elemento responsable de la dureza del agua, elevadas concentraciones de calcio en el agua es perjudicial para el riego, puede ocasionar problemas de salinización de suelos, en el caso de agua de bebida, puede ocasionar problemas renales al consumidor. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 200 mg/L para riego de vegetales.

Como se observa en la figura 23 la calidad del agua en la parte alta de la cuenca presenta valores bajos de Calcio entre 3.13 hasta 28.43, en la estación CAP-2 presenta elevados valores de Calcio debido a que esta mineralizada, en la parte baja de la cuenca como menciona el estudio del INRENA de Jun-2004, presenta aguas con altos contenidos de Calcio en forma de carbonatos y sulfatos.

Cobre

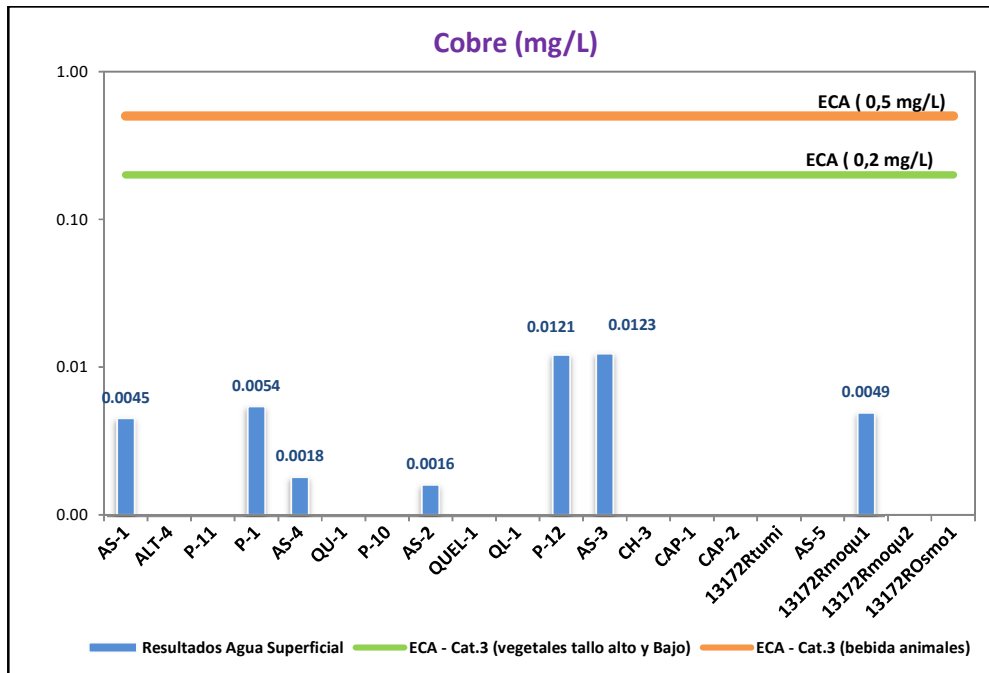


Figura 24. Variación espacial del contenido de Cobre de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Cobre es un elemento metálico de gran valor económico, considerado también en bajas concentraciones como un micronutriente. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 0,2 mg/L para riego de vegetales y 0,5 para bebida de animales.

En la figura 24, se observa que el cobre se encuentra en muy bajas concentraciones en todas las estaciones a lo largo de toda la cuenca, presentando valores que van desde 0.0018 hasta 0.0123 mg/L.

Hierro

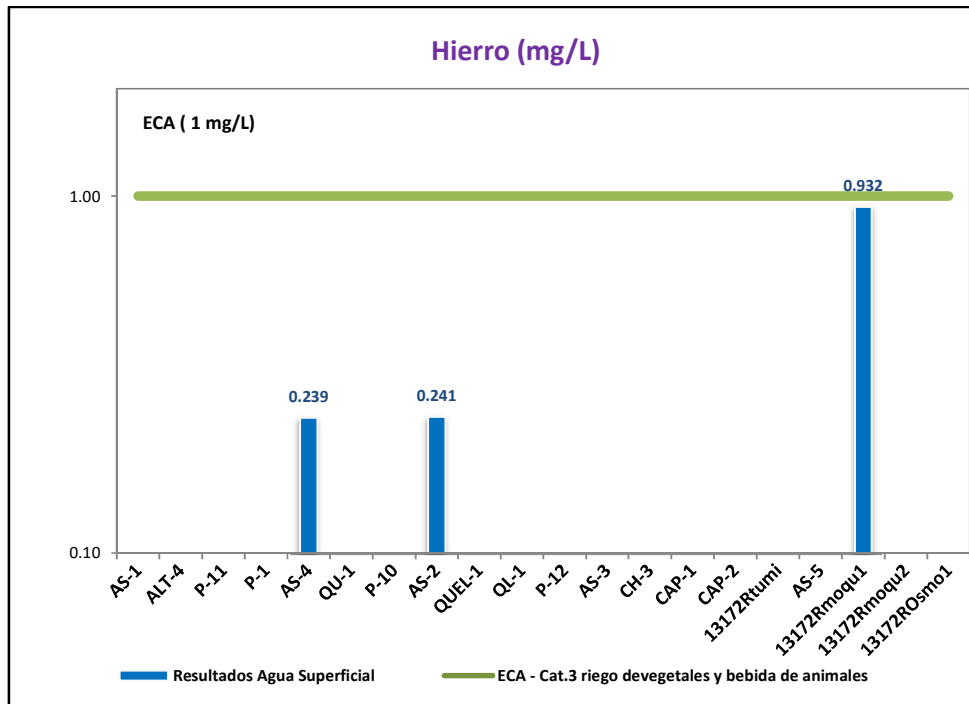


Figura 25. Variación espacial del contenido de Hierro de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El hierro es un elemento metálico pesado, su presencia en el agua se debe en forma natural al paso del agua sobre material ferroso o por intervención antropogénica. El hierro al igual que el Aluminio al disolverse puede liberar iones hidronio y bajar el pH. El ECA Agua Categoría 3 establece un valor de 6 mg/L de hierro total en el agua.

Como se observa en la figura 25, no existe presencia de hierro en forma natural en casi todas la estaciones de monitoreo de la parte baja y alta de la cuenca, en el caso del AS-4 como se indica en el cuaderno de campo del equipo técnico del laboratorio CORPLAB se observa presencia de estructuras metálicas en el hierro, por procesos de corrosión se está liberando hierro al cuerpo de agua. En el caso del AS-4, punto de cercano al puente Asana, la presencia de tránsito vehicular y el transporte de polvo generan una ligera presencia de hierro en el agua. Para el caso del 13172Rmoqu1 el ingreso de aguas residuales en la parte de arriba, como lo indica el cuaderno de campo de CORPLAB, son la principal fuente de hierro en el agua.

En los puntos AS-4, AS-2 y 13172Rmoqu1, el agua no sufre una variación significativa en el pH, debido a que la cantidad de hierro en el agua es muy baja y en estos puntos existe una cantidad significativa de bicarbonatos que neutraliza el efecto.

Litio

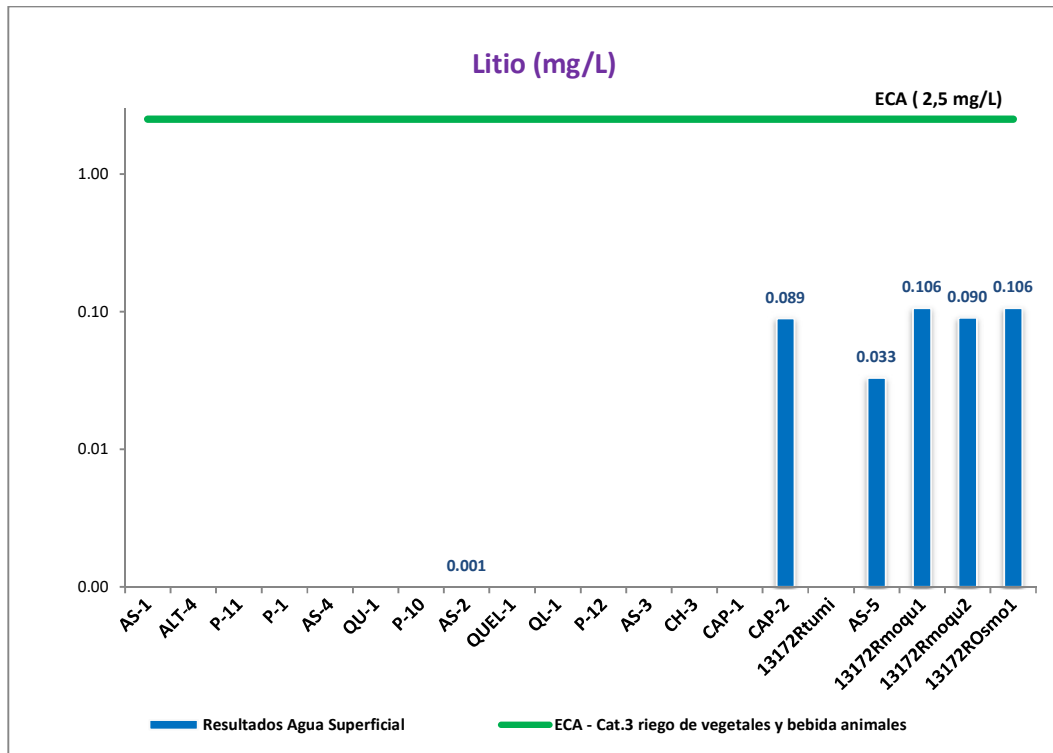


Figura 26. Variación espacial del contenido de Litio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El litio es un elemento metálico ligero, su presencia en el agua en bajas concentraciones es muy apreciada en agua de mesa, El ECA-Agua Categoría 3 fija un estándar de calidad de 2.5 mg/L.

