



23 DE MARZO DE 2021

INFORME: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN
LA ZONA DEL PROYECTO MINERO LOMA LARGA ENTRE
LOS MESES OCTUBRE 2020-FEBRERO 2021 EN
RELACIÓN A AQUELLAS DESCRITAS EN LA LÍNEA BASE
DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Equipo consultor:

Ing. Patricio Crespo Sánchez PhD.

Ing. Irene Cárdenas Moreno MSc

Ing. Juan Pesántez Vallejo MSc

Ing. Verónica Guamán Chalco



1. Introducción

En el año 2020 la empresa minera “INV minerales Ecuador S.A.” estableció la línea base del proyecto minero “Loma Larga” (PMLL) para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto. Dentro de esta línea base se hizo un análisis de la calidad de agua de la zona de influencia directa del proyecto. Esta línea base cubrió un período de monitoreo de 12 años (entre los años 2008 y 2020), con muestras mensuales, trimestrales y semestrales dependiendo de la variabilidad espacial de la calidad de agua y de las exigencias del ente de control, en este caso Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE). Período durante el cual se llevó a cabo la fase de exploración del proyecto.

Dentro de las conclusiones de la línea base en el EIA las principales fueron: (i) se cubrieron todas las condiciones de caudal en todos los puntos de monitoreo, (ii) los valores de las concentraciones fueron similares en todos los puntos de monitoreo, a excepción de MAP y JOR en la unidad hidrográfica de Alumbre donde el pH fue significativamente menor, además, los sulfatos, la conductividad eléctrica y la mayoría de cationes fueron mayores, (iii) varios de los parámetros presentaron concentraciones observadas fuera de los rangos normados en los CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1. Los parámetros: pH, oxígeno disuelto, turbiedad, coliformes fecales, DBO, DQO, hidrocarburos totales de petróleo, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn presentan concentraciones fuera de los límites de los CCA de las Tablas 1, 2, 2a y 3 del A.M. 097-A, Anexo 1. Mientras que los parámetros materia flotante, amoníaco, cianuro total, cloro residual, nitratos, nitritos, sulfatos, fluoruro, flúor, fenoles monohídricos, aceites y grasas, tensoactivos, Ag, B, Ba, Be, Co, Cr, Hg, Li, Mo, Ni, Se, Sn y V estuvieron dentro de los límites de CCA en todos los puntos de monitoreo.

Durante la elaboración del EIA además se definieron los puntos de monitoreo que serán tomados en consideración durante el resto del proyecto en sus diferentes fases. Es importante mencionar que estos puntos son aquellos ríos y quebradas que están conectados directa o indirectamente a la zona de emplazamiento del proyecto. Considerando todo lo dicho y además que las áreas de Páramo son consideradas proveedoras de agua para la población andina, teniendo influencias importantes en la economía de la misma (Feyen et al., 2015), la empresa minera “INV Minerales Ecuador S.A.” como parte de la responsabilidad socio-ambiental ha realizado un monitoreo de mayor resolución durante los meses octubre 2020 – febrero 2021, en dos laboratorios acreditados: CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. y ANAVANLAB CIA.LTDA.

Con los resultados de los análisis, en este informe se evaluará la variabilidad de la calidad del agua durante parte de la época del año como invierno y verano, adicionalmente si las concentraciones de los parámetros que representan calidad de agua de la zona durante el periodo de evaluación invierno y verano del período de análisis están dentro de los rangos establecidos en el informe de línea base para el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Minero Loma Larga bajo régimen de Gran Minería para las fases de Explotación y Beneficio (de aquí en adelante se denominará EIA) o presentan alguna anomalía que lleve a una caracterización más profunda para algunos puntos de monitoreo.

2. Metodología

2.1. Puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo de este informe son aquellos identificados y caracterizados en la línea base de calidad de agua superficial del proyecto minero Loma Larga (PMLL) para el EIA, los mismos representan un amplio rango espacial y temporal (Ver Tabla 1; Figura 2). En las características mostradas en la tabla se especifica si estos puntos pertenecen a ecosistema de Páramo herbáceo (denominado a continuación Páramo) o ecosistema de bosque montano, con la finalidad de identificar puntos con distintas características debido al cambio de ecosistemas (por ejemplo, mayor cantidad de sedimentos en suspensión debido a la mayor erosión).

Para la selección de estos puntos de monitoreo se tomaron en cuenta criterios técnicos con el fin de cubrir las recomendaciones del Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador en base a la “Guía para elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA)”.

- > En primer lugar, (1) en función al uso del agua, cuatro puntos de uso consuntivo fueron identificados dentro del área de influencia directa del PMLL es la captación de agua para canal de riego de San Gerardo (código: MAR), la captación y canal de riego Cristal-Alumbre y Alumbre San Martín (códigos: MACCP, JOR y MAP), el canal para riego Gualay (códigos: B1, B2, B3) y la captación para agua de consumo humano y abrevaderos de animales (código: MA3) y en segundo lugar, (2) se tomó en cuenta puntos de monitoreo en la cabecera de las cuencas hidrográficas permanentes y a la salida de las concesiones del proyecto.
- > Segundo, con la finalidad de establecer una línea base clara de la zona del proyecto se tomaron en cuenta aquellos puntos ubicados en las cercanías o cuerpos de agua vecinos que puedan representar la dinámica real de la calidad de agua actual de la zona en general que están fuera del área de influencia directa y del área de operación pero que pertenecen a la zona de estudio.
- > Tercero, los puntos han sido seleccionados en función de las futuras intervenciones en las etapas de construcción, operación y mantenimiento y cierre del PMLL. Por ejemplo, en la Figura 2 se observa como los puntos B1, B2, B3, MA2, MA4, MAP y TAS en general cubren los afluentes que están a la salida o cerca de la salida de todas las concesiones mineras. Otro ejemplo son las zonas de potenciales obras (relavera, planta de tratamiento, canal de conducción de aguas, vías, desfogue de aguas post-tratamiento, etc.) con los puntos MAR, MAK, MACHT, MA1, QUIV, MA2, MACCP, B1, B2, B3, MA7 y JOR (Ver Figura 2). Además de lo anterior, es importante recalcar el hecho de que en la zona no existen actividades productivas hasta la fecha, a excepción de pastoreo extensivo esporádico en las áreas de terrenos comunales, aspecto que fue tomado en cuenta para la ubicación de los puntos (MAZHA, MAZH y TAS).

Tabla 1. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Aguas Superficiales

Código	Cuerpo de agua	Fecha (periodos)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur		Elevación (m s.n.m.)	Unidad hidrográfica	Ancho (m)	Profundidad* (m)	Ecosistema
			Este (m)	Norte (m)					
MACCP	Quebrada Alumbre	2012-2014; 2017-2021	697896.47	9660131.16	3748	Alumbre	0.17	NA	Páramo
MA7	Quebrada S/N	2012-2021	698072.46	9658723.15	3589		2.00	NA	Páramo
JOR	Quebrada Alumbre	2008-2012; 2020-2021	698193.45	9658579.15	3570		1.40	NA	Páramo
MAP	Quebrada Alumbre	2008-2012; 2017-2018; 2020-2021	698399.44	9656848.15	3279		1.15	NA	Bosque Montano
B1	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Bermejios)	2020-2021	697175	9663183	3788	Bermejios	0.55	NA	Páramo
B2	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Bermejios)	2020-2021	697179	9663301	3786		0.25	NA	Páramo
B3	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Bermejios)	2020-2021	697246	9663456	3789		0.35	NA	Páramo
MAZHA	Quebrada S/N	2017-2018; 2020-2021	696257.46	9659545.17	3658	Cristal	2.50	NA	Páramo
MAZH	Quebrada S/N	2017-2018; 2020-2021	696425.46	9659307.17	3650		0.40	NA	Páramo
TAS	Río Cristal	2008-2011; 2020-2021	696134.45	9658271.17	3493		1.70	NA	Páramo
MAR	Quebrada S/N	2017-2018; 2020-2021	697756.48	9662205.15	3776	Rumiguaycu	0.40	NA	Páramo
MAK	Quebrada S/N	2011-2014; 2020-2021	698910.47	9661462.15	3665		0.23	NA	Páramo
MA3	Quebrada Rumiguaycu	2008-2012; 2015-2021	698997.47	9661003.15	3597		1.20	NA	Páramo
MA4	Quebrada Rumiguaycu	2015-2020	699664.47	9660625.14	3552		1.80	NA	Páramo
MAQA	Quebrada S/N	2017-2018; 2020-2021	698854.49	9664158.15	3652	Quinuahuaycu	0.85	NA	Páramo
MAHT	Quebrada S/N	2008-2014; 2017-2018; 2020-2021	698399.49	9663551.15	3730		0.60	NA	Páramo
MA1.1	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020-2021	698869	9663314	3621		0.40	NA	Páramo

Código	Cuerpo de agua	Fecha (periodos)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur		Elevación (m s.n.m.)	Unidad hidrográfica	Ancho (m)	Profundidad* (m)	Ecosistema
			Este (m)	Norte (m)					
MA1.2	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020-2021	698854	9663427	3621		0.10	NA	Páramo
MA1.3	Quebrada S/N (afluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020-2021	699105	9663070	3588		0.60	NA	Páramo
MA1	Quebrada Quinuahuaycu	2011-2021	698885.49	9663551.15	3628		0.50	NA	Páramo
QUIV	Quebrada Quinuahuaycu	2011-2014; 2020-2021	698970.49	9663266.15	3598		2.20	NA	Páramo
MA2	Quebrada Quinuahuaycu	2012-2021	699756.48	9662620.14	3543		1.90	NA	Páramo

- * Debido a que los puntos de monitoreo están ubicados en ríos de cabecera los cuales son angostos, poco profundos y con alta turbulencia la calidad del agua es homogénea en todo el cauce. Para la toma de la muestra en cuanto a profundidad se ubica la botella en contra corriente a la mitad de la profundidad del cauce.
- Producto de los cambios solicitados por el MAE en las distintas fases del monitoreo del PMLL los códigos de los puntos de monitoreo puede tener variación con el tiempo, el Anexo C.1.4.3 de la línea base el EIA del PMLL contiene una tabla donde se presentan los diferentes códigos usados para un mismo punto de monitoreo.
- Para fotografías de los puntos de monitoreo ver Figura 1.

Fuente: INV Minerales, Base de datos de calidad de agua, 2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.







Figura 1. Fotografías de los puntos de monitoreo de calidad de agua ubicadas dentro del área de estudio del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: INV Minerales, Base de datos de calidad de agua, 2020.

Elaboración: Juan Pesántez.

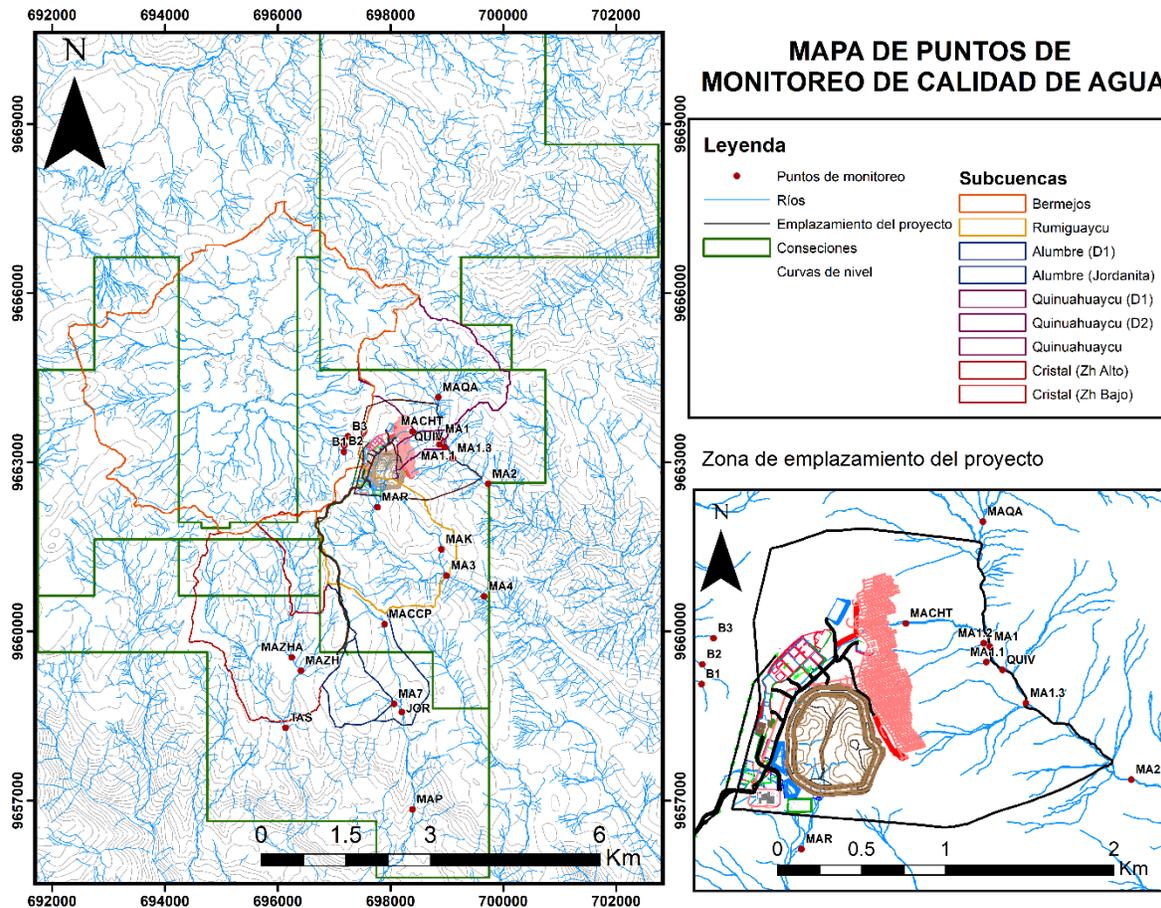


Figura 2. Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial

Fuente: INV Minerales, Base de datos de calidad de agua, 2020.

Elaboración: Juan Pesántez.

La frecuencia y el rango temporal de monitoreo de la información histórica de la línea base del EIA está de acuerdo con los requerimientos del Ministerio del Ambiente en los Planes de Manejo Ambiental y la Guía para elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA) del sector minero, la información histórica presentada pertenece a las distintas fases de exploración (Plan de manejo Ambiental y línea base abiótica). Los detalles de estos aspectos están en la Tabla 2. La tabla indica los períodos monitoreados en cada uno de los puntos y su frecuencia mismos que se encuentran descritos en detalle en el EIA. Estas muestras serán comparadas con muestras de los meses octubre y noviembre de 2020 y enero y febrero de 2021 para todos los puntos de monitoreo con el objetivo de confirmar si las concentraciones en diferentes épocas del año (p.e. invierno y verano) para todos los puntos de monitoreo están de acuerdo a las concentraciones y rangos de variación natural establecidas en la Línea base del EIA del PMLL.

Tabla 2. Frecuencia de monitoreo de calidad de agua superficial

Unidad hidrográfica	Código	Cuerpo de agua	Frecuencia de monitoreo según el período
Alumbre	MACCP	Quebrada Alumbre	2012/2014: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA7	Quebrada S/N	2012: semestral; 2017: bimensual; 2018: trimestral; 2019: semestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	JOR	Quebrada Alumbre	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2012: anual; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MAP	Quebrada Alumbre	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2012: anual; 2011: bimensual; 2012: cuatrimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
Bermejos	B1	Quebrada S/N (caldera)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	B2	Quebrada S/N (caldera)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	B3	Quebrada S/N (caldera)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
Cristal	MAZHA	Quebrada S/N	2017: semestral; 2018: cuatrimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MAZH	Quebrada S/N	2017: anual; 2018: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	TAS	Río Cristal	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
Rumiguaycu	MAR	Quebrada S/N	2017/2018: semestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos))
	MAK	Quebrada S/N	2011: anual; 2012: bimensual; 2013/2014: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA3	Quebrada Rumiguaycu	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2012: anual; 2015/2019: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA4	Quebrada Rumiguaycu	2015/2019: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
Quinuahuaycu	MAQA	Quebrada S/N	2017/2018: semestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MACHT	Quebrada S/N	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2012: bimensual; 2013/2014: trimestral; 2017: semestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA1.1	Quebrada S/N (efluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA1.2	Quebrada S/N (efluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA1.3	Quebrada S/N (efluente de la Quebrada Quinuahuaycu)	2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA1	Quebrada Quinuahuaycu	2011: anual; 2012: bimensual; 2013/2019: trimestral; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	QUIV	Quebrada Quinuahuaycu	2008/2009: mensual; 2010: bimensual; 2011: cuatrimestral; 2012: anual; 2020 (3 monitoreos); 2021(2 monitoreos)
	MA2	Quebrada Quinuahuaycu	2012: cuatrimestral; 2013/2019: trimestral; 2020 (un monitoreo); 2021(2 monitoreos)

Fuente: INV Minerales, Base de datos de calidad de agua, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

2.2. Parámetros analizados

2.2.1. Antecedentes: Parámetros seleccionados en el EIA

Los parámetros analizados en la línea base del EIA estuvieron de acuerdo con aquellos parámetros solicitados por el Ministerio del Ambiente en el TULSMA Libro VI, Anexo 1, aprobada mediante Decreto Ejecutivo 3516 y con Registro Oficial No. 387 del 04 de noviembre 2015. Esto según las tablas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, en el Acuerdo Ministerial 097-A (A.M. 097-A), Anexo 1 mencionado anteriormente, Tabla 1 (Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico), Tabla 2 (Criterios de Calidad

Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios), 2a (Criterios de calidad admisible del amoníaco total para la protección de la vida acuática (mg/1 NH₃)) y Tabla 3 (Criterios de calidad de agua para riego agrícola).

Es importante tener en cuenta que la Tabla 1 solamente se consideró para el punto MA3 que se encuentra aguas arriba del canal de agua para consumo humano y abrevaderos de animales Durazno y la Tabla 3 se consideró para los puntos MAR por el canal de riego de San Gerardo, el punto MA3 por el canal de agua para abrevaderos de animales Durazno los puntos MACCP, JOR y MAP por el canal de riego Cristal Alumbre y Canal Alumbre San Martín y los puntos B1, B2, B3 por el canal para riego Gualay. De esta manera se consideraron los parámetros por su importancia agrícola y de consumo humano.