Como se observa en la figura 26, la presencia de Litio en la parte alta de la cuenca no ha sido detectada, en el caso de CAP-2 aguas mineralizadas si se detecta una concentración apreciable de 0.089 muy por debajo de lo fijado por el ECA. La parte baja de la cuenca presenta una zona carbonata, bicarbonatada y sulfatada de Calcio, Magnesio Bario y Litio, pero los valores están por debajo de lo establecido por el ECA.

Magnesio

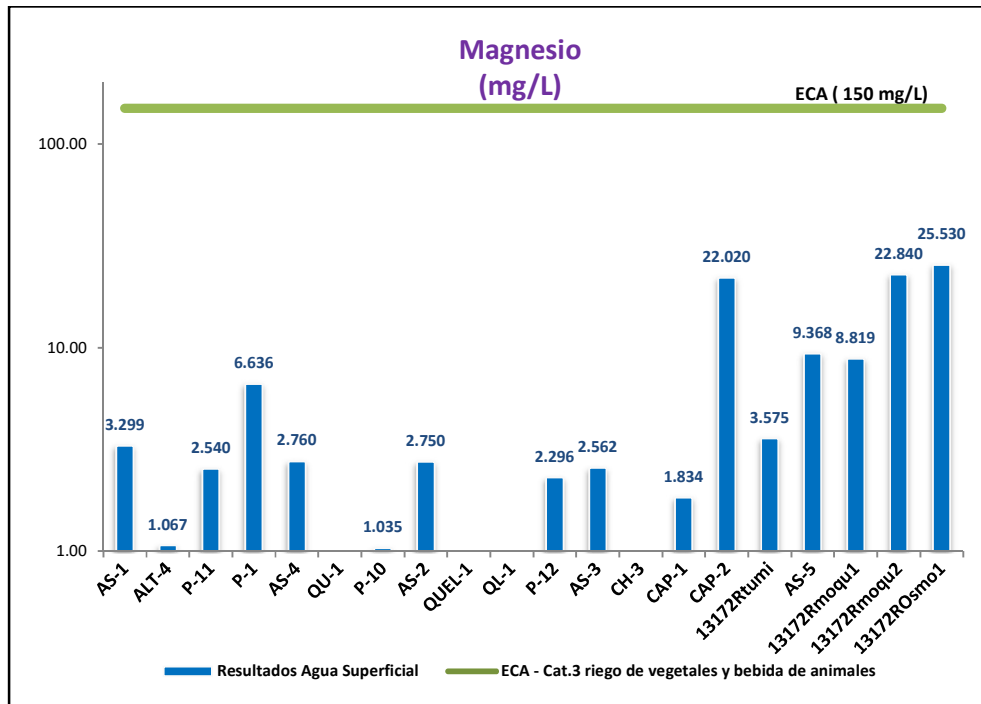


Figura 27. Variación espacial del contenido de Magnesio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Magnesio es el otro elemento responsable de la dureza del agua, elevadas concentraciones de magnesio en el agua es perjudicial para el riego, puede ocasionar problemas de salinización de suelos, en el caso de agua de bebida, puede ocasionar problemas renales al consumidor. El ECA Agua Categoría 3, establece un valor de 150 mg/L para riego de vegetales.

Como se observa en la figura 27 la calidad del agua en la parte alta de la cuenca presenta valores bajos de Magnesio entre 1.035 hasta 6.636 mg/L, en la estación CAP-2 presenta elevados valores de Magnesio debido a que esta mineralizada, en la parte baja de la cuenca como menciona el estudio del INRENA de Jun-2004, presenta aguas con altos contenidos de Magnesio en forma de carbonatos y sulfatos tomando valores entre 9.368 hasta 25.53.

Manganeso

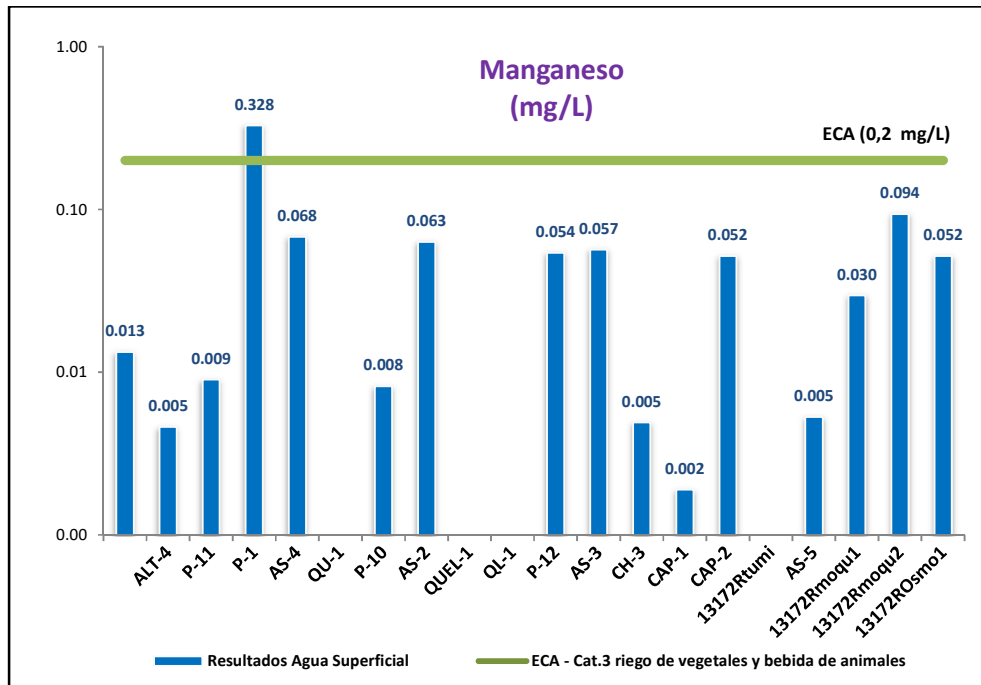


Figura 28. Variación espacial del contenido de Manganeso de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Manganeso puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El manganeso causa manchas cafés-negras en los utensilios, que son no removidos por detergentes. El manganeso 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 este mineral y acarrearlo hacia el agua. El ECA Agua Categoría 3. Fija un valor de 0.2 mg/L como estándar de calidad.

En la figura 28 se observa que a lo largo de toda la cuenca se tiene presencia de Manganeso en el agua que no sobrepasa lo establecido por el ECA excepto en la quebrada Millune punto P-1, donde el Manganeso (0.328 mg/L) excede en forma natural lo establecido por el ECA, este valor alto del agua de la quebrada Millune está relacionado con la presencia de Aluminio y la baja del pH, proveniente de suelos ácidos.

Sodio

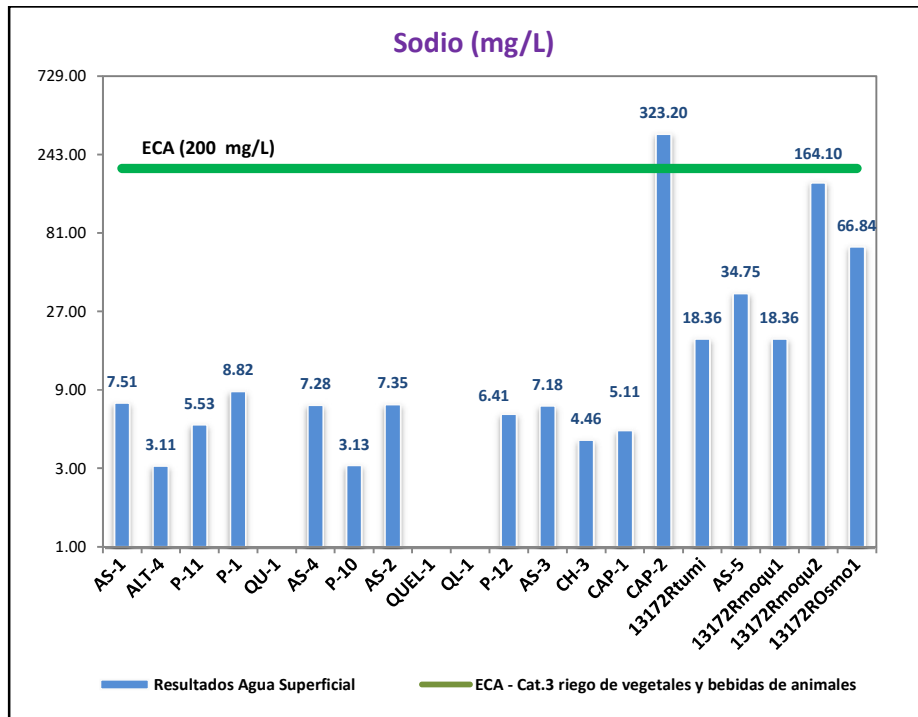


Figura 29. Variación espacial del contenido de Sodio de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El sodio es un elemento abundante en el agua conjuntamente con el cloruro son los responsables de la conductividad del agua y los sólidos disueltos totales, su principal fuente es el cloruro del sodio del agua de mar, que se encuentra disperso sobre la superficie de terrenos que en tiempos pasados estuvieron bajo el mar. El riego con agua con altos valores de sodio puede degradar la calidad del suelo por salinización de estos. El ECA Agua Categoría 3, fija un valor de 200 mg/L para el sodio.

Como se observa en la figura 28, la parte alta de la cuenca el contenido de sodio es uniforme tomando valores entre 3.11 a 5.11 mg/L mientras que en la zona baja se tiene valores entre 18.36 hasta 164.1 mg/L por estar cerca de la costa bajo la influencia de la brisa marina. El punto CAP-2 es una zona con aguas mineralizadas cercano al poblado Calientes, por la actividad geotermal.

Zinc

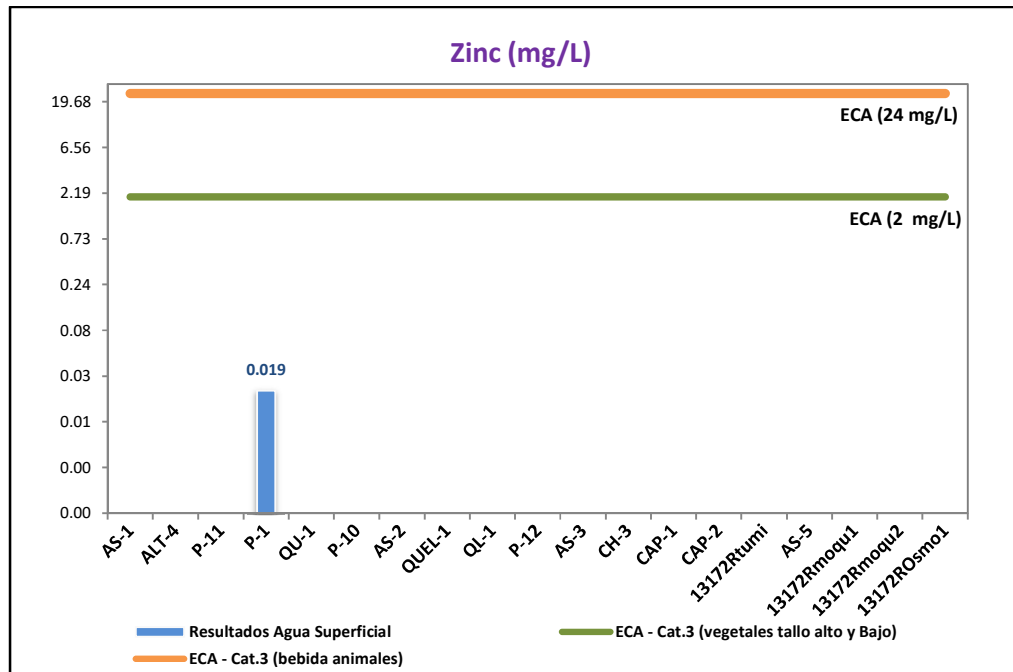


Figura 30. Variación espacial del contenido de Zinc de las diferentes estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

El Zinc es un elemento metálico no ferroso asociado al cobre y cadmio. En forma natural se puede encontrar en el agua entre 0.005 a 0.010 mg/L. El zinc no presenta mayor potencial tóxico, es un micronutriente para animales y humanos. La solubilidad del zinc depende de la temperatura y del pH del agua en cuestión. Cuando el pH es casi neutro, el zinc es insoluble en el agua. La solubilidad del zinc en el agua aumenta con la acidez. El ECA Agua Categoría 3, fija un valor de 2 y 24 mg/L para agua de riego y bebida de animales respectivamente.

Como se observa en la figura 29, en la cuenca no se ha detectado zinc, a excepción del agua de la quebrada Millune P-1 (0.019), el valor bajo de pH en este punto favorece la disolución del zinc del suelo al agua.

En todas las estaciones de monitoreo no se supera el valor establecido por ECA para agua de riego de vegetales o bebida de animales establecidos para el zinc

7.1.4.2 Agua subterránea

Parámetros de Campo

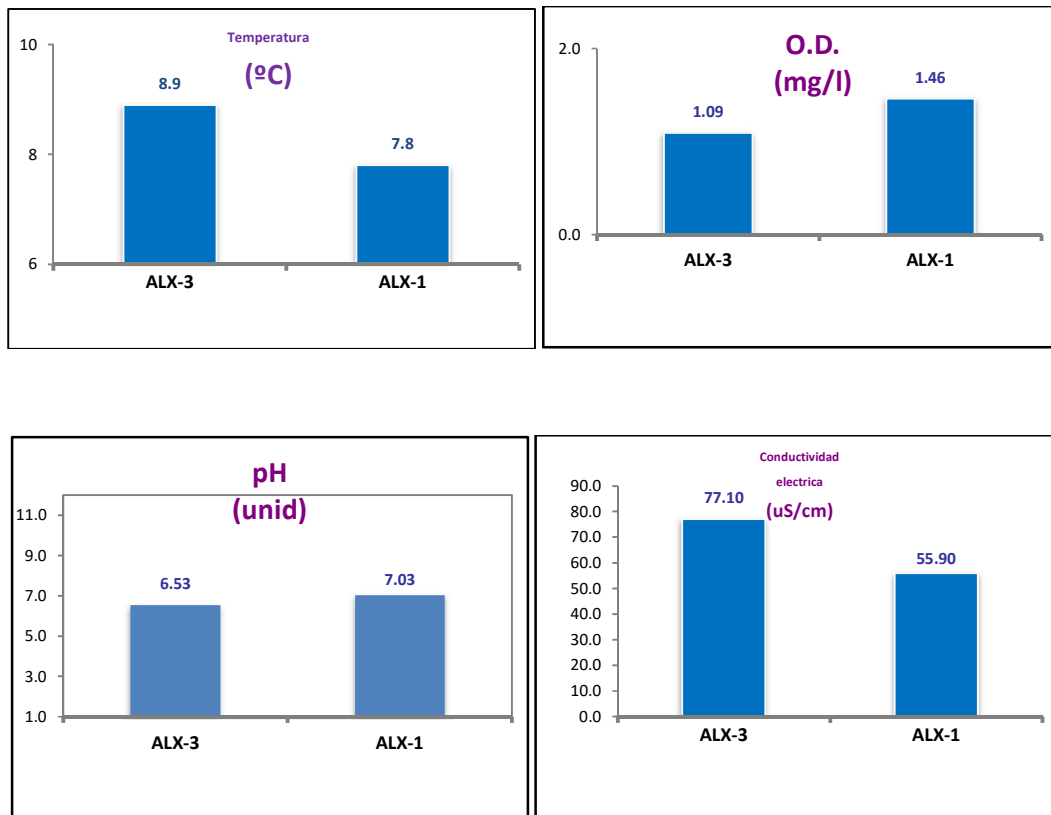


Figura 31. Resultados de los parámetros de campo Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH y Conductividad Eléctrica de las estaciones de monitoreo de calidad de agua subterráneas de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

En la actualidad no se dispone de un estándar de calidad de aguas subterráneas en el Perú, solo se tiene una propuesta de norma.