Todos los análisis presentados en la línea base del EIA fueron realizados por un laboratorio certificado y acreditado como Gruentec que cuenta con la acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE LEN 05-008). Para el punto MA3, cuando no hubo resultados de ciertos parámetros a ser comparados con la Tabla 1, se tomaron los resultados del punto MAD, el cual está ubicado 50 metros aguas abajo de MA3 en el mismo canal y sin influencia de afluentes entre ambos puntos, por lo tanto, se pueden considerar iguales. En el Anexo C. Respaldos Línea Base, C.1 Componente Físico, C.1.4 Certificado de Acreditación del Laboratorio, C.1.4.2. Resumen de acreditación de Laboratorio de la línea base del EIA se describen todos los parámetros con sus respectivas acreditaciones y registros y los años de monitoreo. Los límites de cuantificación (LC) se encuentran de acuerdo a la acreditación y el registro dependiendo del período de monitoreo y el año en que se realizó, un resumen de los mismos se encuentra en las figuras de la sección de resultados expresados con líneas grises. Además, en cada reporte de resultados provisto por el Laboratorio acreditado se encuentra el valor de concentración exacto del LC en el momento del análisis (Anexo C. Respaldos Línea Base, C.1 Componente Físico, C.1.3. Resultados de Laboratorio, C.1.3.1 Agua Superficial). Todos los parámetros han sido clasificados de acuerdo a diferentes grupos según sus características en: Físico-químicos, Aniones y no metálicos, orgánicos y microbiológicos, metales totales y metales disueltos para una mejor organización y presentación de los resultados.

2.2.2. Muestreo Octubre y Noviembre 2020 y Enero y Febrero 2021:

Durante los meses de Octubre y Noviembre de 2020 se colectaron muestras en los mismos 22 puntos de monitoreo seleccionados y caracterizados en el EIA, las muestras se enviaron al laboratorio acreditado y certificado ANAVANLAB CIA.LTDA. con acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE LEN 18-019). Mientras que las muestras tomadas en los mismos 22 puntos de Enero y Febrero de 2021 se enviaron al laboratorio acreditado y certificado CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. con acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE-ACR-0262-2019). Los elementos que fueron analizados durante estos meses a mayor detalle temporal se encuentran marcadas en color rojo en la Tabla 3.

Tabla 3. Grupos de parámetros y Criterios de Calidad de Agua (CCA) considerados en línea base a comparar.

Grupo	Parámetros de cada grupo	Unidad	Criterio de calidad de agua (CCA) A.M. 097-A Anexo 1 Tabla 1	Criterio de calidad de agua (CCA) A.M. 097-A Anexo 1 Tabla 2 y 2a	Criterio de calidad de agua (CCA) A.M. 097-A Anexo 1 Tabla 3
Físico -químicos	pH	Unidades de pH	6 - 9	6.5 - 9	6 - 9

	Sólidos suspendidos totales	mg/l	NA	Se establecerá en los alcances posteriores al PMA.	NA
	Oxígeno disuelto	%	NA	>80	NA
	Oxígeno disuelto	mg/l	NA	NA	3
	Temperatura	°C	NA	NA	NA
	Materia Flotante		NA	Ausencia	Ausencia
	Turbiedad	UNT	100	NA	NA
Aniones y no metálicos	Amoniaco	mg/l	NA	Tabla 2a	NA
	Cloro residual	mg/l	NA	0.01	NA
	Cianuro Total	mg/l	0.1	0.01	NA
	Nitrato	mg/l	50	13	NA
	Nitrito	mg/l	0.2	0.2	0.5
	Sulfatos	mg/l	500	NA	250
	Fluoruro	mg/l	1.5	NA	NA
	Flúor	mg/l	NA	NA	1
Orgánicos y microbiológicos	Aceites y grasas	mg/l	0.3	0.3	Ausencia
	Coliformes fecales	NMP/100ml	1000	NA	1000
	DBO	mg/l	<2	20	NA
	DQO	mg/l	<4	40	NA
	Fenoles monohídricos	mg/l	NA	0.001	NA
	Hidrocarburos totales	mg/l	0.2	0.5	NA
	Tensoactivos	mg/l	NA	0.5	NA
	Ag - Plata	mg/l	NA	0.01	NA
	Al - Aluminio	mg/l	NA	0.1	5
	As - Arsénico	mg/l	0.1	0.05	0.1
	B - Boro	mg/l	NA	0.75	0.75
	Ba - Bario	mg/l	1	1	NA
	Be - Berilio	mg/l	NA	0.1	0.1
	Cd- Cadmio	mg/l	0.02	0.001	0.05

Metales totales	Co - Cobalto	mg/l	NA	0.2	0.01
	Cr - Cromo	mg/l	0.05	0.032	0.1
	Cu - Cobre	mg/l	2	0.005	0.2
	Fe - Hierro	mg/l	1	0.3	5
	Hg - Mercurio	mg/l	0.006	0.0002	0.001
	Li - Litio	mg/l	NA	NA	2.5
	Mn - Manganeso	mg/l	NA	0.1	0.2
	Mo - Molibdeno	mg/l	NA	NA	0.01
	Ni - Níquel	mg/l	NA	0.025	0.2
	Pb - Plomo	mg/l	0.01	0.001	5
	Se - Selenio	mg/l	0.01	0.001	0.02
	Sn - Estaño	mg/l	NA	NA	NA
	V - Vanadio	mg/l	NA	NA	0.1
Zn - Zinc	mg/l	NA	0.03	2	

- NA: No aplica CCA para este parámetro. Parámetros de rojo se analizaron en los nuevos monitoreos de los meses octubre y noviembre de 2020 y enero y febrero de 2021.

Fuente: A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 2, 2a y 3, 4 de noviembre de 2015.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

2.3. Análisis de control de calidad QA/QA

Con el objetivo de garantizar la calidad y la precisión de los análisis de laboratorio se tomaron procedimientos rigurosos de control de aseguramiento y calidad (QA/QC). Por un lado, para garantizar la toma de muestra, preservación y cadena de custodia (procedimientos de campo), como para el análisis de laboratorio (equipos y certificados de acreditación) lo que constituye el "QA". Y por otro post procesamiento de los resultados (balance de cargas y análisis de valores atípicos) que constituye el "QC". Los procedimientos de QA/QC usados en este estudio fueron similares a los usados en el EIA.

2.3.1. Procedimientos de campo

Los procedimientos de campo fueron los mismos a los usados en la línea base de calidad de agua del EIA. Las muestras fueron tomadas por técnicos de los respectivos laboratorios. Todas las directrices para los procedimientos de campo fueron manejadas y controladas por los laboratorios. En este sentido cada laboratorio fue el encargado de suministrar los frascos y las hieleras adecuadas para la toma de muestras. Estos frascos fueron designados de acuerdo a su fin, mismos que fueron lavados y preparados especialmente para el mismo. Para el etiquetado se utilizaron etiquetas especiales provistas por los laboratorios para evitar que el código se remueva en presencia de agua o al tacto. En cada punto de monitoreo se llenó el formulario de custodia. Se adjuntó una hoja de campo con las características relevantes del punto en el cual se realizó la toma de muestra, como de las condiciones ambientales y generales en las que se realizó el trabajo. Para mayor detalle sobre estos procedimientos por favor revisar la línea base del EIA del PMLL.

2.3.2. Laboratorios equipos y acreditación

Durante Octubre y Noviembre de 2020 las muestras fueron tomadas y analizadas en el laboratorio acreditado ANAVANLAB CIA.LTDA., con acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE LEN 18-019) y las muestras de Enero y Febrero por el laboratorio acreditado CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS con acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE-ACR-0262-2019). En la Tabla 4 se detalla por parámetro los equipos usados, la técnica de análisis el método, y los límites de cuantificación. Para el caso de los límites de cuantificación, estos dependerán del período de monitoreo y las normativas existentes al momento del análisis. Las muestras de durante períodos anteriores que son parte de la línea base para el EIA fueron tomadas por GRUENTEC, mayor información de las certificaciones de este laboratorio se encuentra en la línea base del EIA.

Tabla 4. Descripción de equipos utilizados

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
pH	Multiparámetro	HACH	HQ 40d	SM 4500 H+B (G, ANA), SM 4500-H+ A y 4500 H+ B (ALS)	Electrometría	2
Sólidos suspendidos totales	Estufa	Humboldt MFG	H30137.4F	SM 2540 D (G), HACH 8006 (ANA), SM 2540 A y 2540 D (ALS)	Gravimetría (G, ALS) Fotometría (ANA)	2, 5 (G) 30 (ANA) 10(ALS)
Oxígeno disuelto (%)	Oxígeno, Medidor	HACH (G, ANA), Milwaukee (ALS)	HQ Series Portable Meters (G), Mw600 (ANA, ALS)	SM 4500 O G	Determinación por electrodo o luminiscencia (G), electrometría (ANA, ALS)	5.4
Oxígeno disuelto (mg/l)	Oxígeno, Medidor	HACH (G, ANA), Milwaukee (ALS)	HQ Series Portable Meters, Mw600 (ANA, ALS)	SM 4500 O G.	Determinación por electrodo o luminiscencia (G), electrometría (ANA, ALS)	0.32
Temperatura	Multiparámetro	HACH	HQ 40d	SM 2550B	Termometría	NA
Materia Flotante	NA	NA	NA	SM 2530 B (G, ANA), NMX-AA-006-SCFI-2010 (ALS)	Parámetro sensorial (G), Cualitativo (ANA), Cribado (ALS)	NA
Amoníaco	Analizador de flujo segmentado (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	SKALAR	5000	SM 4500 NH3 F (G, ALS), SM 4500 NH3 F/ HACH 815 (ANA)	Destilación de la muestra y determinación de amonio (NH4) por titulación, fotometría o electrodo ionosensitivo (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.02 (G), 0.3 (ALS) 0.05, 0.06 (ANA)
Cloro residual	Espectrofotómetro Vis	HACH	DR 2010	EPA 330.5 (G), SM 4500 Cl G (ANA), SM	Espectroscopia UV/Vis (G), Espectrofotometría (ANA,ALS)	0.1(G) 0.5 (ALS) 0.01 (ANA)

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
				4500-CI A y 4500-CI G (ALS)		
Cianuro Total	Analizador de flujo segmentado (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	SKALAR	5000	SM 4500 – CN E (G, ANA)	Analizador de Flujo Segmentado SAN ++ (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.001, 0.02 (G) 0.01 (ANA)
Nitrato	Equipo HPLC (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Shimadzu	SCL-10A	EPA 300.1 (G), SM 4500-NO3 E (ANA, ALS)	HPLC (Cromat.iónica (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.05, 0.06, 0.09, 0.1, 0.22(G) 1 (ALS)
Nitrito	Equipo HPLC (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Shimadzu	SCL-10A	EPA 300.2 (G) SM 4500-NO2 E (ANA, ALS)	HPLC (Cromat.iónica)(G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.03, 0.05, 0.1
Aceites y grasas	Estufa (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Humboldt MFG	H30137.4F	EPA 664 (G), SM 5520 C (ANA, ALS)	Determinación de la cantidad de aceites y grasas por diferencia de peso, método gravimétrico (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.3 (G) 0.1 (ANA) 0.2 (ALS)
DBO	Gabinete termostático para DBO	WTW	Oxitop Box	SM 5210 D (G, ANA), SM 5210 B (ALS)	Respirometría (G, ANA), Electrometría (ALS)	2, 3 (G) 4.75 (ALS) 6 (ANA)
DQO	Espectrofotómetro Vis	HACH	DR 2010	SM 5220 D (G), SM 5220 C y D (ANA), SM 5220 A y 5220- D (ALS)	Digestión ácido- caliente de la muestra con dicromato y ácido sulfúrico en presencia de un catalizador y sulfato de mercurio para eliminar interferencias de cloruros y determinación por espectrofotometría (G),	4, 5 (G) 10 (ALS)

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
					Espectrofotometría (ANA, ALS)	
Fenoles monohídricos	Analizador de flujo segmentado (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	SKALAR	5000	EPA 420.1 (G) SM 5530 B-C (ANA)	Analizador de Flujo Segmentado SAN ++ (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.001, 0.008
Hidrocarburos totales	Cromatógrafo de gases (G, ALS). Espectrofotómetro (ANA)	Hewlett-Packard	5890 Serie 20	EPA 8015 D (G), SM 5520 F (ANA), TNRCC Method 1005 (ALS)	Extracción con cloruro de metileno, cromatografía de gases y determinación FID GC/FID (G), Espectrofotometría (ANA), Cromatografía de Gases (ALS)	0.2, 0.3, 0.5 (G) 0.05 (ANA) 0.15 (ALS)
Tensoactivos	Analizador de flujo segmentado (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	SKALAR	5000	EPA 420.1 (G), SM 5540 C (ANA)	Analizador de Flujo Segmentado SAN ++ (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.02 (G) 0.01 (ANA)
Ag - Plata	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); SM 3111B, EPA 3050 B, EPA 7760 B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00005, 0.0001, 0.0002, 0.0005, 0.001
Al - Aluminio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 D, EPA 3015 (ANA); SM 3111B, EPA 3010A, SM 3111D (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.001, 0.01, 0.02, 0.05 (G) 0.1 (ANA)
As - Arsénico	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3114 C, 3112 B, EPA 3015 (ANA);	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0005 (G, ANA), 0.001, 0.0025 (G) 0.008 (ALS)

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
				SM 3114B (ALS)		
B - Boro	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 4500-B C (ANA, ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.005, 0.02, 0.025, 0.04, 0.05, 0.1 (G) 0.3 (ALS) 0.5 (ANA)
Ba - Bario	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 D, EPA 3015 (ANA); SM 3111D, EPA 3010 A (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0002 (G) 1 (ANA)
Be - Berilio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00005, 0.0002, 0.0004, 0.0005, 0.001 (G) 0.01 (ANA) 0.004 (ANA, ALS)
Cd- Cadmio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3010 A, SM 3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00005, 0.0001, 0.0002, 0.0005 (G) 0.001 (ANA,ALS) 0.00009 (ANA)
Co - Cobalto	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA), EPA 3010A, SM3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00002, 0.00005, 0.0001, 0.0002, 0.0005, 0.001 (G) 0.004 (ALS) 0.2 (ANA)
Cr - Cromo	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3010A, SM3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0002, 0.0004, 0.0005, 0.001 (G) 0.02 (ALS) 0.03, 0.005 (ANA)
Cu - Cobre	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3010A, SM3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0002, 0.0005, 0.005, 0.01, 0.025 (G) 0.001 (ALS)

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
Fe - Hierro	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA);EPA 3010A, SM 3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.02 (G) 0.25 (ALS)
Hg - Mercurio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3114 C, 3112 B, EPA 3015 (ANA), SM 3112B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0001, 0.0002, 0.0005
Li - Litio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G, ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0005, 0.001, 0.0025 (G) 0.01 (ALS)
Mn - Manganeso	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3050 A, SM 3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00005 (G) 0.01 (ALS) 0.1 (ANA)
Mo - Molibdeno	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G, ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0001, 0.0002, 0.0004, 0.0005, 0.001 (G) 0.008 (ALS)
Ni - Níquel	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3010 A, SM 3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0001, 0.0002, 0.001, 0.002, 0.005 (G) 0.01 (ANA) 0.02 (ALS)
Pb - Plomo	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA); EPA 3010 A, SM 3111 B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0001, 0.0002, 0.0005, 0.001, 0.0025
Se - Selenio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3114 C, 3112 B, EPA	Determinación por ICP-MS (G),	0.0005, 0.001, 0.002, 0.005 (G) 0.0001 (ANA)

Parámetro	Equipos			Método	Técnica de Análisis	Límite de Cuantificación
	Nombre	Marca	Modelo			
				3015 (ANA); SM 3114 C (ALS)	Espectrofotometría (ANA, ALS)	
Sn - Estaño	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G, ANA); EPA 3050B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.00005, 0.0005, 0.001, 0.0025 (G), 0.00130 (ANA), 1 (ALS)
V - Vanadio	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G,ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0002, 0.0005, 0.001 (G), 0.01 (ALS)
Zn - Zinc	ICP-MS (G), Espectrofotómetro (ANA, ALS)	Agilent (G), Thermo Scientific (ANA, ALS)	7700e (G), Genesys 30 (ANA,ALS)	EPA 6020 A (G); SM 3111 B, EPA 3015 (ANA);EPA 3010 A, SM 3111B (ALS)	Determinación por ICP-MS (G), Espectrofotometría (ANA, ALS)	0.0001, 0.0002, 0.0005, 0.0025, 0.005, 0.025 (G) 0.01 (G, ALS) 0.03 (ANA)

- **NA: No aplica o sin criterio de calidad de agua. En el caso de que la descripción difiera entre laboratorios las iniciales del nombre del laboratorio o laboratorios al cual pertenezca la respectiva descripción estará entre paréntesis (G: Gruentec, ANA: ANAVANLAB CIA.LTDA, ALS: CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS.).**

Fuente: GRUENTEC, comunicación vía mail, 2020 (Anexo C. Respaldo Línea Base, C.1 Componente Físico, C.1.4. Certificado de Acreditación del Laboratorio); INV, Reportes de Laboratorio, 2008-2020. ANAVANLAB CIA.LTDA., reportes de laboratorio oct y nov 2020. CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS, reportes de laboratorio ene y feb 2021.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

2.3.3. Análisis de valores atípicos

Los procedimientos para analizar los valores atípicos en este informe son los mismos a los usados en la línea base de calidad de agua del EIA. Primero se realizó un análisis de valores atípicos para mediante observación visual usando diagramas de caja y criterios estadísticos en relación al rango intercuartílico. Segundo, para la identificación de valores atípicos se usó el valor del IQR multiplicado por 3 más el valor de la concentración en el cuartil 3 en el límite superior del rango de concentraciones y el valor del IQR multiplicado por 3 menos el valor de la concentración en el cuartil 1 en el límite inferior del rango de valores de la concentración de interés (Ahmad, 2012; Tukey, 1977; Williamson et al., 1989) (Ver Figura 4 – Valores atípicos). Para mayor información sobre esta metodología revisar la línea base del EIA del PMLL. Es importante mencionar que para los nuevos monitoreos solo se eliminó solo una concentración (concentración de Sn, muestra de Octubre de MAZH) que excedió el $IQR * 3$ en la concentración y no es analizado en este estudio.