Como se observa en la figura 31, la temperatura es baja en los dos puntos de monitoreo por estaciones ubicadas en zonas altas y encontrarse aisladas de la influencia solar. En el caso del oxígeno disuelto al estar aislada de la influencia del aire, el contenido de oxígeno es bajo en las aguas de pozo, los valores del pH se encuentran dentro del rango de 6.5 a 8.5 sugerido por los ECA de agua superficial y propuesta de norma de agua subterránea. Los valores de conductividad en el agua de pozo es bajo al compararlo con los valores sugerido por los ECA de agua superficial y la propuesta de norma de agua subterránea no dispone de valor para este parámetro.

Aniones

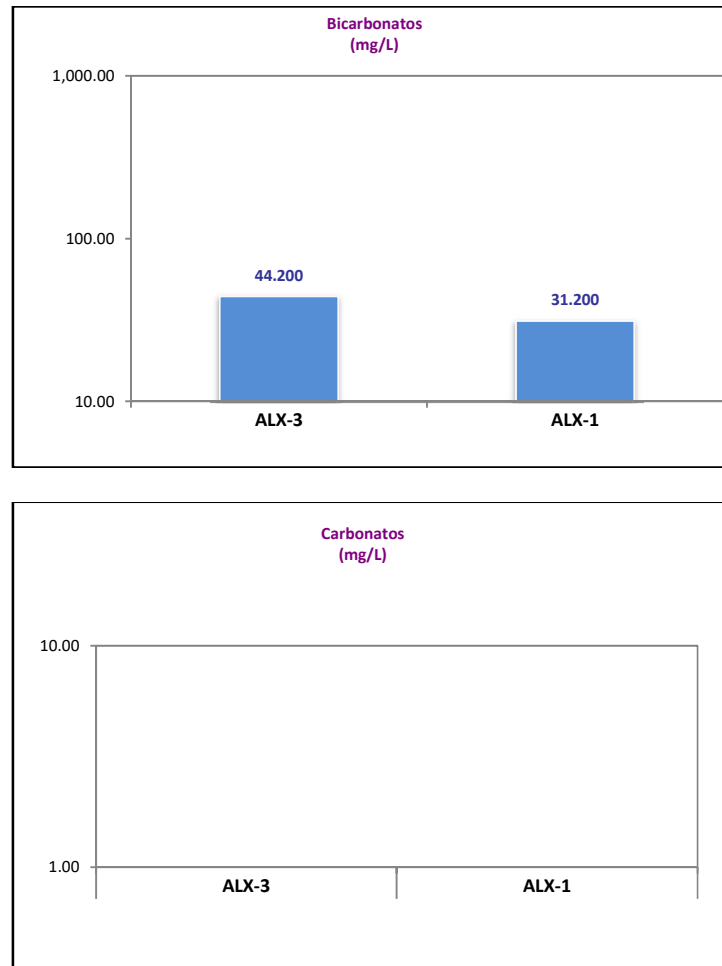


Figura 32. Resultados de los aniones bicarbonato y carbonato de las estaciones de monitoreo de calidad de agua subterráneas de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

Como se observa en la figura 32, la presencia de bicarbonato es pequeña en el agua de pozo y esta amortigua el pH del agua manteniéndolo dentro del rango establecido por el ECA-Agua Categoría 3 y la propuesta de norma para aguas subterráneas. No se observa presencia de carbonatos en el agua de pozo de las estaciones ALX-3 y ALX-1, esto se relaciona adecuadamente con los valores de pH menores a 8.

Metales

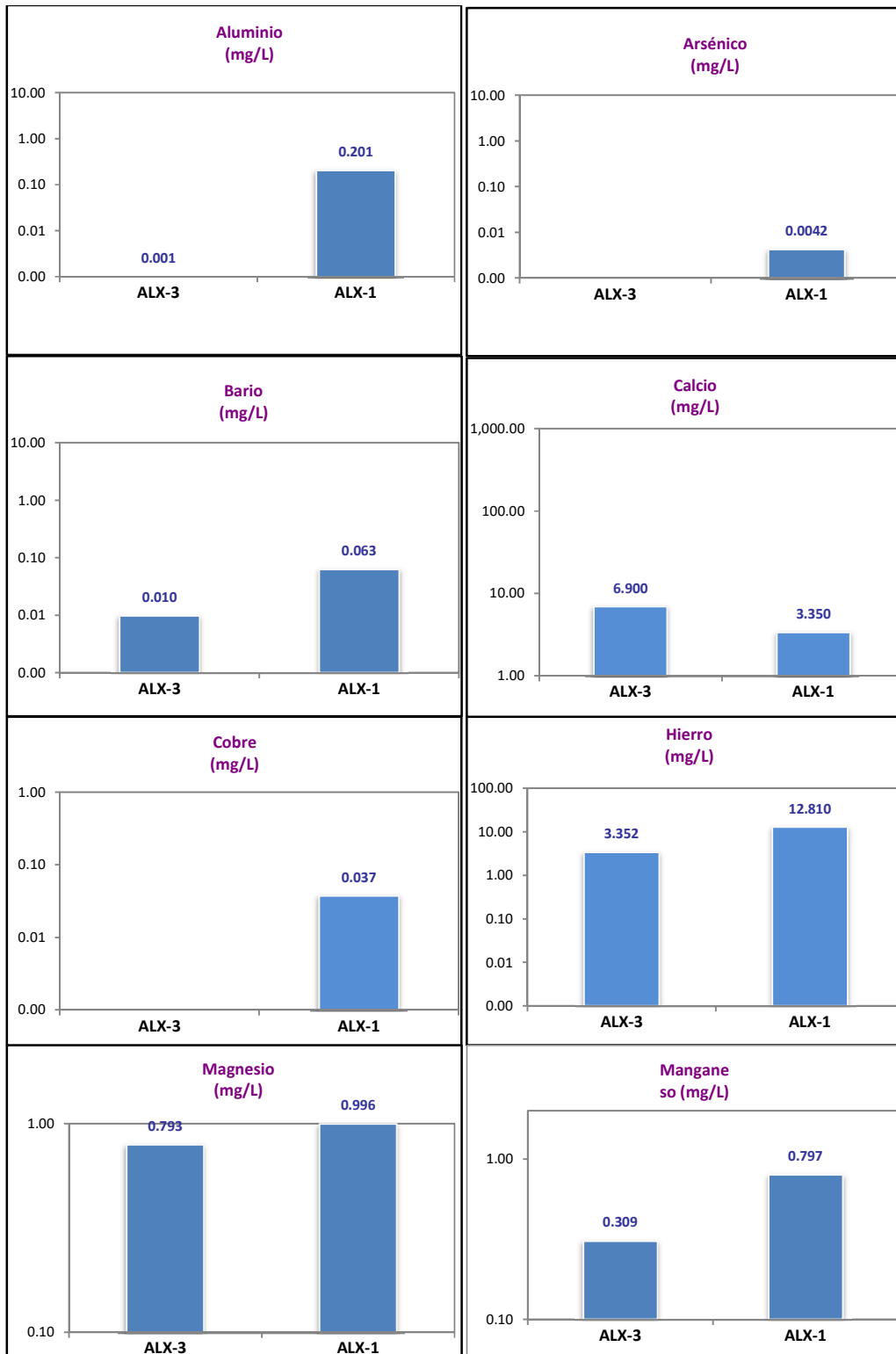


Figura 33. Resultados de Al, As, Ba, Ca, Cu, Fe, Mg y Mn de las estaciones de monitoreo de calidad de agua subterráneas de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

Como se observa en la figura 33, el contenido de Aluminio, Arsénico, Bario, Calcio y Magnesio en los pozos ALX-3 y ALX-1 no exceden lo establecido por ECA-Agua Categoría 3 o la propuesta de norma. En el caso del Hierro y el Manganeseo son elevados, lo que indica presencia de estos elementos en el suelo.

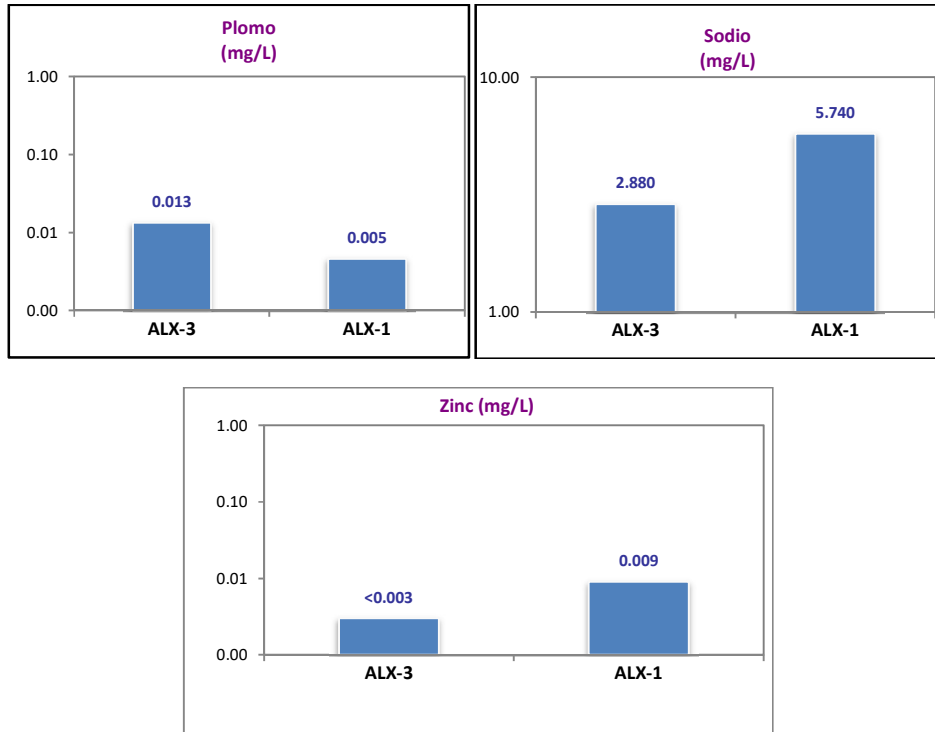


Figura 33. Resultados de Pb, Na y Zn de las estaciones de monitoreo de calidad de agua subterráneas de la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea - Diciembre 2013 del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP)

En la figura 33. se observa que el Plomo, Sodio y Zinc no exceden los valores del ECA-Agua Categoría 3 o la propuesta de norma para aguas subterránea.

7.2 Validación de la Línea Base Ambiental

La validación de la línea base del Proyecto Quellaveco componente agua superficial (época seca), se realizó por comparación de los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental participativo desarrollado en diciembre del 2013, con los resultados de la Línea Base del proyecto y los resultados de los monitoreos permanentes desarrollado por Angloamerica. La validación se ajusta a los resultados de la estación seca.

Tabla 7. Fechas de monitoreo realizados en épocas de lluvia por estación

Estación de Monitoreo	Fechas de monitoreo en época de lluvia	Caudal L/s	Valor del test de grubbs
AS-1	26-mar-07	NR	Época de lluvia según EIA
	19-feb-11	1748.0	2.057
	10-ene-12	2099.8	2.715
	5-mar-12	2046.0	2.614
	5-mar-13	2186.3	2.876
ALT-4	26-mar-07	NR	Época de lluvia según EIA
	9-mar-12	770.3	1.524
	5-mar-13	1644.8	4.648
P-11	5-mar-13	9014.8	5.248
P-1	20-feb-11	458.0	1.646
	10-ene-12	641.9	2.678
	5-mar-12	483.9	1.791
	5-mar-13	751.5	3.292
P-10	11-feb-12	165.16	4.266
	6-mar-13	104.10	2.403
P-12	20-feb-11	3215.0	2.022
	11-ene-12	4380.5	3.235
	11-mar-12	4075.0	2.917
	18-abr-12	2580.0	1.361
	04-mar-13	2799.0	1.590
AS-3	Feb-1999	NR	época de lluvia por observación
	17-feb-11	2081	1.818
	11-mar-12	1865	1.449
	19-abr-12	2170	1.971
	04.mar-13	3379	4.038
CH-3	29-mar-07	NR	Época de lluvia según EIA
	13-feb-13	5968.1	5.362
CAP-1	05-ene-12	1265.65	3.051
	11-ene-13	1597.5	3.967
CAP-2	05-ene-12	1330.01	4.504
	06-feb-12	599.58	1.792
	06-mar-12	510.8	1.462

Fuente: Elaboración Propia –PRONATURALEZA (Enero 2014)

NR: No registrado en la época del monitoreo

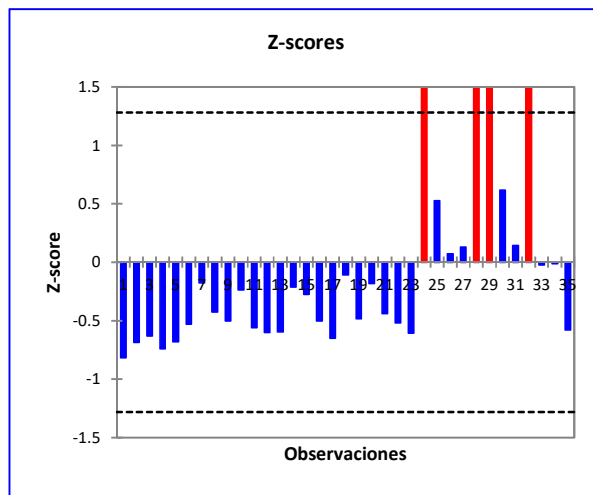
7.2.1 Determinación de caudales en época seca: Test de Grubbs

En la tabla 7, se tiene los resultados de la determinación de caudales atípicos ($1.282 < z$) correspondiente a la estación de lluvia en el lugar de estudio.

La determinación de caudales en época seca para los datos del 2010 al 2013 se realizó discriminando los valores de caudales de los meses consideramos época de lluvia, aplicando el test de Grubbs, para eliminar valores atípicos (meses de altos caudal). En los monitoreos realizados en el 2007, se tomó el monitoreo en época seca del 26 de Julio. Para el caso del monitoreo de 1994 a 1999, se observó el valor de los sólidos totales en suspensión para eliminar las épocas de lluvia.

Figura 34. Aplicación del Tets de Grubbs para los caudales de la estación AS-1

Fecha	Valor	Z-score
1994-1997	NR	ACEPTADO
26-jul-07	NR	ACEPTADO
18-ago-10	211.000	-0.815
22-sep-10	280.000	-0.686
26-oct-10	311.000	-0.628
17-nov-10	251.000	-0.740
14-dic-10	284.000	-0.679
18-ene-11	364.000	-0.529
11-jun-11	553.000	-0.176
09-jul-11	419.000	-0.426
04-ago-11	379.250	-0.501
05-sep-11	521.180	-0.235
05-oct-11	348.160	-0.559
04-nov-11	325.260	-0.602
05-dic-11	328.230	-0.596
19-abr-12	534.000	-0.211
06-jul-12	501.000	-0.273
09-ago-12	380.000	-0.499
03-sep-12	300.000	-0.649
11-ene-13	589.875	-0.107
15-feb-13	388.792	-0.483
03-jun-13	550.300	-0.181
10-jul-13	412.800	-0.438
01-ago-13	370.000	-0.518
03-sep-13	322.800	-0.606
19-feb-11	1748.000	2.957
19-mar-11	929.000	0.527
12-abr-11	686.000	0.073
12-may-11	716.000	0.129
10-ene-12	2099.530	2.715
05-mar-12	2046.900	2.614
02-may-12	977.000	0.616
02-jun-12	723.200	0.142
05-mar-13	2186.300	2.878
17-abr-13	635.200	-0.022
13-may-13	641.800	-0.010
03-dic-13	337.614	-0.578