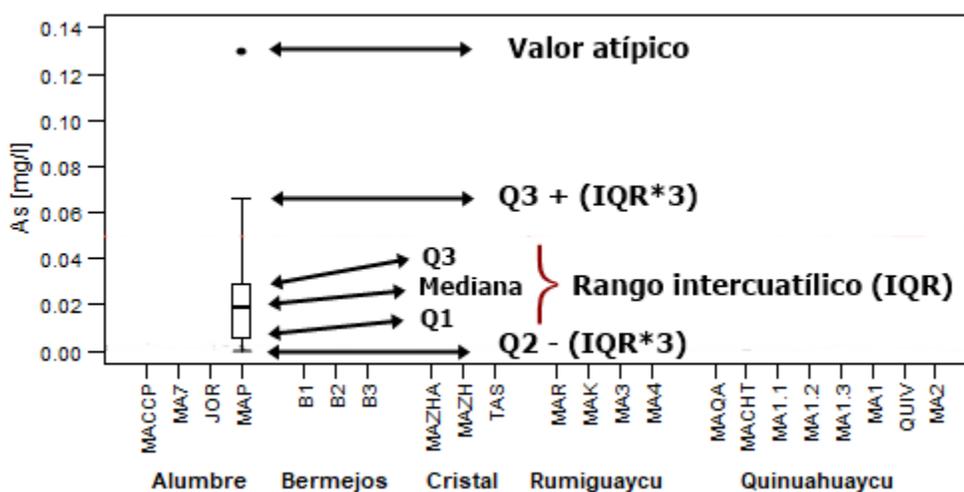


Figura 3. Ejemplo de diagrama de caja para análisis de valores atípicos con cada uno de sus elementos

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

Los gráficos mencionados se realizaron entre puntos de monitoreo y unidades hidrográficas o cuencas con la finalidad de identificar si los valores que se encuentran fuera de los bigotes (considerados valores atípicos según $IQR \times 3$) están además fuera de la distribución de las muestras (Figura 4). Aquellas concentraciones únicas que estén fuera de la dinámica normal de las zonas de monitoreo fueron eliminados del análisis, esta información fue respaldada con las condiciones de caudal para definir si fue durante algún evento extremo. En la Figura 4 se muestra un ejemplo para el caso de Arsénico donde se puede observar que una muestra se encuentra por encima del CCA (línea roja horizontal), misma que por falta de evidencia estadística ha sido considerada como valor atípico. Los valores atípicos identificados fueron excluidos del análisis posterior y por lo tanto no fueron considerados en los gráficos de cajas y análisis estadísticos finales en la sección de resultados.

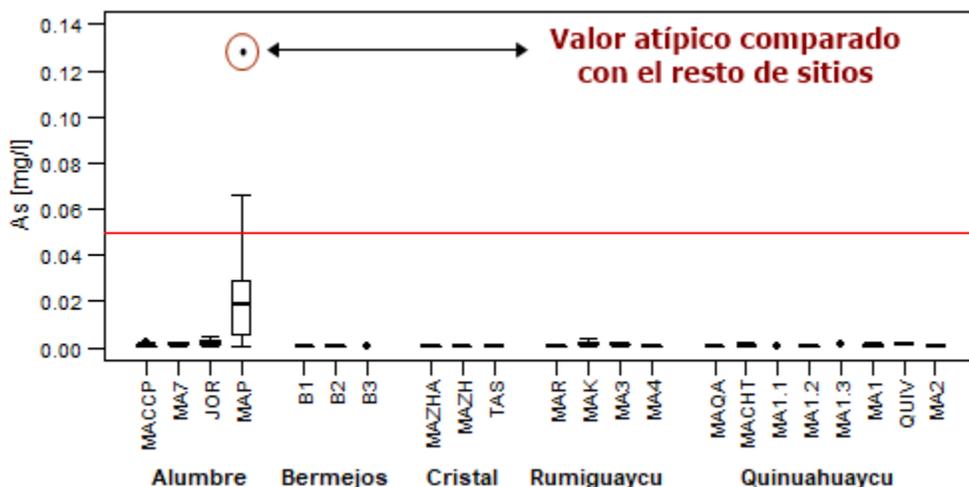


Figura 4. Ejemplo de valores atípicos (círculo rojo) en análisis de cajas

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

2.4. Análisis de condiciones hidrológicas a las que se monitorearon cada uno de los puntos

Durante la línea base de calidad de agua del EIA con el objetivo de identificar si los monitoreos de calidad de agua de los últimos 10 años reportados en la línea base, cubrieron todas las condiciones de caudal (altos, medios y bajos), se usaron los gráficos de probabilidad de ocurrencia de caudales o curvas de duración general de caudal (realizados en la línea base de hidrología del EIA). Estos gráficos muestran cual es la probabilidad de que se den ciertas condiciones de caudal, a estos gráficos se adicionaron las muestras tomadas en los puntos de monitoreo correspondientes para visualizar los rangos de caudal en los que las muestras de calidad de agua fueron tomadas en cada punto y verificar si los monitoreos fueron representativos para cada unidad hidrográfica o cuenca (un punto de monitoreo a mediano plazo es válido cuando con los monitoreos en este punto cubren todas las condiciones de caudal). Como base del análisis previo, en relación al monitoreo de octubre 2020 – febrero 2021, se incluyeron en las curvas de duración general de caudal, con otro color, las nuevas condiciones de caudal a las cuales fueron tomadas las muestras con el objetivo de verificar si las muestras fueron recolectadas durante caudales bajos en verano (octubre y noviembre: muestras analizadas en laboratorios ANAVANLAB CIA.LTDA) y medio-altos en invierno (enero y febrero: muestras analizadas en laboratorios CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS). Este análisis es fundamental para confirmar las condiciones de caudal requeridas para la caracterización en diferentes condiciones de caudal y temporadas.

2.5. Análisis de información y estadística

En la línea base se usó los diagramas de caja y el Rango Inter-cuatílico (IQR) como indicador de comparación entre puntos de monitoreo y unidades hidrográficas. Donde se demostró la similitud entre varios puntos de monitoreo. En este informe, período Oct 2020 – feb 2021, graficaremos los valores medidos por cada parámetro sobre el gráfico de cajas (análisis previo de línea base para EIA, muestras históricas) para analizar si las muestras siguen la misma tendencia estadística y por lo tanto la época del año no tendría un efecto en las conclusiones principales sobre el comportamiento de la calidad de agua. Los valores serán graficados sobre las cajas como puntos de color rojo para los resultados de octubre y noviembre de 2020 del laboratorio ANAVANLAB CIA.LTDA y azul para los resultados de enero y febrero de 2021 del laboratorio CORPORACIÓN

LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS (Figura 5). De esta manera se evidenciará claramente la tendencia que siguen y se comparan fácilmente con la distribución de aquellos de la línea base para EIA. Cabe mencionar que el análisis diagramas de cajas o IQR ya se realizó para los puntos MACCP, MA7, JOR, MAP, MAZHA, MAZH, TAS, MAR, MAK, MA3, MA4, MAQA, MACHT, MA1, QUIV, MA2, mientras que únicamente en los puntos B1, B2, B3, MA1.1, MA1.2 y MA1.3 tenía un solo monitoreo tomado durante el EIA. Sin embargo, a pesar de tener información suficiente para caracterizar la línea base se han analizado todos los 22 puntos de monitoreo como una validación de los laboratorios y de esta manera generar mayor confianza en los resultados.

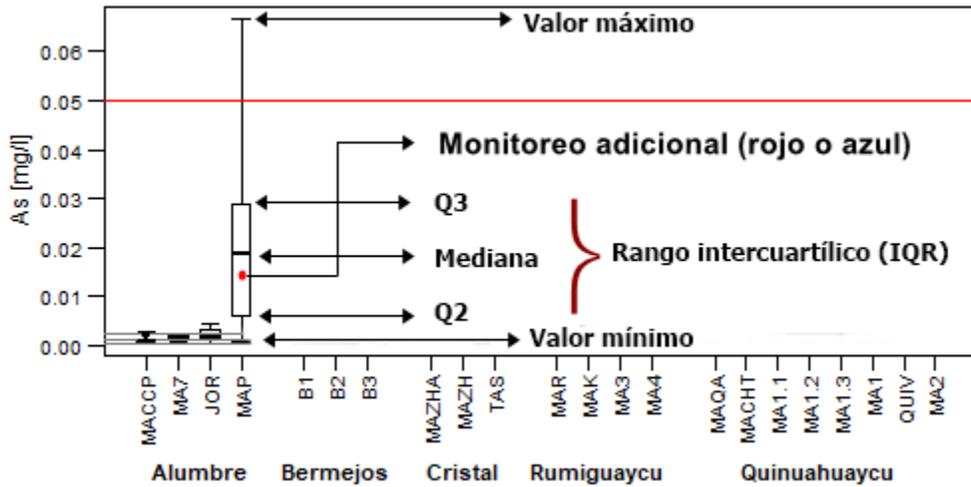


Figura 5. Ejemplo de diagrama de caja para análisis espacial con cada uno de sus elementos

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

3. Resultados

3.1. Resultados de análisis de condiciones hidrológicas a las que se monitorearon cada uno de los puntos

En este análisis desde la Figura 6 hasta la Figura 9 se muestra la distribución de caudales y bajo qué condiciones de caudal se tomaron las muestras en cada cuenca (círculos) de acuerdo al punto de monitoreo de caudal. Los círculos rojos representan los nuevos análisis del período octubre 2020 febrero 2021. En las figuras se observa para todas las unidades hidrográficas o cuencas las muestras tomadas cubren la mayoría de condiciones de caudal (especialmente los extremos). Este análisis muestra la validez del monitoreo realizado para cualquier análisis de calidad de agua de línea base y es representativo para la zona de estudio del PMLL. Este análisis valida además el periodo de monitoreo, en las condiciones y frecuencia con la que se realizó como adecuado. Para el análisis de este informe se tomaron muestras en condiciones de verano (según línea base de clima e hidrología para EIA) en los meses de octubre y noviembre (al inicio de las curvas: de color rojo) y en invierno en los meses enero y febrero en caudales medio altos (al final de las curvas: de color azul) cubriendo de esta manera nuevamente las condiciones hidrológicas del sitio de estudio. De este análisis se demuestra que las muestras fueron tomadas en caudales bajos durante verano y caudales altos durante invierno, esto asegura que la calidad del agua sea caracterizada durante los extremos hidroclimáticos.

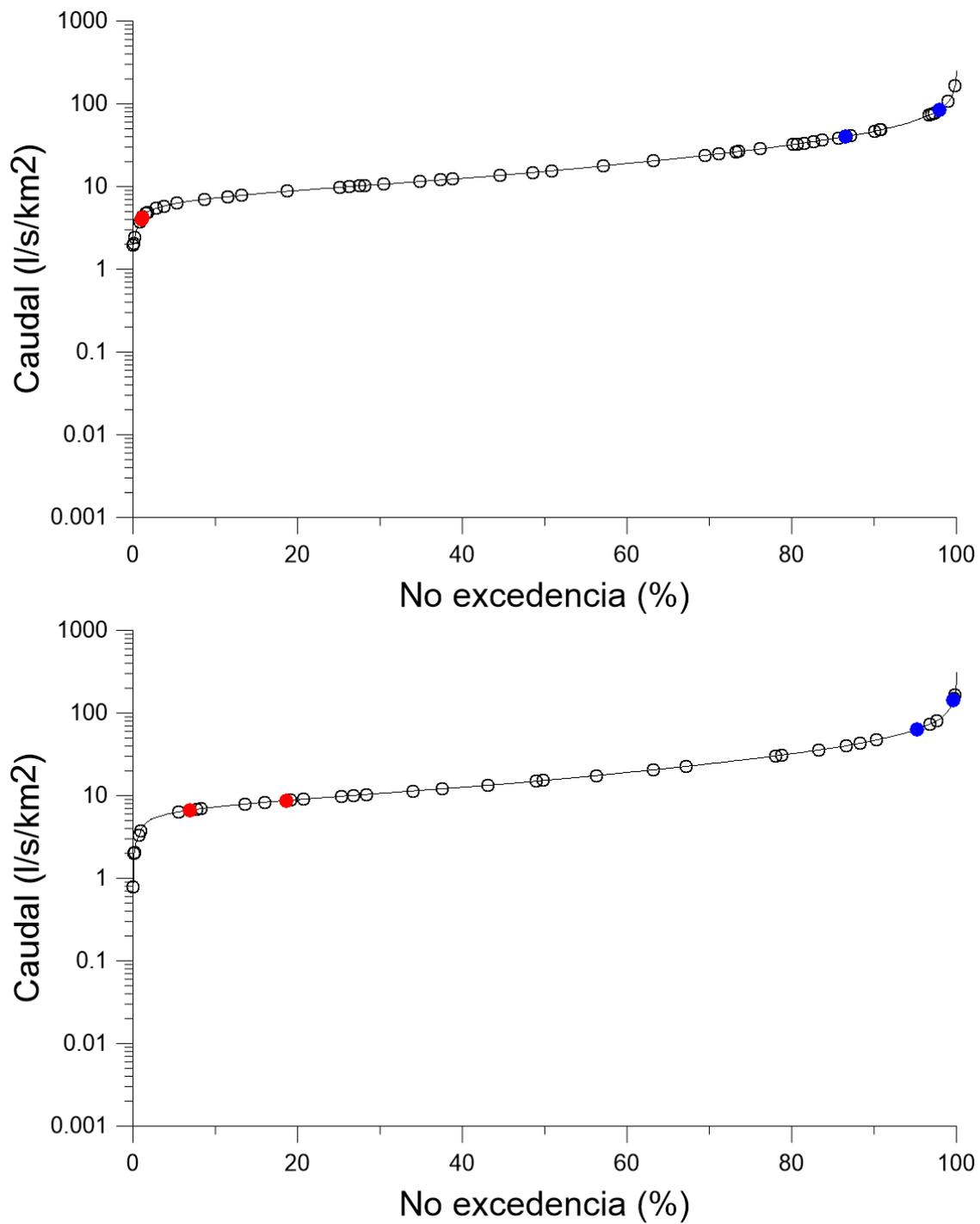


Figura 6. Curva de no excedencia de caudal para la cuenca Quinuahuaycu

- (a) Punto de monitoreo MACHT. (b) Punto de monitoreo QUIV. Los círculos sobre la línea de caudales muestran en qué condiciones de caudal fueron tomadas las muestras dentro de la distribución de caudales, cada punto corresponde a una muestra tomada. Los círculos rellenos representan los análisis realizados para este informe, de rojo las muestras de octubre y noviembre y de azul las muestras de enero y febrero. Los círculos sin relleno corresponden a las muestras tomadas y que forman parte del EIA

Fuente: INV Minerales, Bases de datos de Caudal. Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

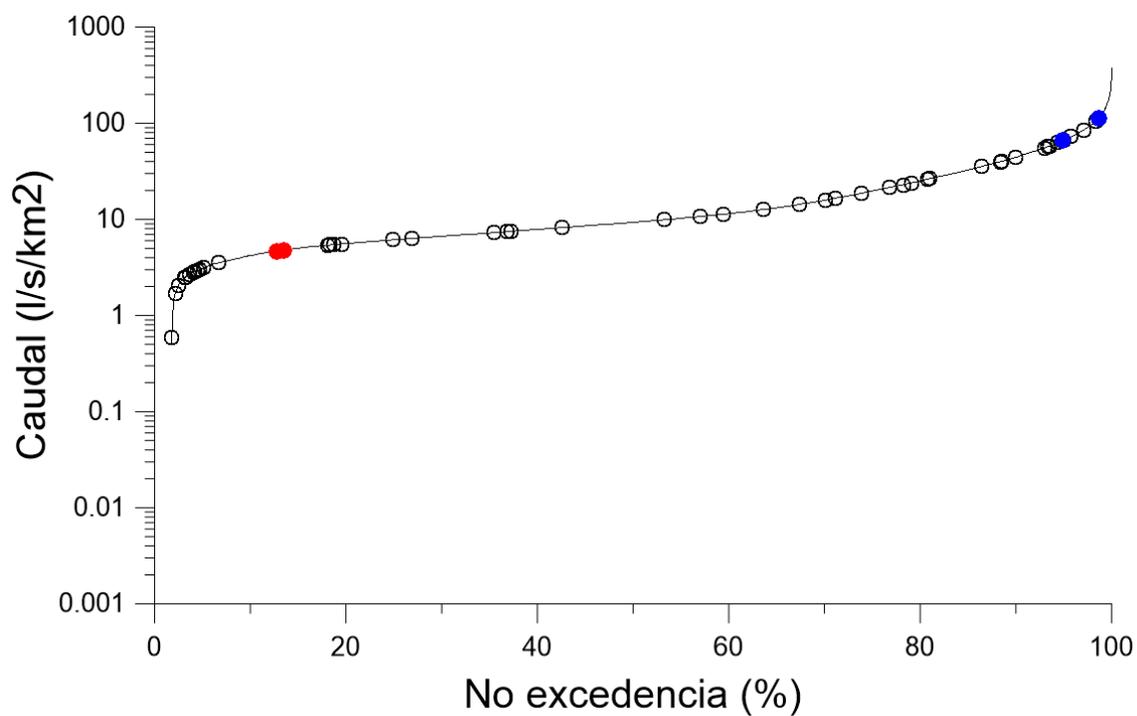


Figura 7. Curva de no excedencia de caudal para la cuenca Rumiguaycu

- Punto de monitoreo MA3.** Los círculos sobre la línea de caudales muestran en qué condiciones de caudal fueron tomadas las muestras dentro de la distribución de caudales, cada punto corresponde a una muestra tomada. Los círculos rellenos representan los análisis realizados para este informe, de rojo las muestras de octubre y noviembre y de azul las muestras de enero y febrero. Los círculos sin relleno corresponden a las muestras tomadas y que forman parte del EIA

Fuente: INV Minerales, Bases de datos de Caudal. Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

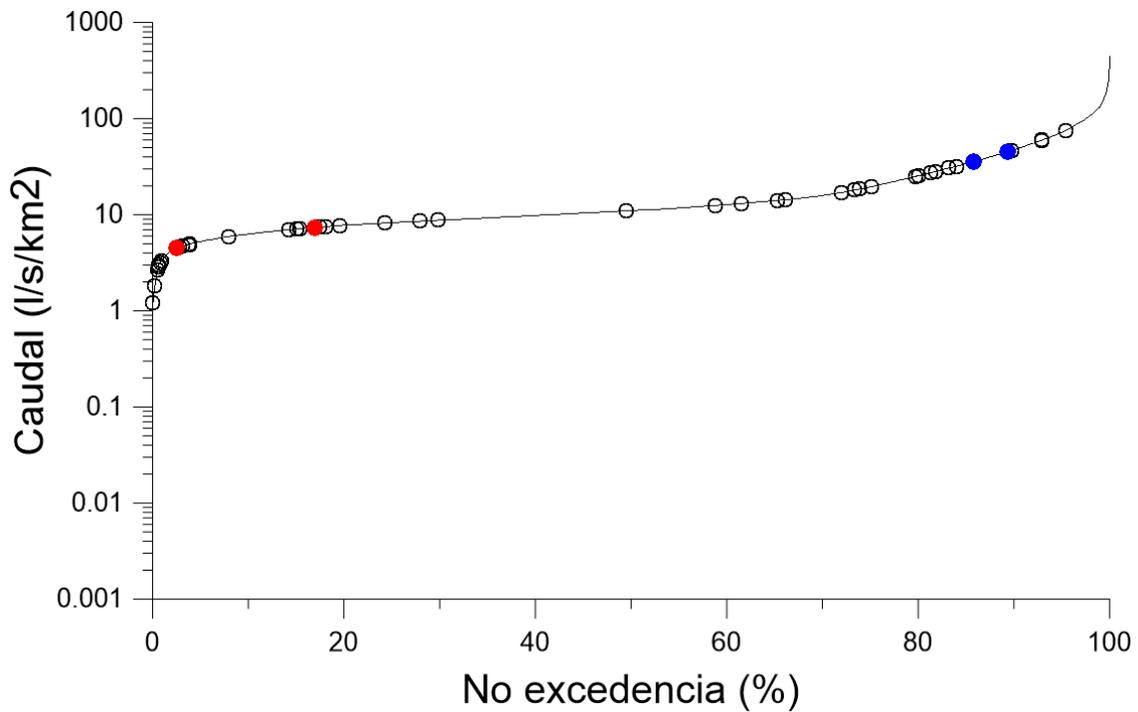


Figura 8. Curva de no excedencia de caudal para la cuenca Alumbre

- Punto de monitoreo MAP.** Los círculos sobre la línea de caudales muestran en qué condiciones de caudal fueron tomadas las muestras dentro de la distribución de caudales, cada punto corresponde a una muestra tomada. Los círculos rellenos representan los análisis realizados para este informe, de rojo las muestras de octubre y noviembre y de azul las muestras de enero y febrero. Los círculos sin relleno corresponden a las muestras tomadas y que forman parte del EIA.