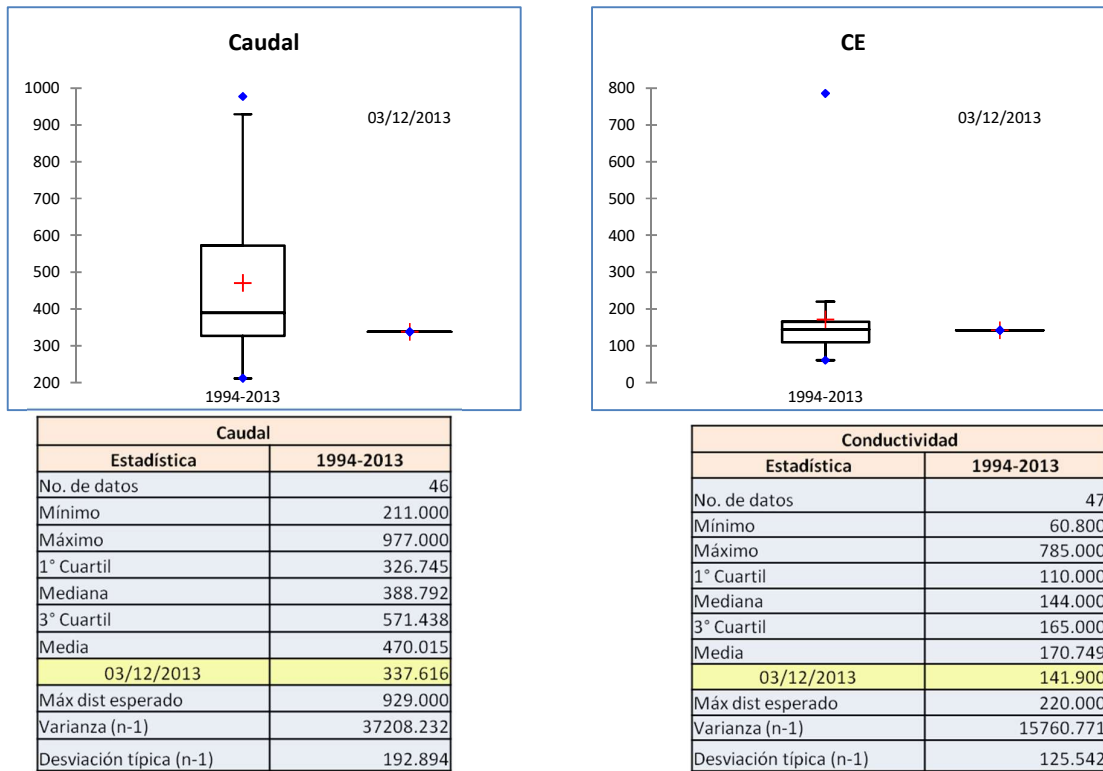


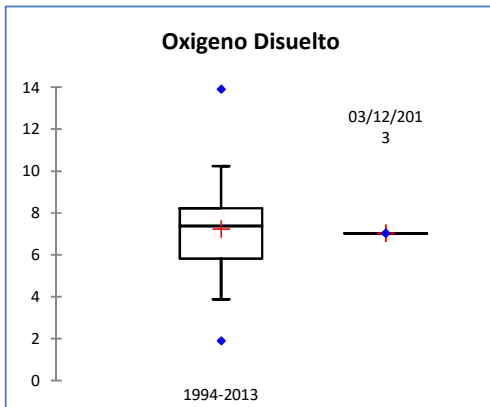
NR.: No registra datos para las fechas indicadas

7.2.2 Inclusión del Monitoreo en el Record histórico línea base: Diagramas de Cajas y Bigotes

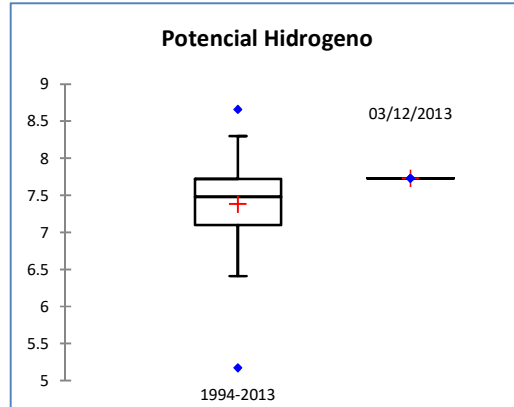
Al comparar la distribución de los resultados de la línea base con los resultados obtenidos por el monitoreo ambiental participativo del mes de diciembre, ver anexos de cada estación, se tiene que los resultados están dentro de lo que se espera, como se observa en el ejemplo de los diagramas de cajas y bigotes de cada parámetro para la estación AS-1:

Figura 35. Diagramas de Cajas y Bigotes de la Estación AS-1.

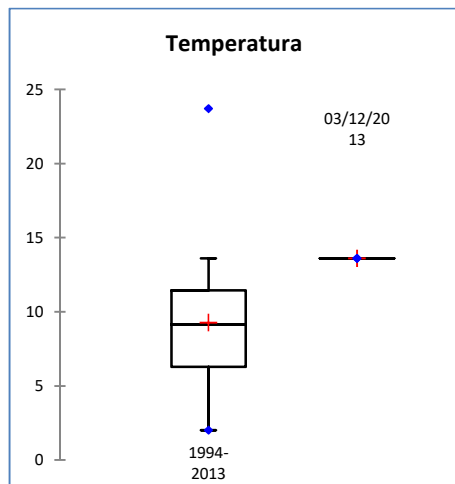




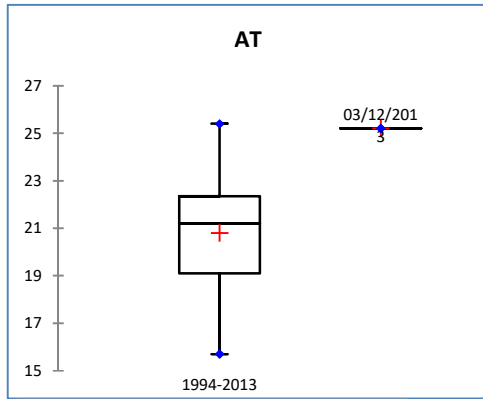
OD	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	1.900
Máximo	13.900
1° Cuartil	5.825
Mediana	7.370
3° Cuartil	8.223
Media	7.235
03/12/2013	7.030
Máx dist esperado	10.230
Varianza (n-1)	5.063
Desviación típica (n-1)	2.250



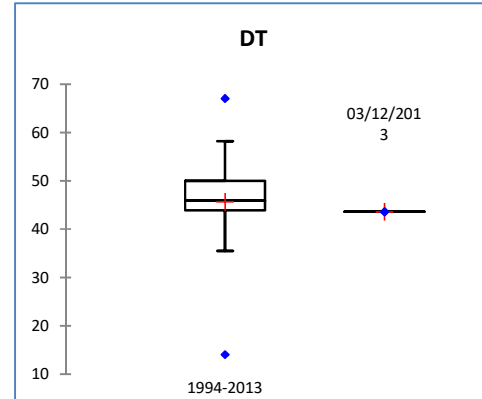
pH	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	5.170
Máximo	8.660
1° Cuartil	7.100
Mediana	7.480
3° Cuartil	7.720
Media	7.382
03/12/2013	7.730
Máx dist esperado	8.300
Varianza (n-1)	0.331
Desviación típica (n-1)	0.575



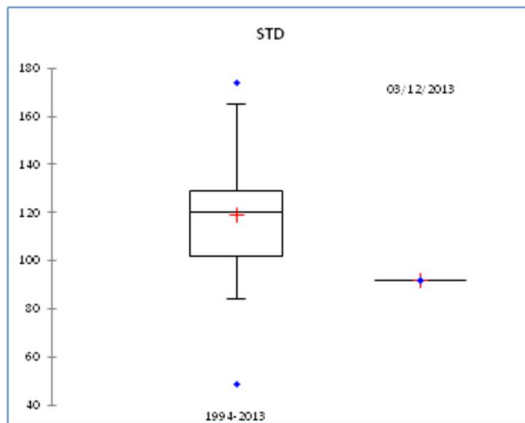
Temperatura	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	2.000
Máximo	23.700
1° Cuartil	6.280
Mediana	9.150
3° Cuartil	11.450
Media	9.272
03/12/2013	13.600
Máx dist esperado	13.600
Varianza (n-1)	16.247
Desviación típica (n-1)	4.031



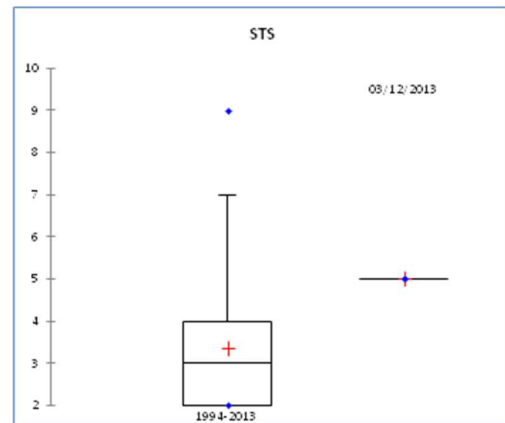
Alcalinidad Total	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	15.700
Máximo	25.400
1° Cuartil	19.100
Mediana	21.200
3° Cuartil	22.350
Media	20.803
03/12/2013	25.200
Máx dist esperado	25.399
Varianza (n-1)	6.866
Desviación típica (n-1)	2.620



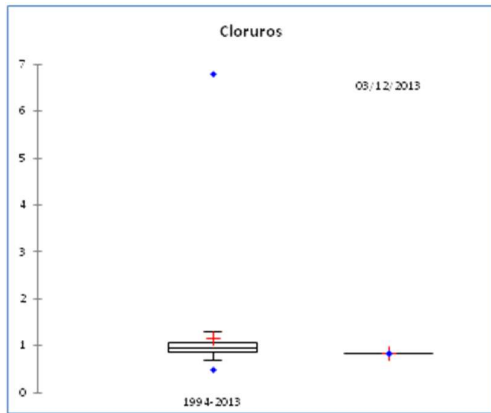
Dureza Total	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	14.000
Máximo	67.000
1° Cuartil	43.900
Mediana	45.900
3° Cuartil	50.000
Media	45.632
03/12/2013	43.600
Máx dist esperado	58.200
Varianza (n-1)	66.857
Desviación típica (n-1)	8.177



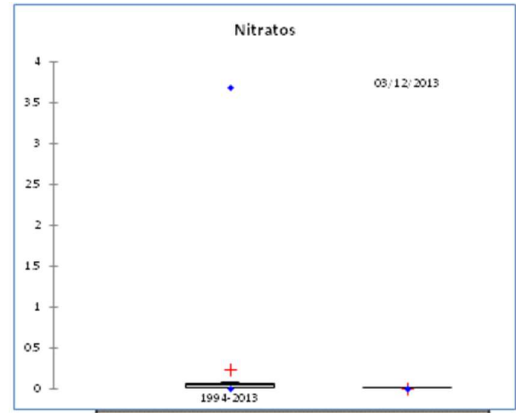
Solidos Totales Disueltas	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	49.000
Máximo	174.000
1° Cuartil	102.000
Mediana	120.000
3° Cuartil	129.000
Media	119.356
03/12/2013	92.000
Máx dist esperado	165.000
Varianza (n-1)	615.189
Desviación típica (n-1)	24.803



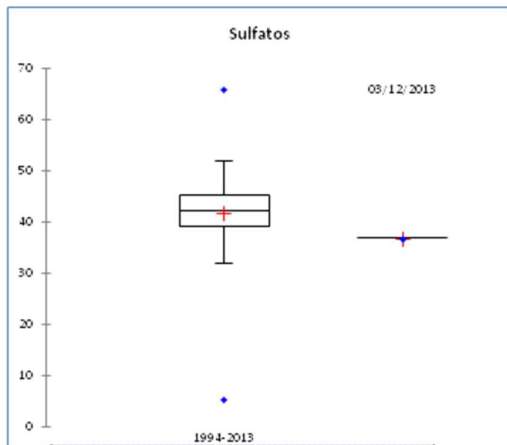
Solidos Totales Suspendidos	
Estadística	1994-2013
No. De datos	47
Mínimo	2.000
Máximo	9.000
1° Cuartil	2.000
Mediana	3.000
3° Cuartil	4.000
Media	3.353
03/12/2013	5.000
Máx dist esperado	7.000
Varianza (n-1)	3.144
Desviación típica (n-1)	1.773



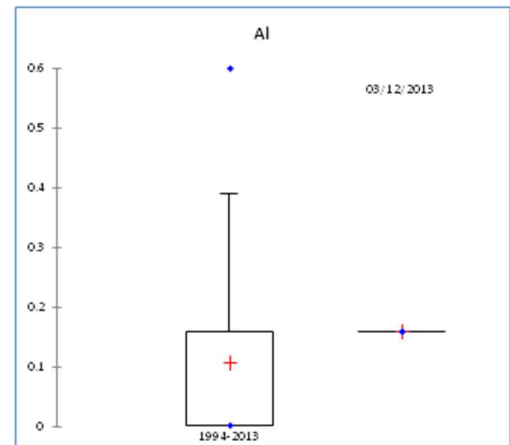
Cloruros	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.500
Máximo	6.800
1° Cuartil	0.856
Mediana	0.947
3° Cuartil	1.069
Media	1.164
03/12/2013	0.827
Máx dist esperado	1.164
Varianza (n-1)	0.890
Desviación típica (n-1)	0.943



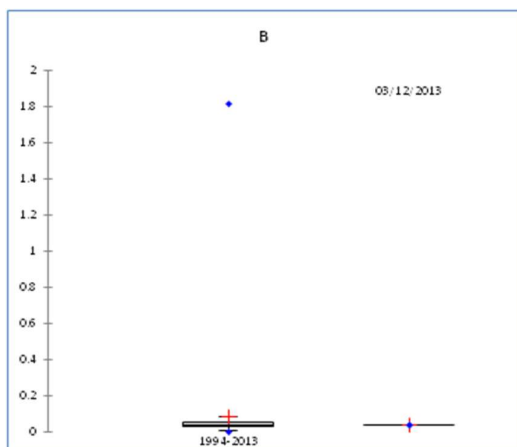
Nitratos	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.003
Máximo	3.700
1° Cuartil	0.006
Mediana	0.044
3° Cuartil	0.068
Media	0.241
03/12/2013	0.004
Máx dist esperado	0.080
Varianza (n-1)	0.435
Desviación típica (n-1)	0.660



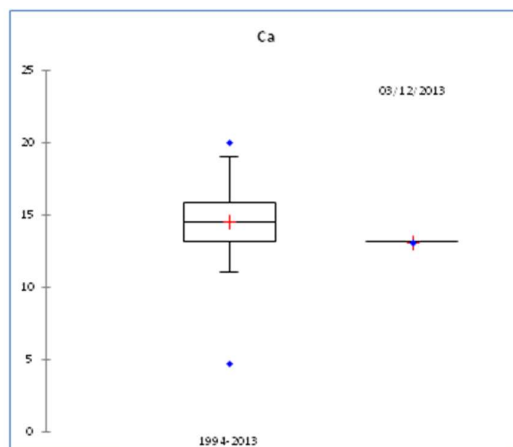
Sulfatos	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	5.394
Máximo	65.700
1° Cuartil	39.000
Mediana	42.100
3° Cuartil	45.105
Media	41.742
03/12/2013	36.820
Máx dist esperado	52.000
Varianza (n-1)	58.497
Desviación típica (n-1)	7.648



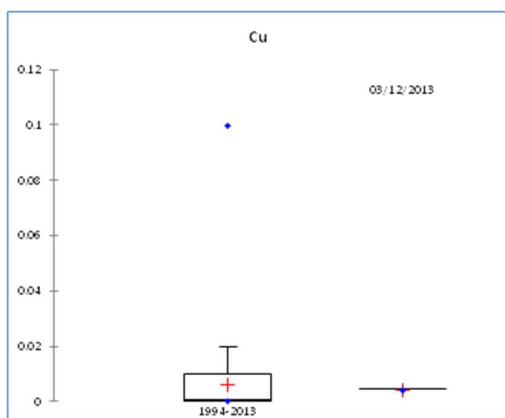
Aluminio	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.001
Máximo	0.600
1° Cuartil	0.001
Mediana	0.001
3° Cuartil	0.159
Media	0.106
03/12/2013	0.159
Máx dist esperado	0.390
Varianza (n-1)	0.031
Desviación típica (n-1)	0.175



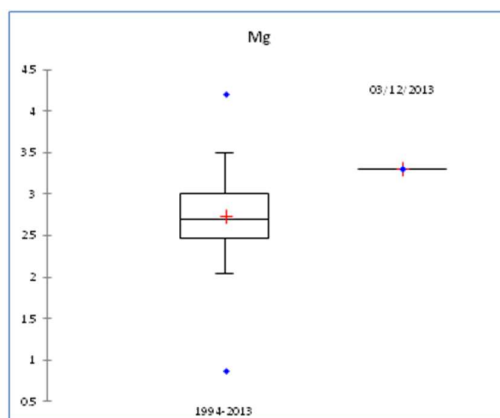
Boro	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.000
Máximo	1.817
1° Cuartil	0.029
Mediana	0.036
3° Cuartil	0.050
Media	0.080
03/12/2013	0.038
Máx dist esperado	0.080
Varianza (n-1)	0.069
Desviación típica (n-1)	0.263



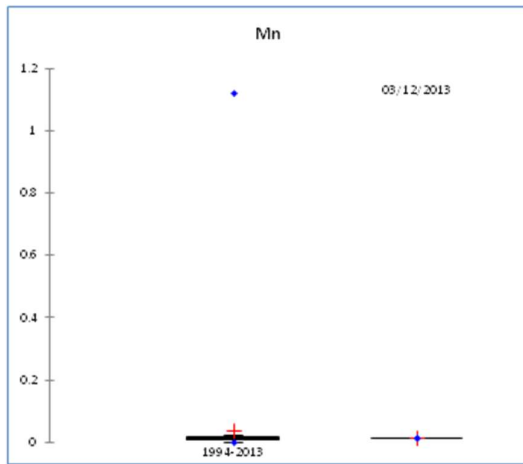
Calcio	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	4.670
Máximo	20.000
1° Cuartil	13.170
Mediana	14.490
3° Cuartil	15.840
Media	14.550
03/12/2013	13.100
Máx dist esperado	19.020
Varianza (n-1)	6.164
Desviación típica (n-1)	2.483