Fuente: INV Minerales, Bases de datos de Caudal. Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

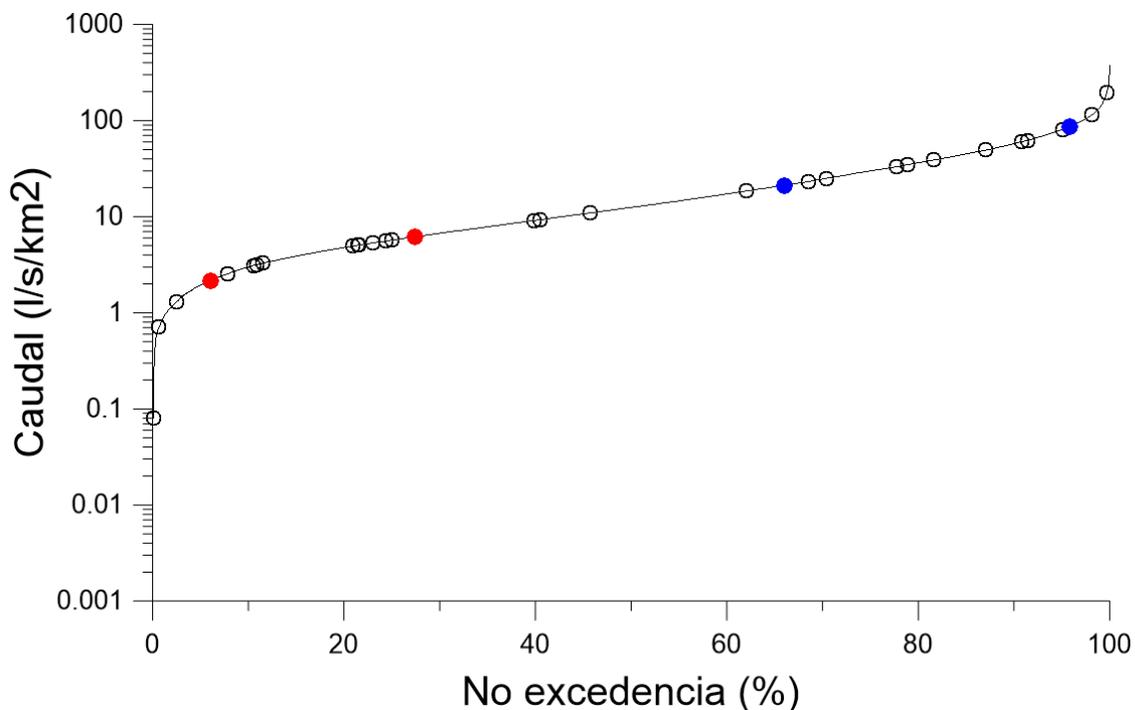


Figura 9. Curva de no excedencia de caudal para la cuenca Cristal

- Punto de monitoreo TAS. Los círculos sobre la línea de caudales muestran en qué condiciones de caudal fueron tomadas las muestras dentro de la distribución de caudales, cada punto corresponde a una muestra tomada. Los círculos rellenos representan los análisis realizados para este informe, de rojo las muestras de octubre y noviembre y de azul las muestras de enero y febrero. Los círculos sin relleno corresponden a las muestras tomadas y que forman parte del EIA.

Fuente: INV Minerales, Bases de datos de Caudal. Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

3.2. Resultados de laboratorio en el período oct 2020 – feb 2021 en relación a los resultados de la línea base de calidad de agua del EIA del proyecto

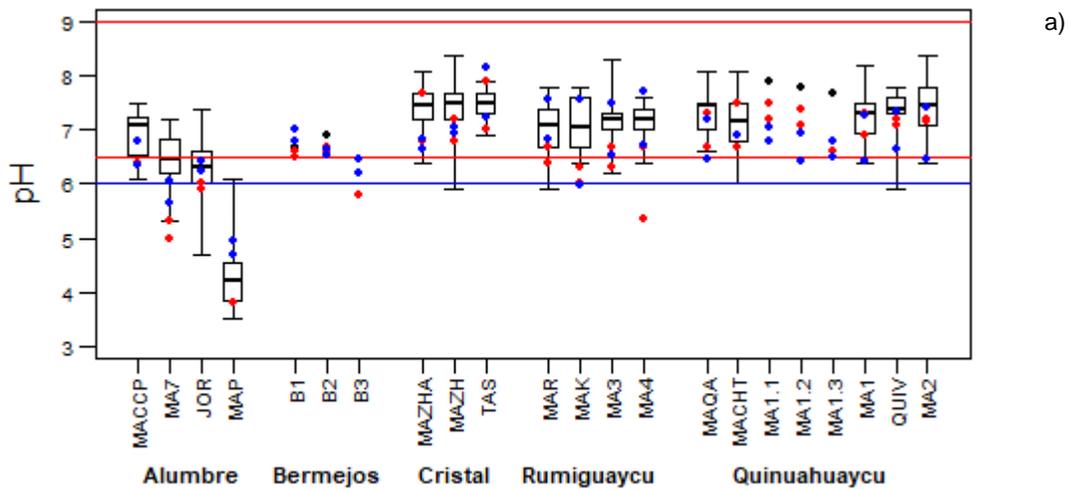
Con el objetivo de evaluar los resultados del nuevo monitoreo (en el período octubre 2020 – febrero 2021) se ha graficado sobre los diagramas de caja de la línea base del EIA las concentraciones nuevas de cada parámetro analizado. Se siguió el mismo esquema que en la línea base verificando las concentraciones visualmente mediante los IQRs. A continuación, se describe lo evaluado en cada parámetro:

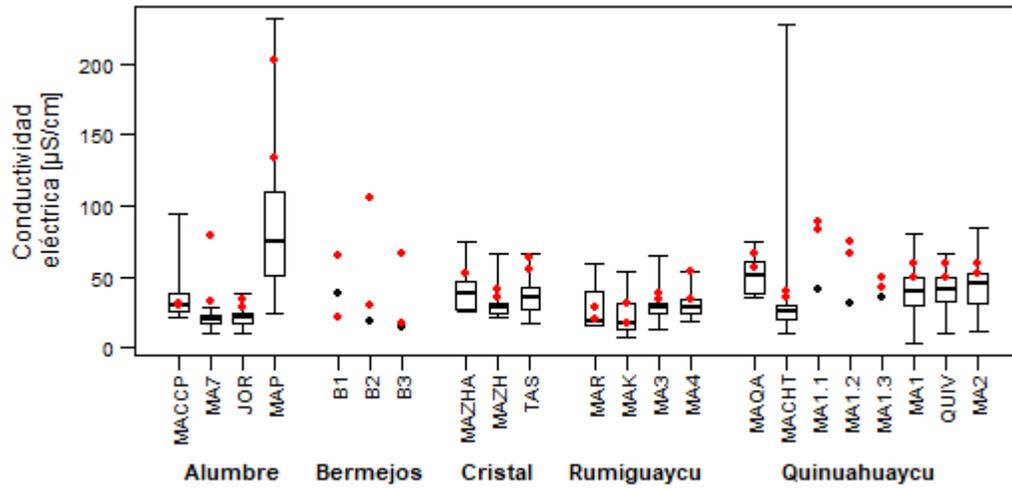
3.2.1. Parámetros físicos

Todos los parámetros han sido analizados con dos CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, Tabla 2, Tabla 2a y Tabla 3. Aquellos CCA descritos en la Tabla 1 se representarán con una línea roja punteada en las figuras, esta tabla se considera para el punto MA3 donde existe una captación de agua para consumo humano y abrevaderos de animales. Aquellos de la Tabla 2 se representarán con una línea roja continua, CCA para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. Por último, aquellos parámetros de la Tabla 3 se representarán con una línea azul, este último límite se considerará para los puntos B1, B2, B3, MACCP, JOR, MAP, MAR Y MA3, donde existe influencia en canales de riego y abrevaderos de animales en el punto

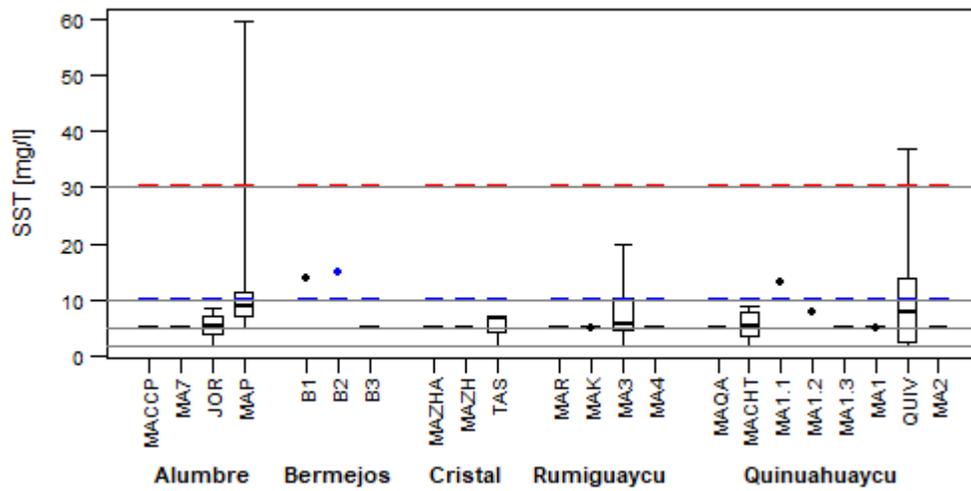
MA3. En el caso del pH dos líneas rojas representan un rango establecido en el CCA en el cual el límite superior es válido para ambas tablas. Los resultados serán comparados con aquellos de las Tablas del A.M 097-A que correspondan, ya sea por canales de riego (Tabla 3) o captaciones de agua para consumo humano (Tabla 1). En la descripción serán mencionados de la misma manera, tomando en cuenta si los parámetros están presentes en las tablas o dicho de otra manera que tengan un CCA normado en la Legislación. En los gráficos los puntos de color corresponden a los monitoreos de octubre y noviembre (puntos rojos) y enero y febrero (puntos azules).

Como se puede observar en la Figura 10 los parámetros físico químicos están generalmente dentro de los rangos o IQRs reportados en la línea base del EIA del PMLL. Para el caso del pH solamente en el punto MA4 una concentración en el mes de noviembre se encuentra fuera del IQR con un pH de 5.35 en caudales bajos en cual está dentro del rango general de muestreo general de la zona. Los valores de conductividad eléctrica estuvieron dentro de los IQRs reportados en la línea base el EIA. En el caso de sólidos suspendidos totales las concentraciones fueron similares a aquellas encontradas en la línea base el EIA o bajo el LC del respectivo laboratorio encargado del análisis. Los valores de temperatura en general fueron similares a aquellos medidos en la línea base del EIA. Para los valores de oxígeno de saturación las concentraciones estuvieron de acuerdo a los valores de los IQRs de la línea base para todos los sitios o incluso superiores a estas. Adicionalmente todos los valores de oxígeno disuelto coincidieron justo dentro de los rangos IQRs encontrados en la línea base del EIA.

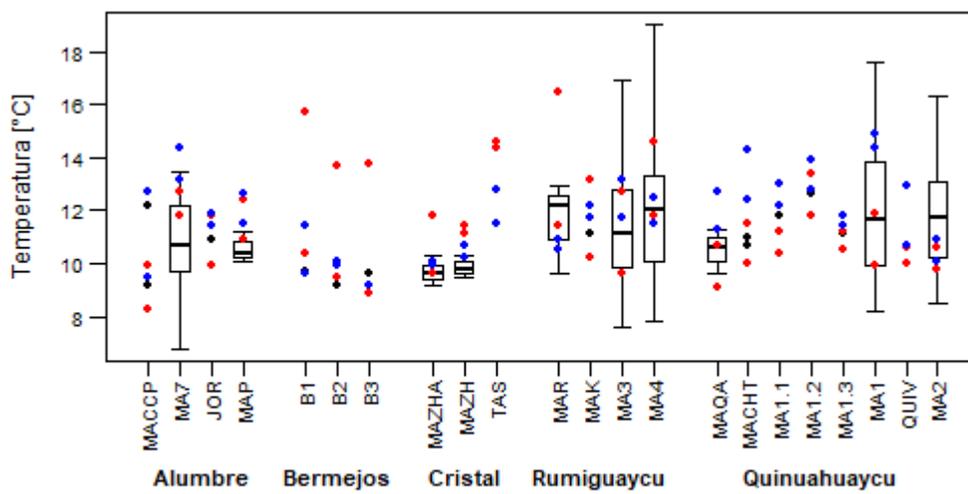




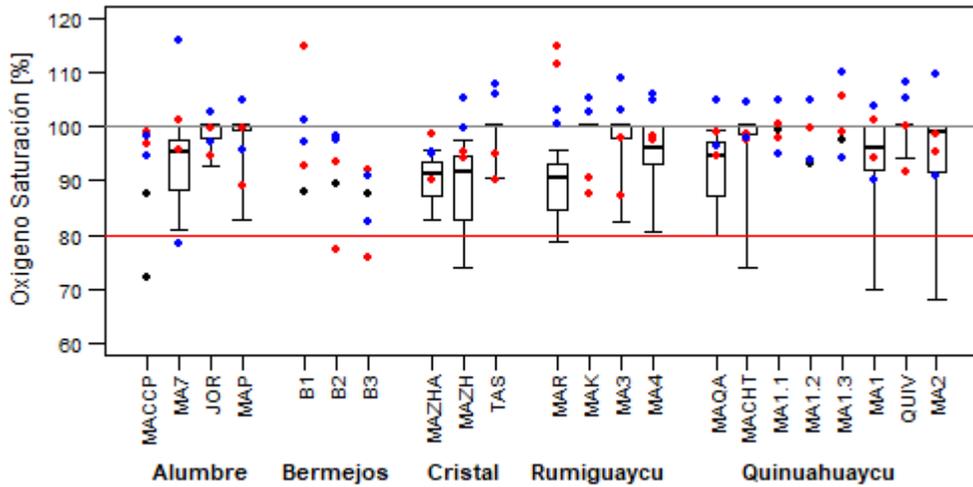
b)



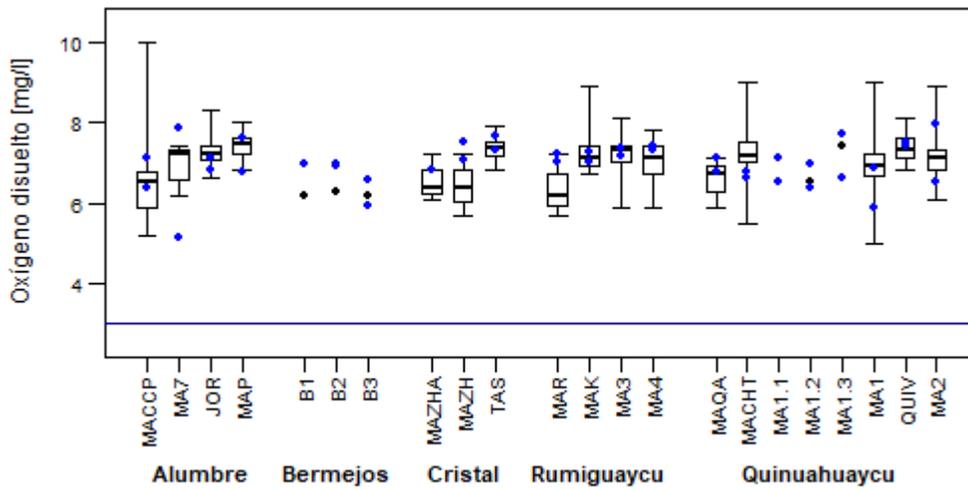
c)



d)



e)



f)

Figura 10. Diagramas de caja de parámetros físico químicos, cada gráfico contiene todo el conjunto de puntos (en vertical) agrupados por unidad hidrográfica (en horizontal).

- Los parámetros de estas figuras son a) pH, b) conductividad eléctrica, c) Sólidos suspendidos totales (SST) d) Temperatura, e) Oxígeno disuelto en porcentaje (%) y f) Oxígeno disuelto en mg/l. Las líneas horizontales representadas en rojo punteadas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, las líneas horizontales representadas en rojo continuas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 2, las líneas horizontales en azul según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 Tabla 3 y las líneas horizontales en gris representan los límites de cuantificación. Las líneas cortas horizontales sobre los límites de cuantificación muestran que todas las muestras estuvieron por debajo del mismo y los puntos negros concentraciones medidas por arriba del límite de cuantificación al momento de la medición. Todos los diagramas de caja corresponden a las concentraciones medidas en el período 2008-2020 presentado en la línea base del EIA del PMLL. Los puntos rojos representan las muestras tomadas los meses de octubre y noviembre de 2020 y los puntos azules las muestras tomadas en enero y febrero de 2021. En caso de que las muestras de este último monitoreo sean iguales a los límites de cuantificación se representaron con líneas horizontales cortas rojas o azules de acuerdo al mes y laboratorio.