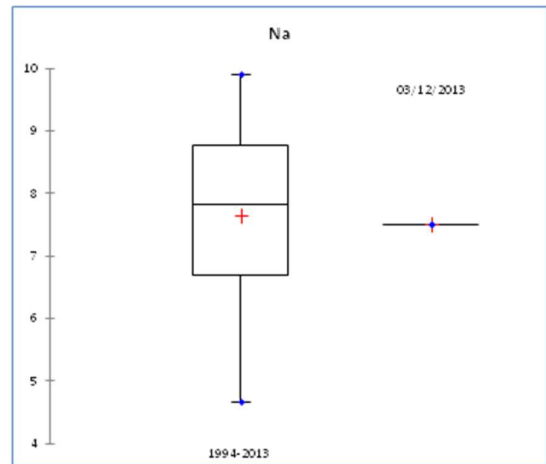
Cobre	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.000
Máximo	0.100
1° Cuartil	0.000
Mediana	0.001
3° Cuartil	0.010
Media	0.006
03/12/2013	0.005
Máx dist esperado	0.020
Varianza (n-1)	0.000
Desviación típica (n-1)	0.016



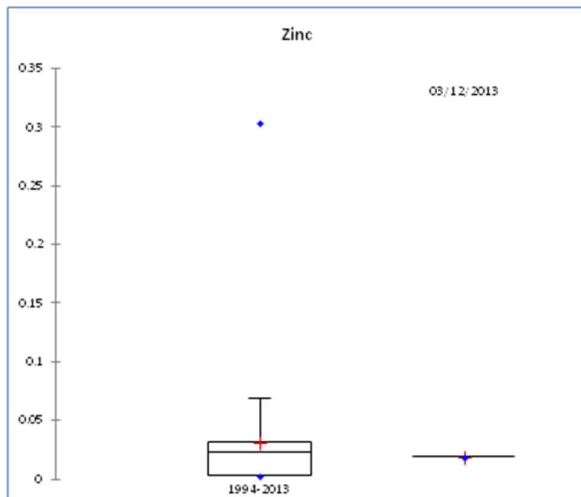
Magnesio	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.870
Máximo	4.200
1° Cuartil	2.468
Mediana	2.700
3° Cuartil	3.000
Media	2.738
03/12/2013	3.299
Máx dist esperado	3.500
Varianza (n-1)	0.257
Desviación típica (n-1)	0.507



Manganeso	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	0.000
Máximo	1.120
1° Cuartil	0.010
Mediana	0.013
3° Cuartil	0.018
Media	0.039
03/12/2013	0.013
Máx dist esperado	0.039
Varianza (n-1)	0.026
Desviación típica (n-1)	0.161



Sodio	
Estadística	1994-2013
No. de datos	47
Mínimo	4.670
Máximo	9.900
1° Cuartil	6.695
Mediana	7.830
3° Cuartil	8.760
Media	7.650
03/12/2013	7.510
Máx dist esperado	9.900
Varianza (n-1)	1.658
Desviación típica (n-1)	1.288



Zn	
Statistic	1994-2013
No. De datos	41
Minimum	0.003
Maximum	0.304
1st Quartile	0.003
Median	0.023
3rd Quartile	0.032
03/12/2013	0.019
máx dist esperada	0.069
Mean	0.031
Variance (n-1)	0.003
Standard deviation (n-1)	0.052

Tabla 8. Resultados de la comparación entre la línea base y los resultados obtenidos por el monitoreo ambiental Participativo

Estación de Monitoreo	Periodo de Evaluación	N° de monitoreos considerados	Parámetros sugeridos por el ECA Cat 3, diciembre 2013				
			Monitoreados	No Detectados	Detectados sin información	Detectados con información	fuera de la distribución esperada
AS-1	1994-2013	46	40	19	5	16	0
ALT-4	1994-2013	45	40	22	4	14	0
P-11	2010-2013	37	40	23	4	13	0
P-1	1994-2013	41	40	19	5	16	0
P-10	1994-2013	42	40	23	3	14	0
P-12	2010-2013	32	40	17	3	20	0
AS-3	1999-2013	39	40	21	5	14	0
CH-3	2007-2013	34	40	23	4	13	0
CAP-1	1999-2013	37	40	22	5	13	0
CAP-2	1999-2013	31	40	19	6	15	0

Fuente: Elaboración Propia –PRONATURALEZA (Enero 2014)

En la tabla 8 se observa que los resultados obtenidos en el programa de monitoreo ambiental participativo están dentro de la distribución esperada para la calidad de agua de la estación respectiva. No se tiene ningún parámetro como resultado extraño fuera de lo esperado.

8.0 CONCLUSIONES

- ✓ Al Interpretar los resultados obtenidos en la primera campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea diciembre 2013 se observa que las estaciones de monitoreo de la parte alta de la cuenca tiene diferente calidad a las estaciones de la parte baja
- ✓ La estación P-1, quebrada Millune se caracteriza naturalmente por los bajos valores de pH provocado por la influencia del Aluminio y Manganeseo en el agua, así como la ausencia de alcalinidad total que impide el amortiguamiento del pH.
- ✓ La estación CAP-2, ubicado en el río Capillune está fuertemente influenciado por una composición mineral de zonas aledañas del poblado Calientes, se caracteriza por tener grandes cantidades de Sólidos Disueltos Totales que está formado por sodio, calcio, cloruros, sulfatos entre otros.
- ✓ El agua del río Capillune en la estación de monitoreo CAP-2, supera los valores establecidos por el ECA Agua Categoría 3, para los Fluoruros, esto se debe a la influencia de actividad de aguas termales cerca del poblado Calientes.
- ✓ La estación de monitoreo AS-5, presenta dificultades de acceso, debe tomarse acciones para lograr alcanzar el manantial que se desea monitorear. Los resultados de esta estación deben ser tomados como referenciales ya que no se tomó en el manantial.
- ✓ En general casi todas las estaciones presentan aguas que cumplen con lo establecido por el ECA Agua Categoría 3, excepto P-1, CAP-2 y AS-5 que tienen particularidades ya explicadas.
- ✓ Al utilizar el test de grubbs se puede identificar los meses de época seca y de lluvia en los monitoreos históricos, esto nos permitió hacer un análisis de la validación de la línea base con el diagrama de cajas y bigotes.
- ✓ La comparación de los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo ambiental participativo diciembre del 2013 (época seca), con la información procesada de la línea base ambiental, monitoreada desde 1994 hasta 2013, evidencio que los valores obtenidos en la campaña diciembre 2013, de los parámetros sugeridos por el ECA categoría 3 (RJ 182-2011-ANA) monitoreados para todas las estaciones, están dentro de la distribución normal esperada.
- ✓ La línea de base ambiental del componente agua superficial se ha validado. Tomando como referencia los datos correspondientes a los diferentes monitores realizados en el periodo 1994-2013, incluyendo los datos del EIA.

9.0 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los acuerdos de la Mesa de Diálogo con Anglo American Quellaveco aprobar la validación de la línea base ambiental del recurso agua del periodo 1994-2013, en base al análisis y a la aplicación de la metodología de validación utilizada. Tomando como referencia los resultados del primer monitoreo ambiental participativo diciembre 2013.

10.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Domenech, J. M. (1985). Métodos estadísticos: modelo lineal de regresión. Barcelona.
- Tetzaguic C. (2003). Sistematización de la información de calidad del agua del lago de amatitlán con parámetros que determinan su contaminación secuencial. Guatemala.
- Flores J. S. (1997). Evaluación de la Calidad del Agua del Río San Juan, en el Estado de Nuevo León. Tesis de Maestría Universidad Autónoma de Nuevo León México.
- Díaz L. A. (2010). Estudio Comparativo de Índices de Calidad del Agua mediante la Aplicación y evaluación de un modelo armonizado en Latinoamérica, Caso de estudio río Loa. Tesis de Maestría Universidad Católica del Norte Chile.
- García H. O. (2002) Cuantificación de la calidad del agua del río Villalobos en época seca y lluviosa en un período de 24 horas 2 veces al mes en un punto previo a la entrada al lago de Amatitlán. Estudio especial, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria -ERIS-, Universidad San Carlos, Facultad de ingeniería, Guatemala.
- Kim A. G. y Cardone C. R. (2005). Scatterscore: A Reconnaissance Method to Evaluate Changes in Water Quality. Environ. Monit. Assess. 111, 277-295.

ANEXOS