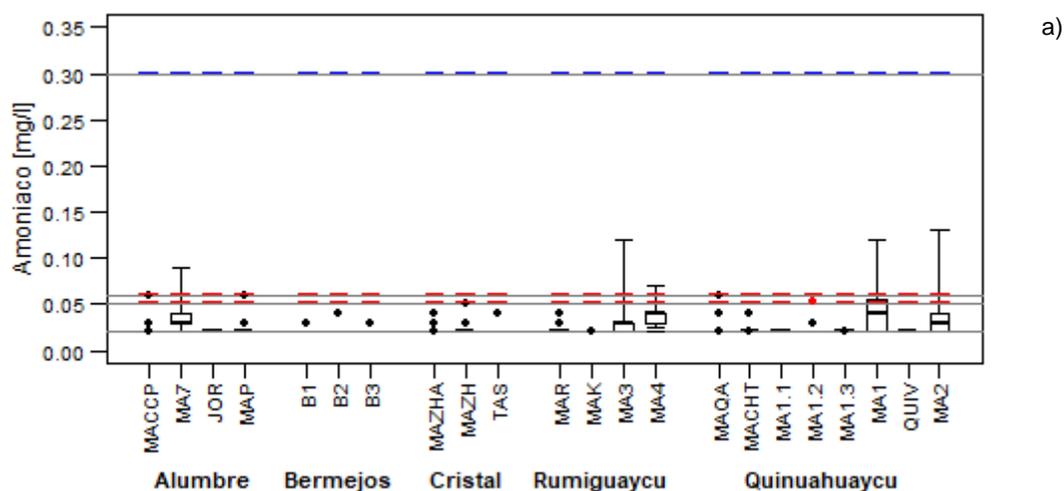
Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020. ANAVANLAB CIA.LTDA., reportes de laboratorio oct y nov 2020. CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS, reportes de laboratorio ene y feb 2021.

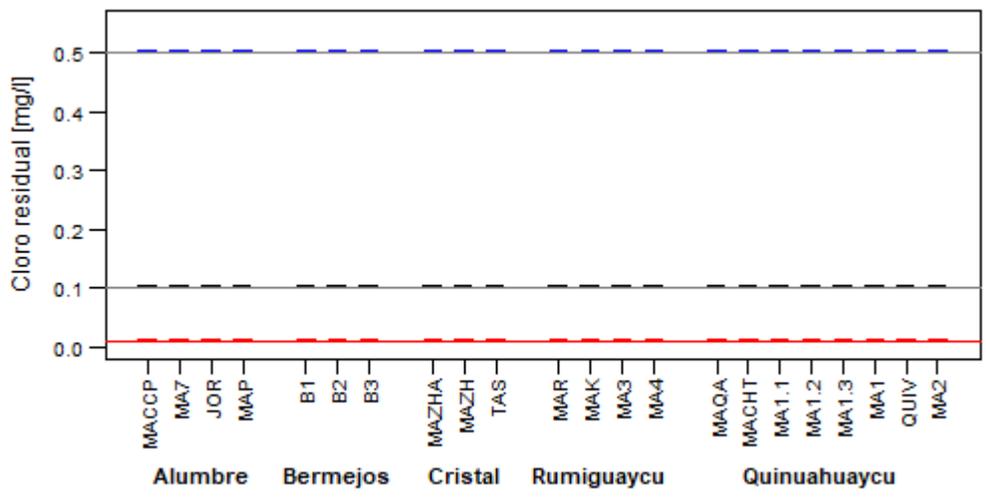
Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

3.2.2. Aniones y no metálicos

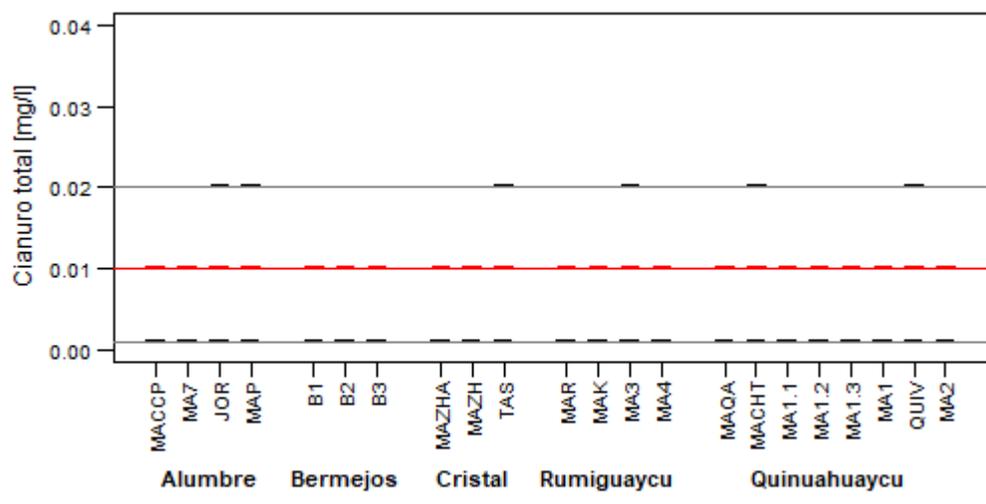
Todos los parámetros han sido analizados con dos CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, Tabla 2, Tabla 2a y Tabla 3. Aquellos CCA descritos en la Tabla 1 se representarán con una línea roja punteada en las figuras, esta tabla se considera para el punto MA3 donde existe una captación de agua para consumo humano y abrevaderos de animales. Aquellos de la Tabla 2 se representarán con una línea roja continua, CCA para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. Por último, aquellos parámetros de la Tabla 3 se representarán con una línea azul, este último límite se considerará para los puntos B1, B2, B3, MACCP, JOR, MAP, MAR Y MA3, donde existe influencia en canales de riego y abrevaderos de animales en el punto MA3. En los gráficos los puntos de color corresponden a los monitoreos de octubre y noviembre (puntos rojos) y enero y febrero (puntos azules).

Para los parámetros aniones y no metálicos (Figura 11), los resultados de los análisis reflejan que las concentraciones de los analizadas en la línea base son similares a aquellas de los monitoreos entre octubre 2020 y febrero 2021, además son menores a los CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 (Figura 11). El único parámetro que se diferenció de las concentraciones encontradas en la línea base del EIA fueron los nitratos. Las concentraciones de nitratos fueron mayores a aquellas encontradas en la línea base del EIA estando entre 1 y 3.9 mg/l a pesar de esto estas concentraciones estuvieron bajo el CCA según el A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 1 (50mg/l) y Tabla 2 (13mg/l).

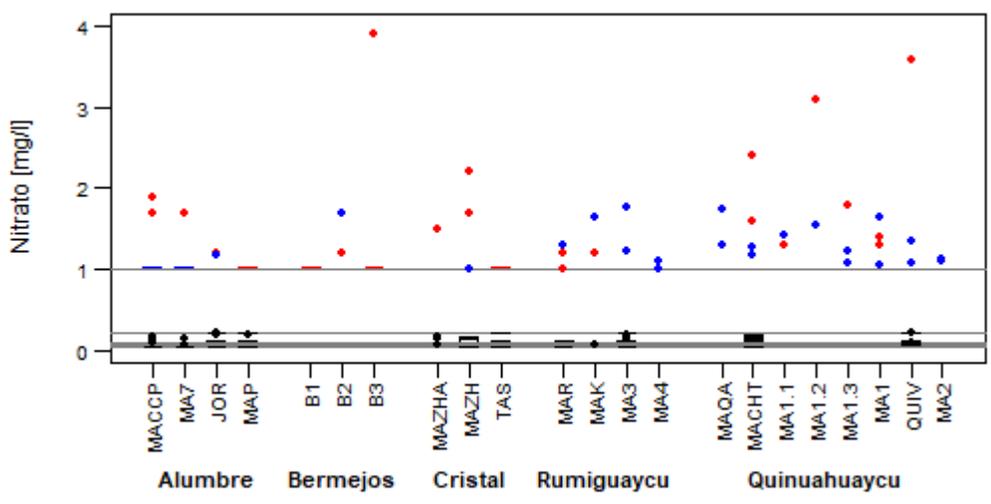




b)



c)



d)

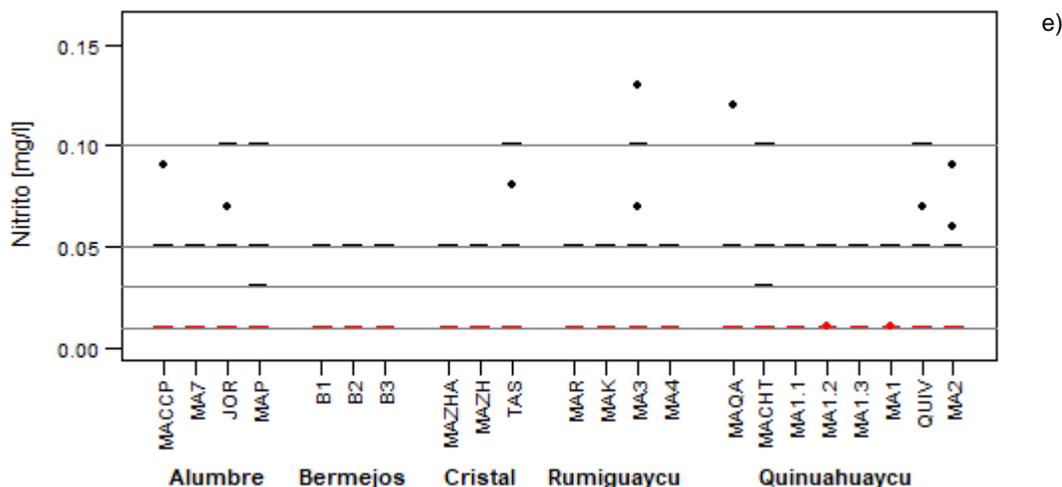


Figura 11. Diagramas de caja de parámetros aniones y no metálicos, cada gráfico contiene todo el conjunto de puntos (en vertical) agrupados por unidad hidrográfica (en horizontal).

- Los parámetros de estas figuras son a) Amoníaco total, b) Cloro residual, c) Cianuro total, d) Nitrato y e) Nitrito. Las líneas horizontales representadas en rojo punteadas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, las líneas horizontales representadas en rojo continuas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 2, las líneas horizontales en azul según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 3 y las líneas horizontales en gris representan los límites de cuantificación. Las líneas cortas horizontales sobre los límites de cuantificación muestran que todas las muestras estuvieron por debajo del mismo y los puntos negros representan concentraciones medidas por arriba del límite de cuantificación al momento de la medición. Los elementos repetidos corresponden a ampliaciones del eje vertical con el fin de ampliar y visualizar los puntos de monitoreo con concentraciones más bajas de mejor manera. Para los elementos que no se muestra el CCA el mismo es mucho mayor a las concentraciones graficadas. Todos los diagramas de caja corresponden a las concentraciones medidas en el período 2008-2020 presentado en la línea base del EIA del PMLL. Los puntos rojos representan las muestras tomadas los meses de octubre y noviembre de 2020 y los puntos azules las muestras tomadas en enero y febrero de 2021. En caso de que las muestras de este último monitoreo sean iguales a los límites de cuantificación se representaron con líneas horizontales cortas rojas o azules de acuerdo al mes y laboratorio.

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020. ANAVANLAB CIA.LTDA., reportes de laboratorio oct y nov 2020. CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS, reportes de laboratorio ene y feb 2021.

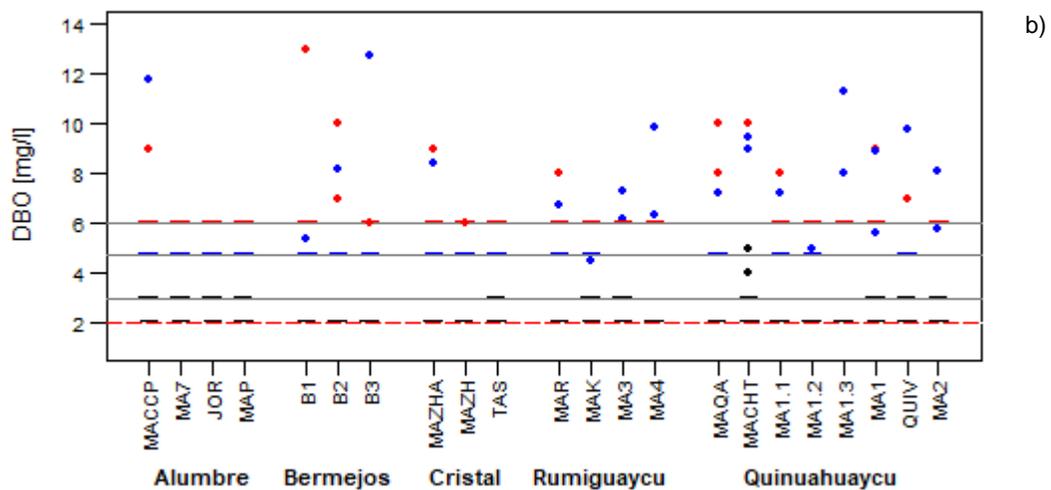
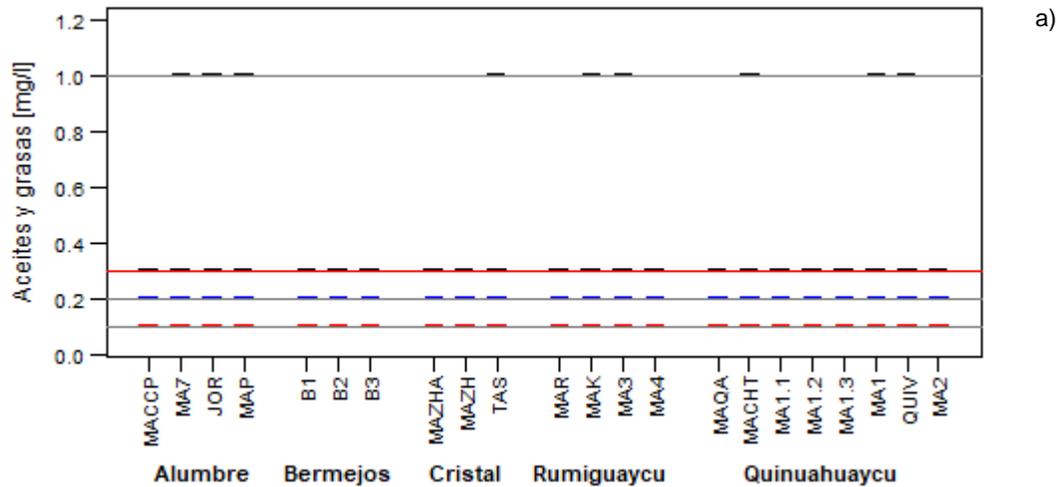
Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

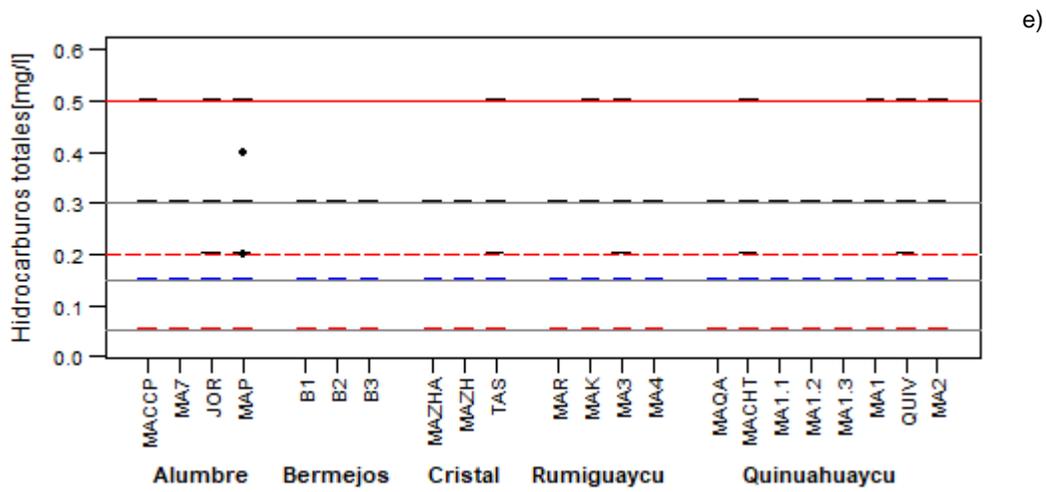
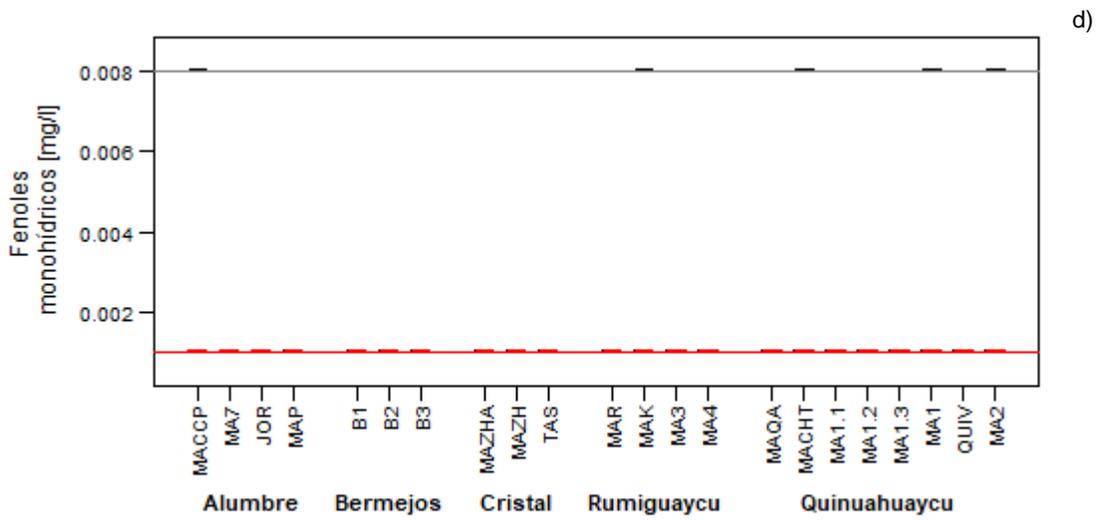
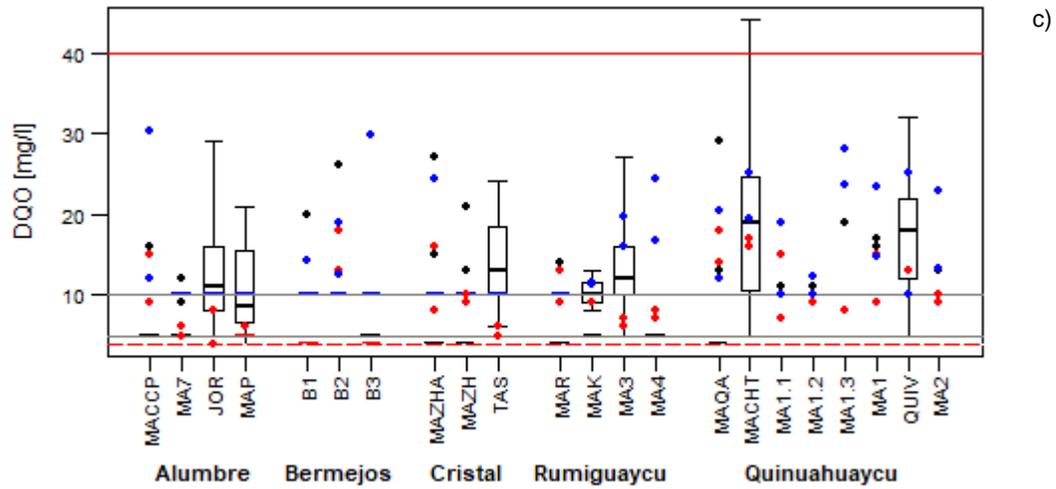
3.2.3. Orgánicos y microbiológicos

Todos los parámetros han sido analizados con dos CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3. Aquellos CCA descritos en la Tabla 1 se representarán con una línea roja punteada en las figuras, esta tabla se considera para el punto MA3 donde existe una captación de agua para consumo humano y abrevaderos de animales. Aquellos de la Tabla 2 se representarán con una línea roja continua, CCA para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. Por último, aquellos parámetros de la Tabla 3 se representarán con una línea azul, este último límite se considerará para los puntos B1, B2, B3, MACCP, JOR, MAP, MAR Y MA3 donde existe influencia en canales de riego y abrevaderos de animales en el punto MA3.

Las concentraciones de los parámetros orgánicos y microbiológicos (Figura 12) no difirieron considerablemente de las encontradas en la línea base o estuvieron bajo los límites de cuantificación de los laboratorios respectivos, mostrando que son significativamente similares. Las únicas diferencias fueron en las concentraciones de DBO y tensoactivos. Por un lado, las concentraciones de DBO estuvieron entre los 4 y 13 mg/l, mayores a aquellas encontradas en la línea base del EIA

que fueron siempre menores a 5 mg/l. Estas concentraciones al igual que en la línea base del EIA superaron el CCA según el A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 1 (<2 mg/l) y estuvieron bajo el CCA según el A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 2 (20 mg/l). Por otro lado, las concentraciones de tensoactivos del nuevo monitoreo (entre octubre 2020 y febrero 2021) estuvieron variando entre 0.01 y 0.10 mg/l, todas bajo el CCA según el A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 1 (<2 mg/l) y el CCA según el A.M. 097-A, Anexo 1, Tabla 2 (20 mg/l).





f)

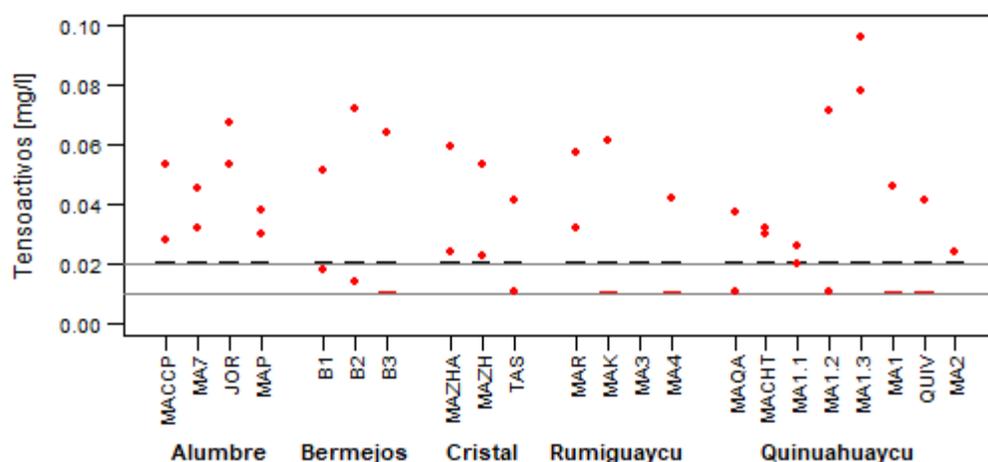


Figura 12. Diagramas de caja de parámetros orgánicos y microbiológicos, cada gráfico contiene todo el conjunto de puntos (en vertical) agrupados por unidad hidrográfica (en horizontal).

- Los parámetros de estas figuras son: a) Aceites y grasas, b) DBO, c) DQO, d) Fenoles monohídricos, e) Hidrocarburos totales y f) Tensoactivos. Las líneas horizontales representan en rojo punteadas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, las líneas horizontales representan en rojo continuas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 2, las líneas horizontales en azul según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 Tabla 3 y las líneas horizontales en gris representan los límites de cuantificación. Las líneas cortas horizontales sobre los límites de cuantificación muestran que todas las muestras estuvieron por abajo del mismo y los puntos negros concentraciones medidas por arriba del límite de cuantificación al momento de la medición. Para los elementos que no se muestra el CCA el mismo es mucho mayor a las concentraciones graficadas. Los elementos repetidos corresponden a ampliaciones del eje vertical con el fin de ampliar y visualizar los puntos de monitoreo con concentraciones más bajas de mejor manera. Para los elementos que no se muestra el CCA el mismo es mucho mayor a las concentraciones graficadas. Todos los diagramas de caja corresponden a las concentraciones medidas en el período 2008-2020 presentado en la línea base del EIA del PMLL. Los puntos rojos representan las muestras tomadas los meses de octubre y noviembre de 2020 y los puntos azules las muestras tomadas en enero y febrero de 2021. En caso de que las muestras de este último monitoreo sean iguales a los límites de cuantificación se representaron con líneas horizontales cortas rojas o azules de acuerdo al mes y laboratorio.

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020. ANAVANLAB CIA.LTDA., reportes de laboratorio oct y nov 2020. CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS, reportes de laboratorio ene y feb 2021.

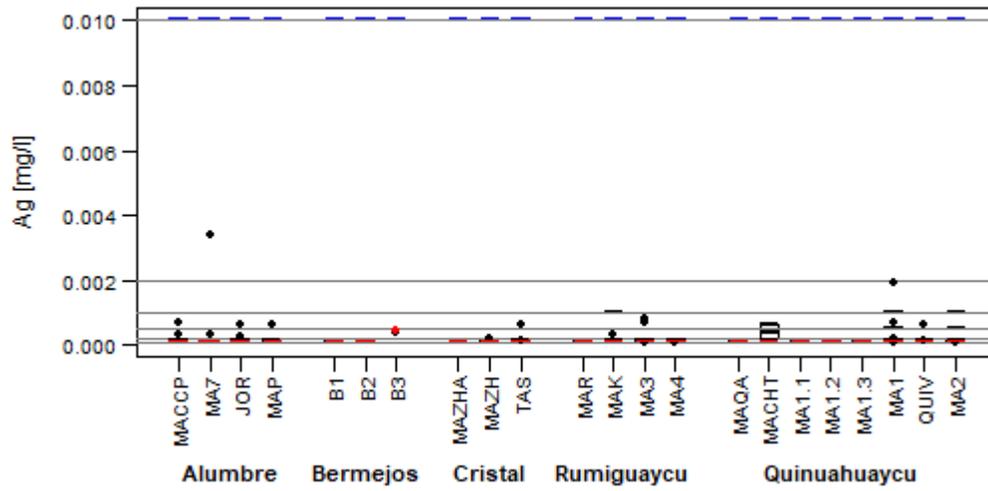
Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

3.2.4. Cationes totales

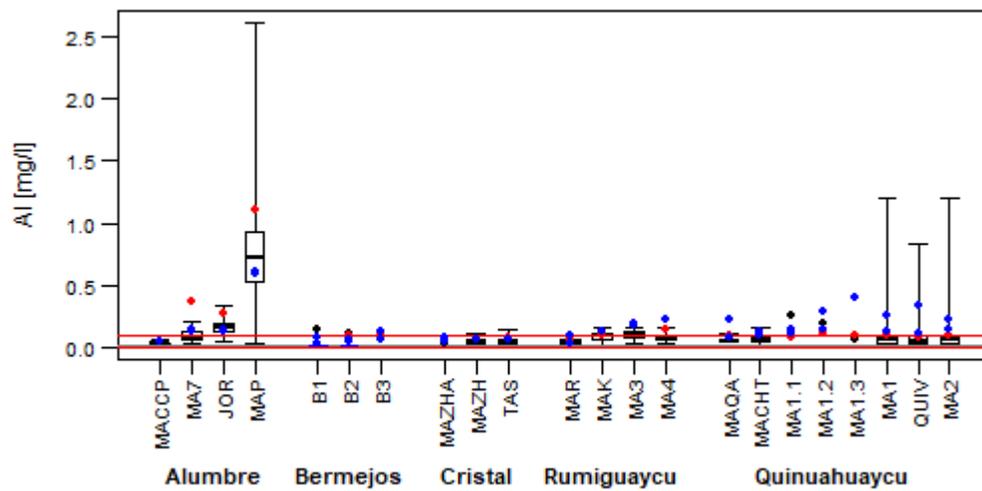
Todos los parámetros han sido analizados con dos CCA según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, 2 y Tabla 3. Aquellos CCA descritos en la Tabla 1 se representarán con una línea roja punteada en las figuras, esta tabla se considera para el punto MA3 donde existe una captación de agua para consumo humano y abrevaderos de animales. Aquellos de la Tabla 2 se representarán con una línea roja continua, CCA para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. Por último, aquellos parámetros de la Tabla 3 se representarán con una línea azul, este último límite se considerará para los puntos B1, B2, B3, MACCP, JOR, MAP, MAR Y MA3 donde existe influencia en canales de riego y abrevaderos de animales en MA3.

Para las concentraciones de cationes totales (Figura 13) todas las muestras estuvieron dentro de los rangos (IQRs) encontrados en la línea base del EIA o en su defecto bajo los límites de cuantificación del laboratorio correspondiente. De esta forma se puede asegurar que las concentraciones en caudales bajos medios y altos están de acuerdo a aquellas concentraciones ya encontradas y

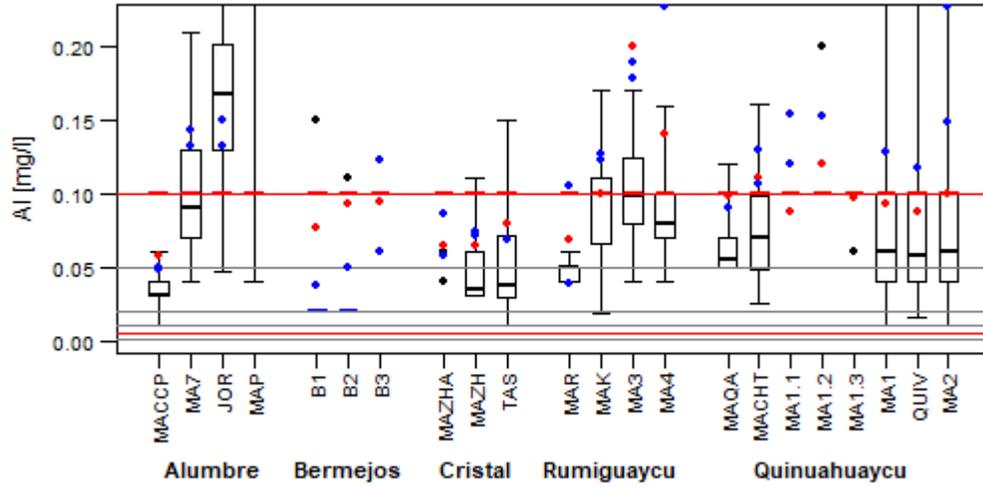
presentadas en el documento citado anteriormente. En caso de requerir mayor información acerca de los rangos y comportamiento por favor referirse el apartado de calidad de agua de la línea base del EIA del PMLL.



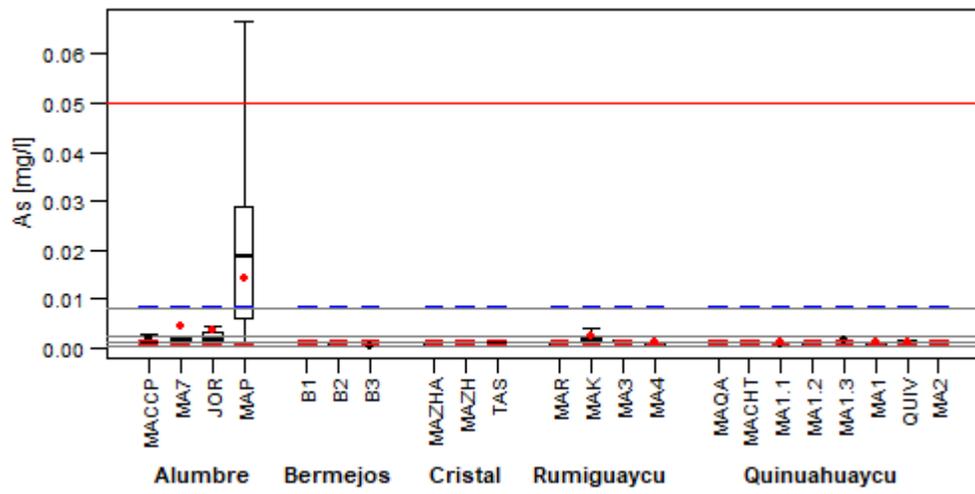
a)



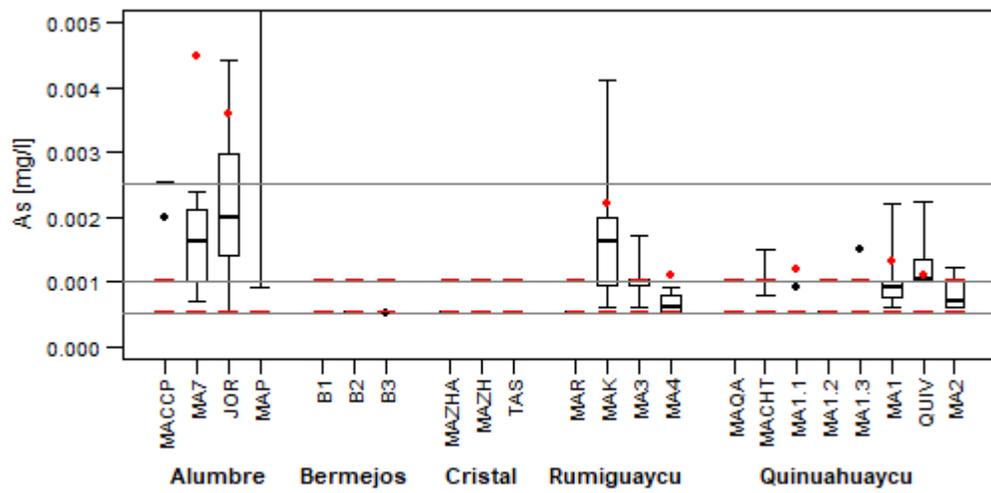
b)



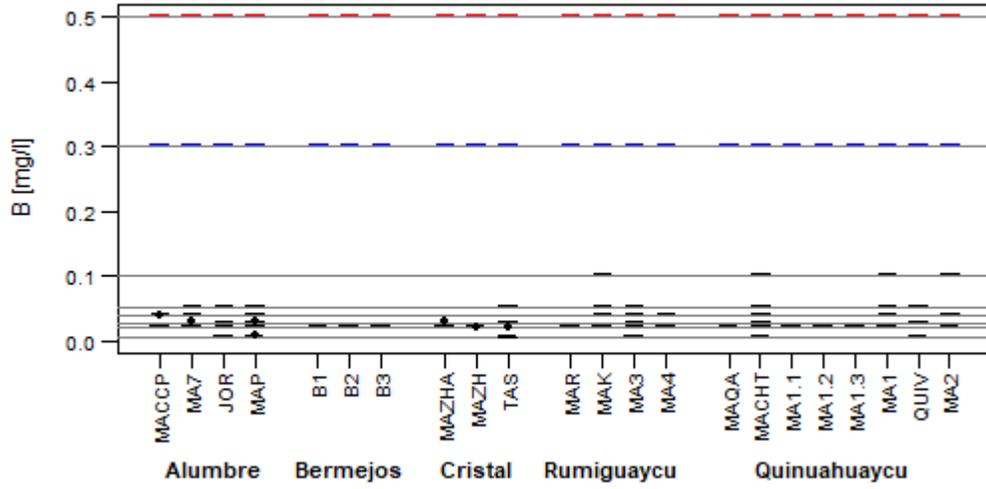
c)



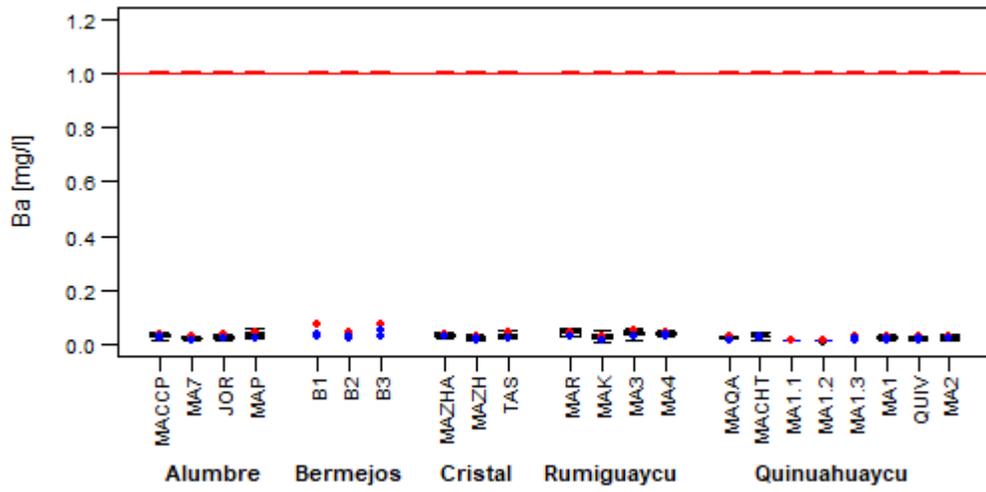
d)



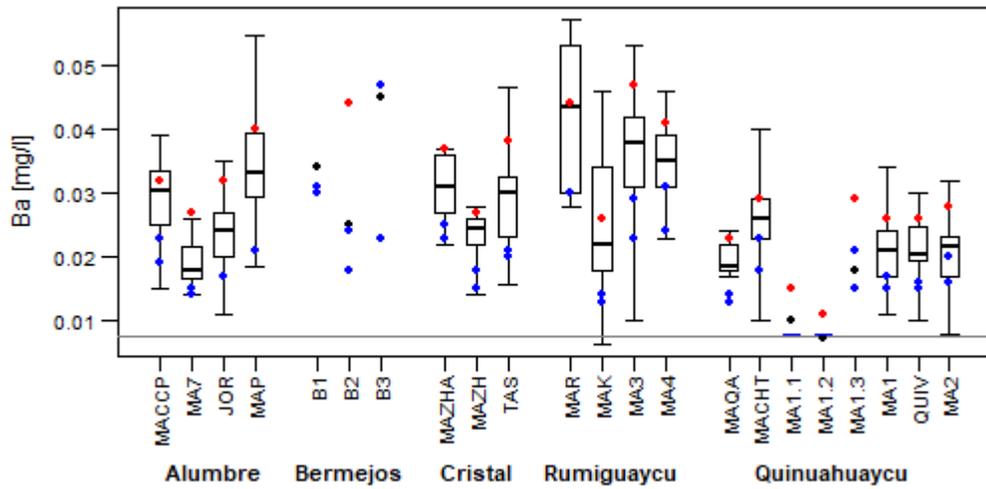
e)



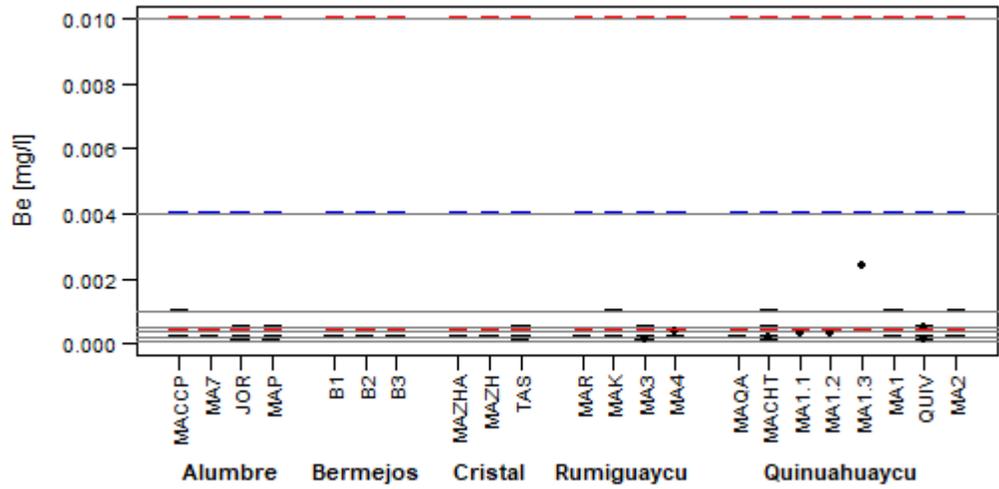
f)



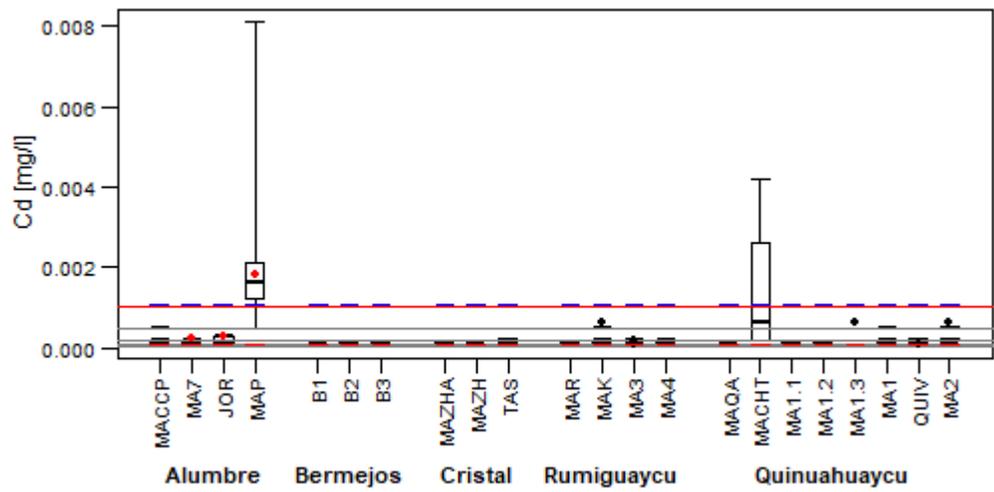
g)



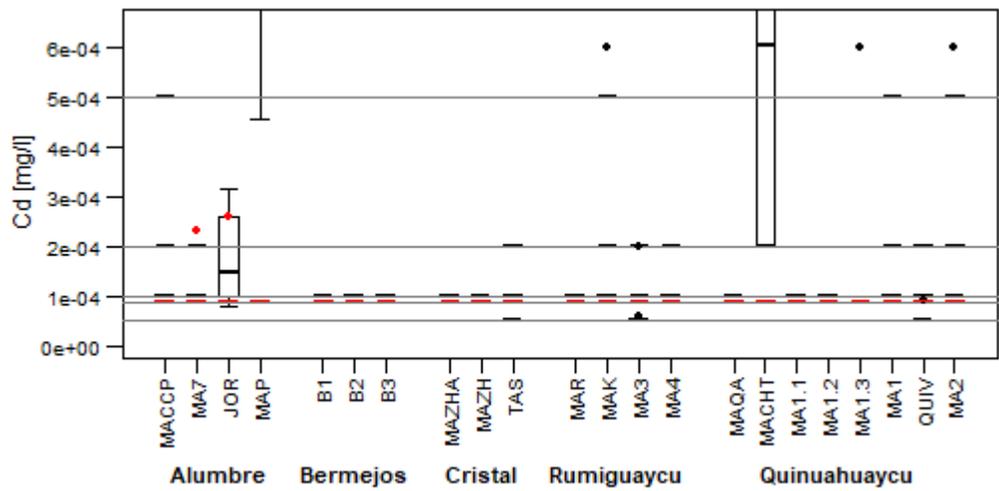
h)



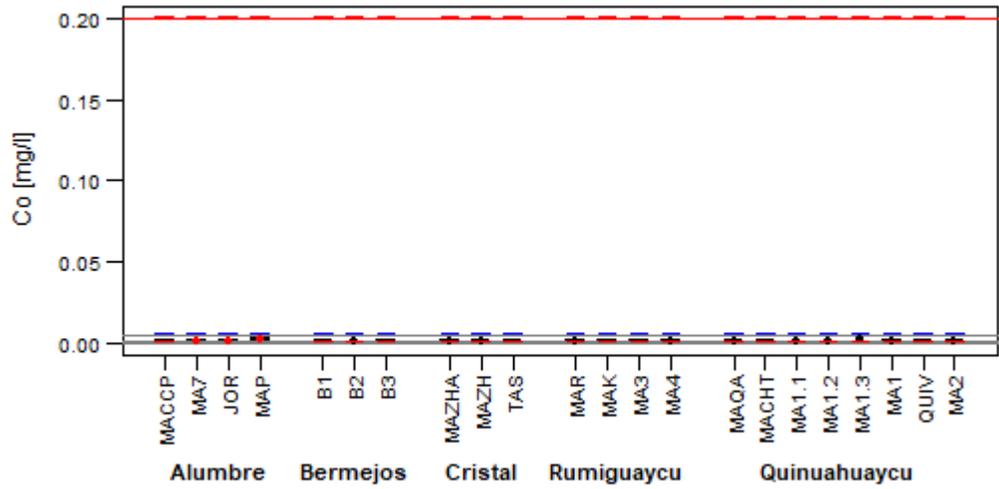
i)



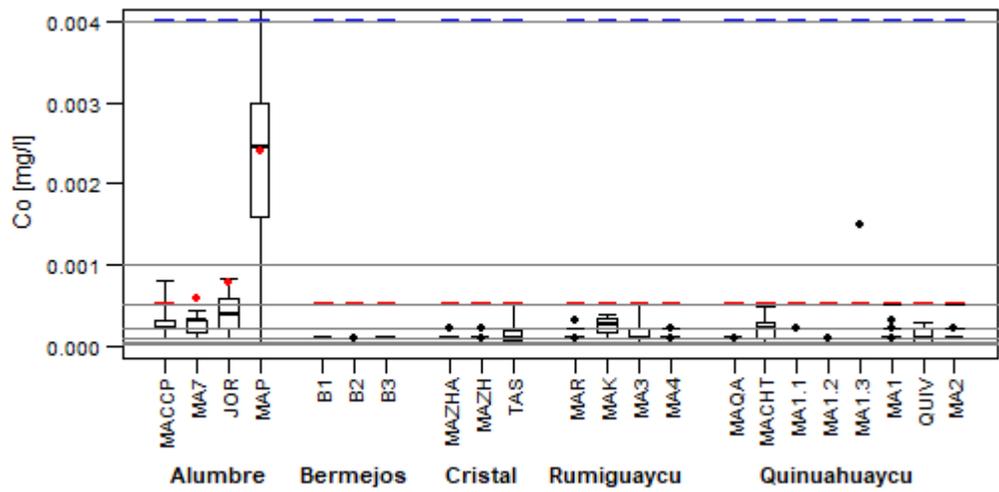
j)



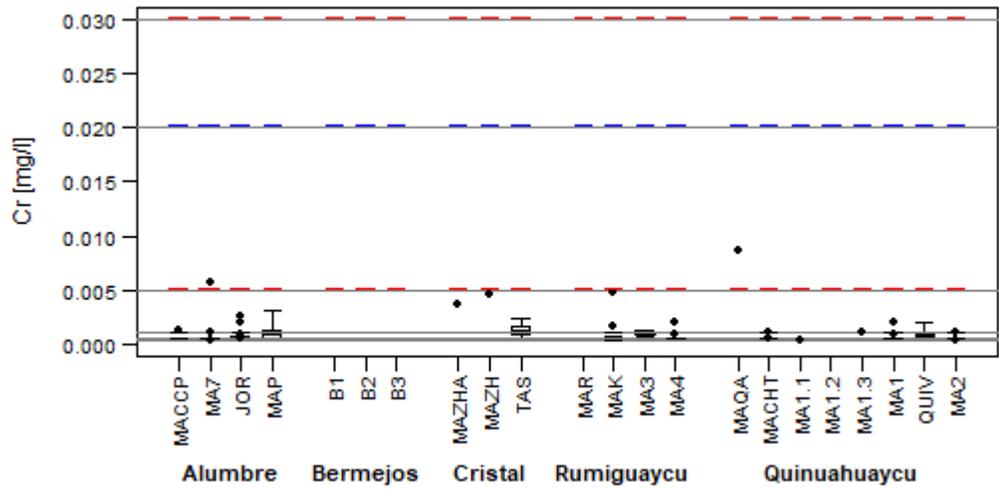
k)



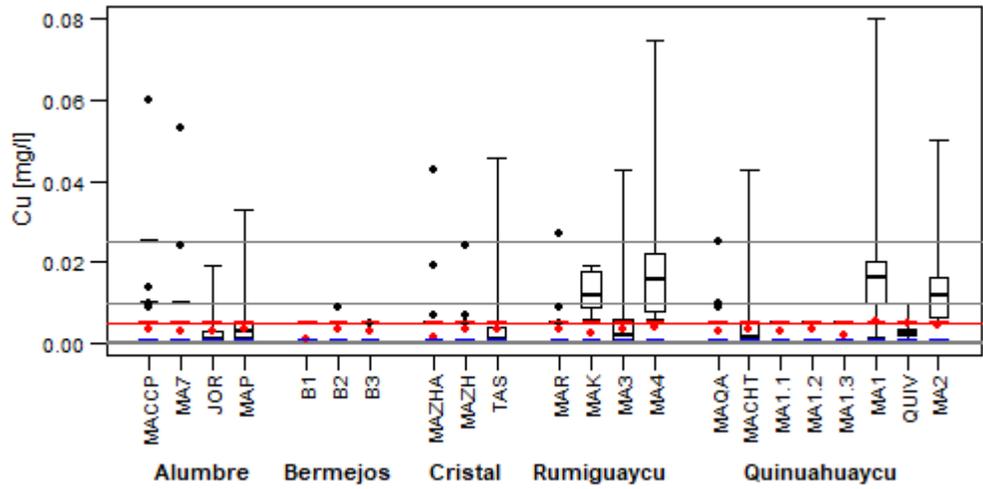
l)



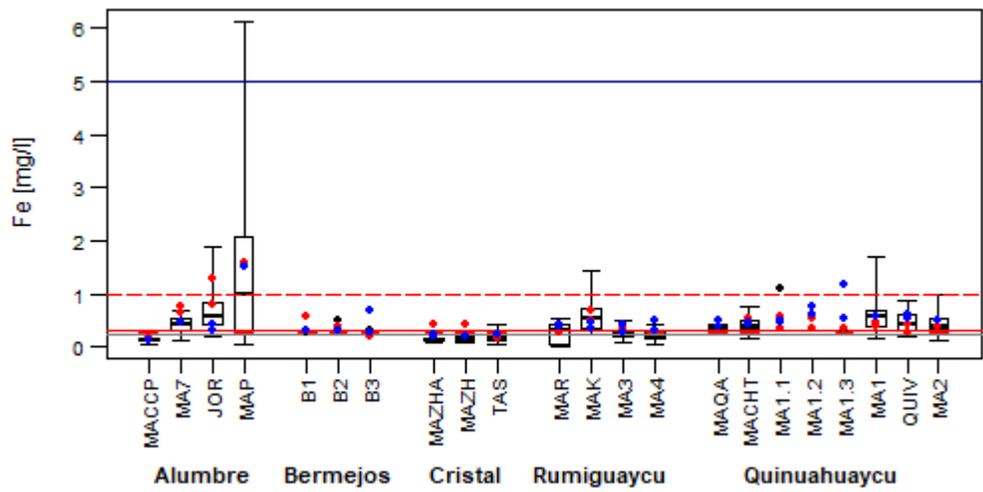
m)



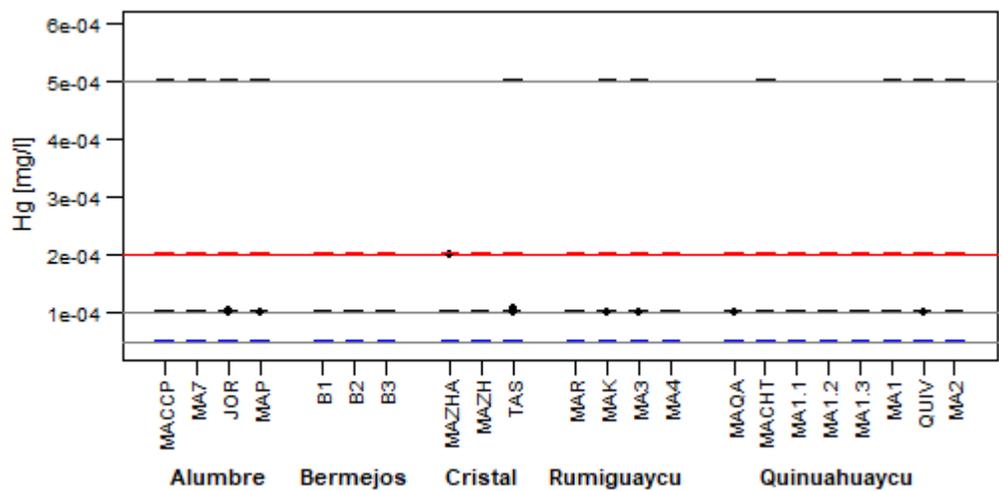
n)



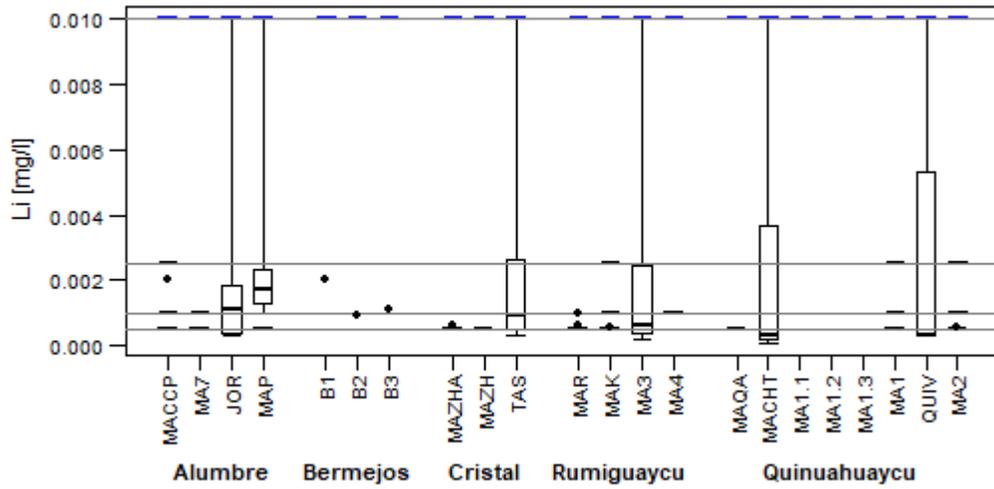
n)



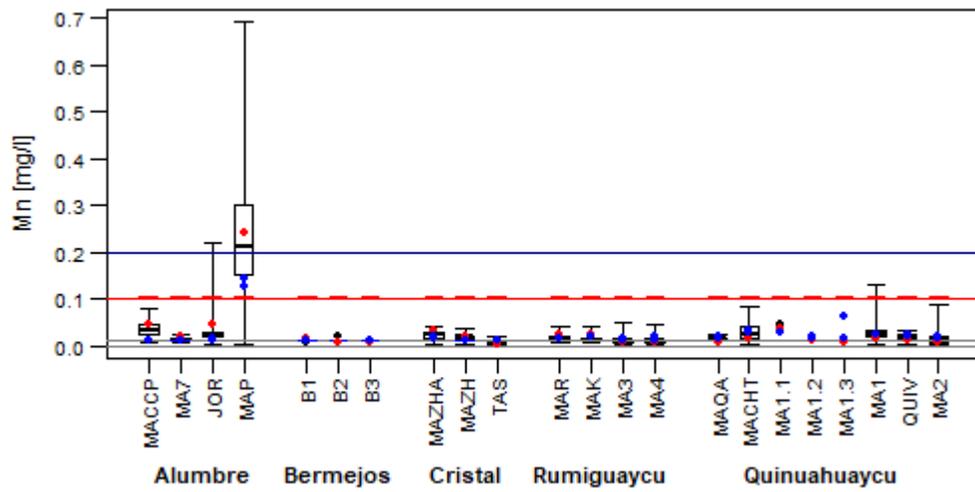
o)



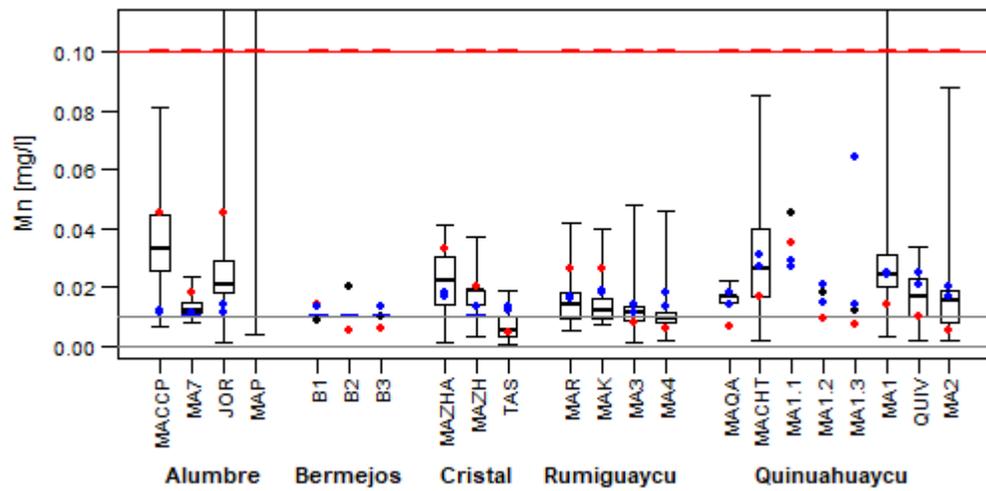
p)



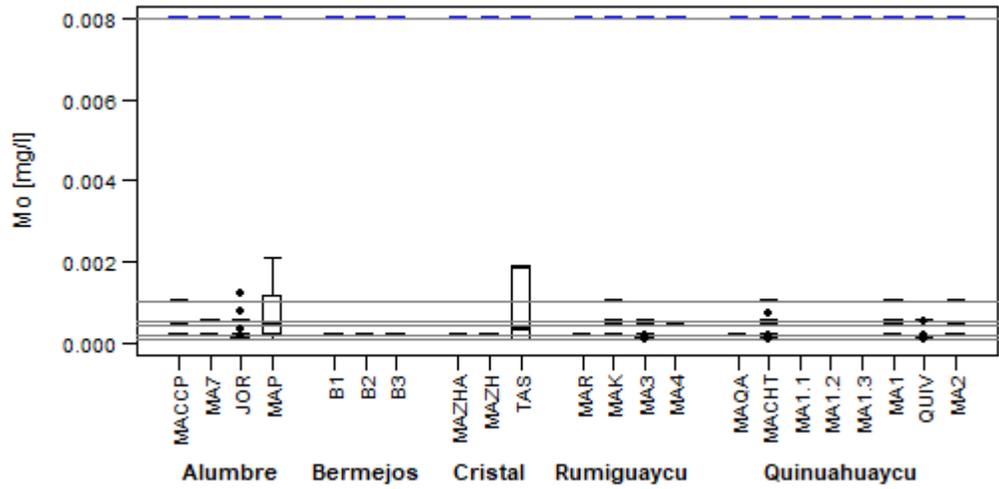
q)



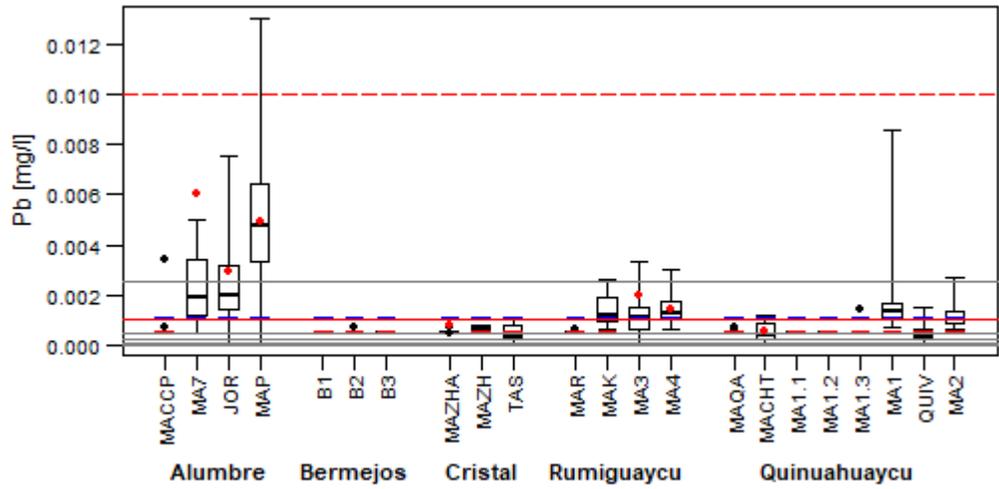
r)



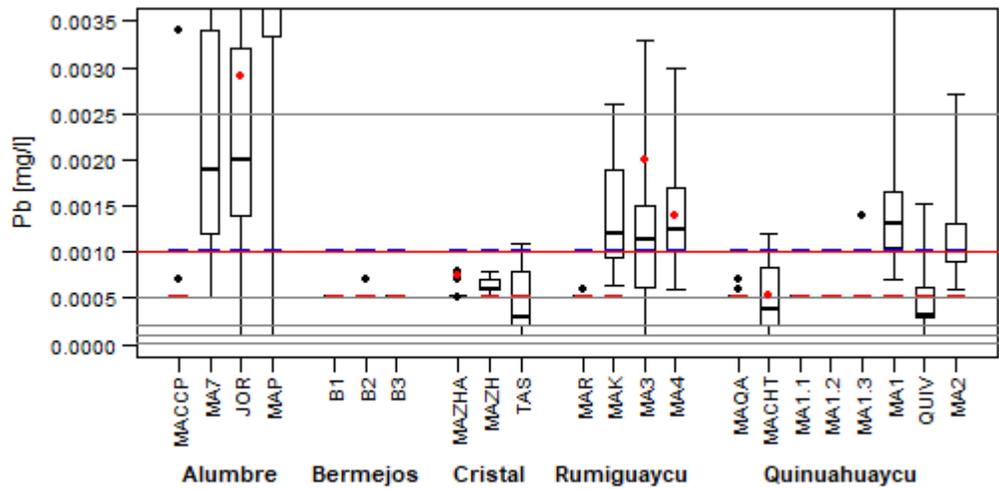
s)



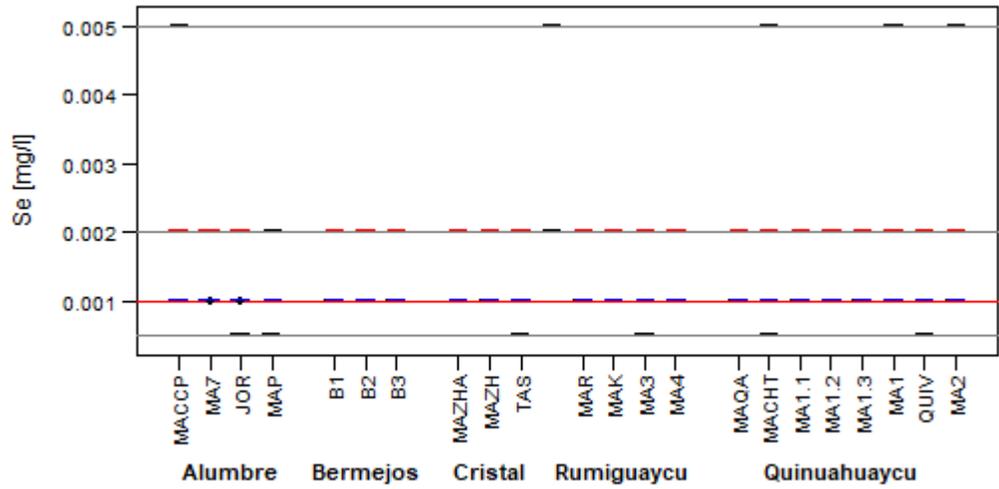
t)



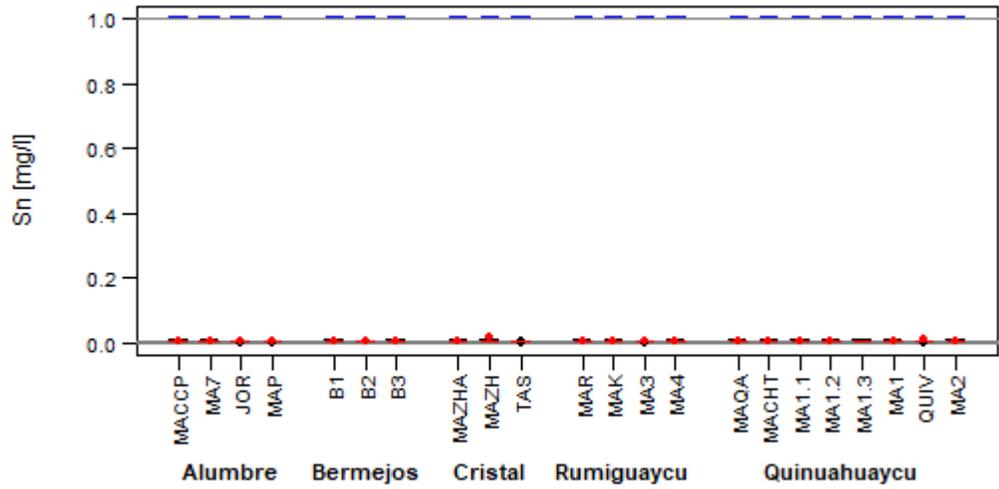
u)



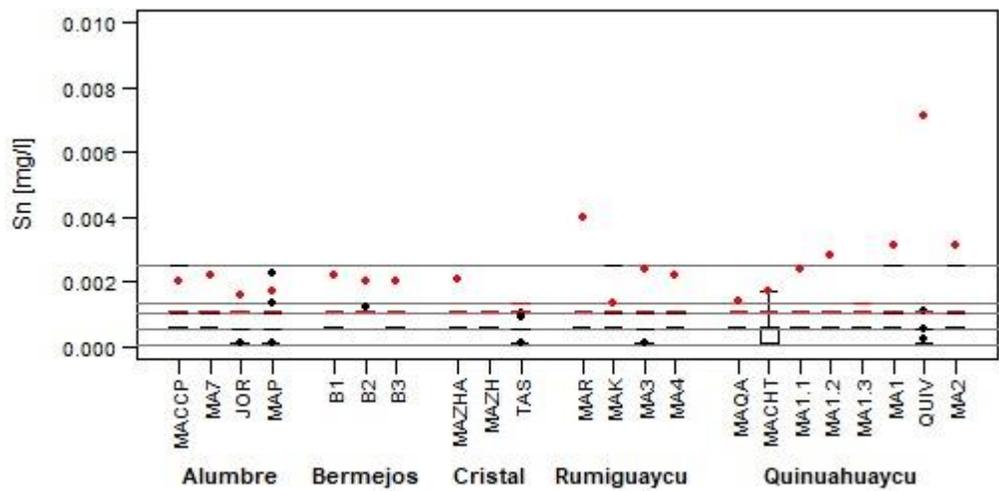
v)



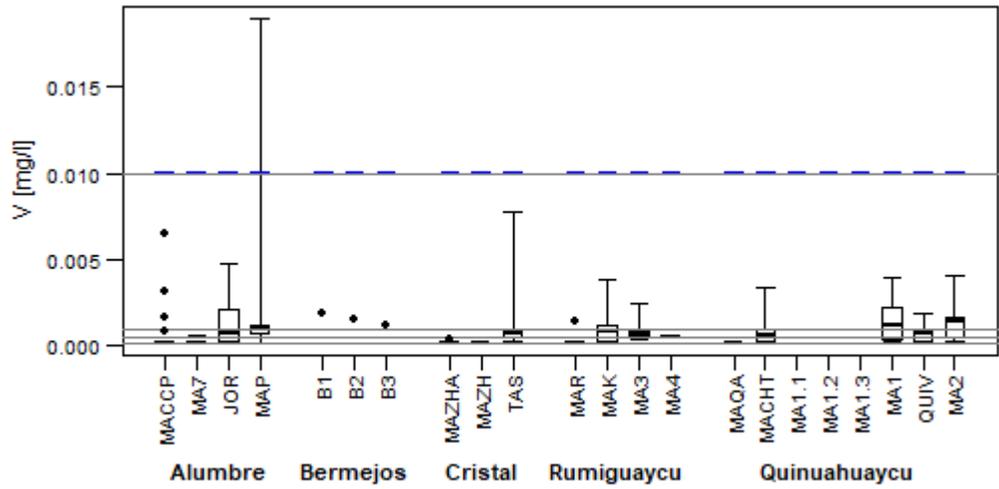
w)



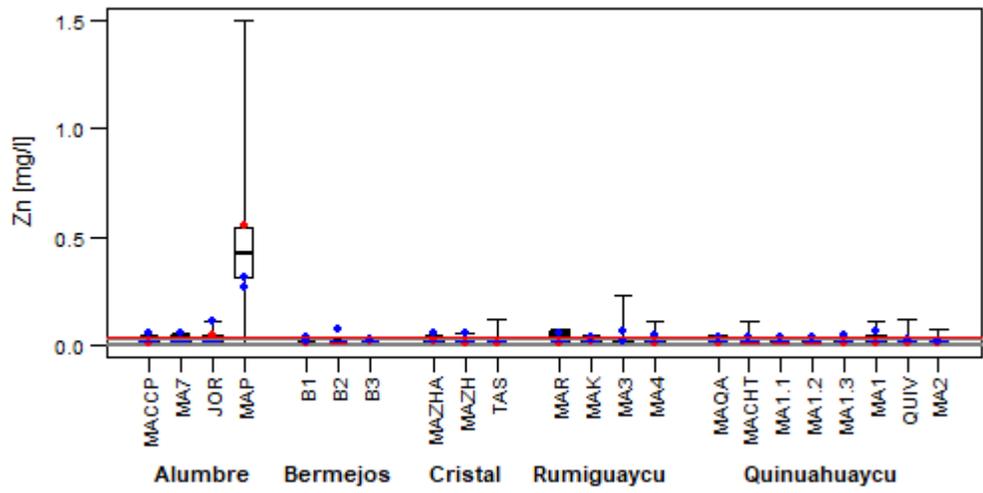
x)



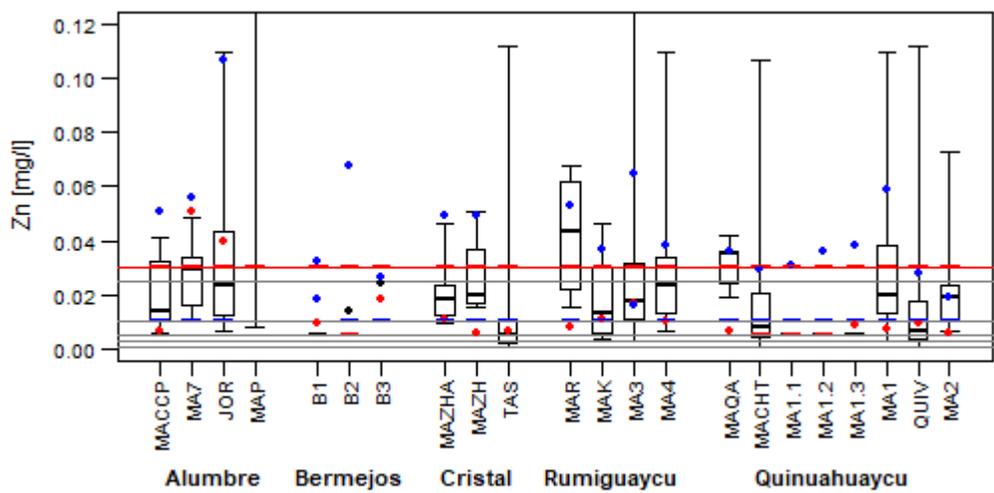
y)



z)



aa)



ab)

Figura 13. Diagramas de caja de parámetros cationes, cada gráfico contiene todo el conjunto de puntos (en vertical) agrupados por cuenca (en horizontal).

- Los parámetros de estas figuras son a) Ag - Plata, b) Al – Aluminio (0 - 2.5 mg/l), c) Al – Aluminio (0 - 0.2 mg/l), d) As – Arsénico (0 – 0.06 mg/l), e) As – Arsénico (0 – 0.005 mg/l), f) B – Boro, g) Ba – Bario (0 – 1.2 mg/l), h) Ba – Bario (0.01 – 0.05 mg/l), i) Be – Berilio, j) Cd – Cadmio (0-0.008 mg/l), k) Cd – Cadmio (0-6 e-4 mg/l), l) Co – Cobalto (0-0.02 mg/l), m) Co – Cobalto (0-0.004 mg/l), n) Cr - Cromo, ñ) Cu – Cobre, o) Fe – Hierro, p) Hg – Mercurio, q)) Li – Litio, r) Mn – Manganeseo (0-0.7 mg/l), s) Mn – Manganeseo (0 - 0.10 mg/l), t) Mo – Molibdeno, u) Pb – Plomo (0-0.012 mg/l), v) Pb – Plomo (0-0.0035 mg/l), w) Se – Selenio, x) Sn – Estaño (0 – 1.0 mg/l), y) Sn – Estaño (0 - 0.10 mg/l), z) V – Vanadio, aa) Zn – Zinc (0-1.5 mg/l) y ab) Zn – Zinc (0-0.12 mg/l). Las líneas horizontales representan en rojo punteadas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1, las líneas horizontales representan en rojo continuas los límites según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 2 (En el Aluminio existen dos líneas rojas debido a que se consideran dos límites 0.1 mg/l para muestras con pH mayor a 6.5 y 0.005 mg/l para muestras con pH menor a 6.5). Las líneas horizontales en azul según el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 Tabla 3 y las líneas horizontales en gris representan los límites de cuantificación. Las líneas cortas horizontales sobre los límites de cuantificación muestran que todas las muestras estuvieron por abajo del mismo y los puntos negros concentraciones medidas por arriba del límite de cuantificación al momento de la medición. Para los elementos que no se muestra el CCA el mismo es mucho mayor a las concentraciones graficadas. Los elementos repetidos corresponden a ampliaciones del eje vertical con el fin de ampliar y visualizar los puntos de monitoreo con concentraciones más bajas de mejor manera. Para los elementos que no se muestra el CCA el mismo es mucho mayor a las concentraciones graficadas. Todos los diagramas de caja corresponden a las concentraciones medidas en el período 2008-2020 presentado en la línea base del EIA del PMLL. Los puntos rojos representan las muestras tomadas los meses de octubre y noviembre de 2020 y los puntos azules las muestras tomadas en enero y febrero de 2021. En caso de que las muestras de este último monitoreo sean iguales a los límites de cuantificación se representaron con líneas horizontales cortas rojas o azules de acuerdo al mes y laboratorio.

Fuente: Gruentec, Reportes de laboratorio, 2008-2020. ANAVANLAB CIA.LTDA., reportes de laboratorio oct y nov 2020. CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS, reportes de laboratorio ene y feb 2021.

Elaboración: Juan Pesántez, Verónica Guamán.

4. Conclusiones

Luego de analizados los resultados del monitoreo realizado entre las fechas octubre 2020 y febrero 2021 en comparación a los resultados encontrados y reportados en la línea base del EIA del PMLL se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- Luego del análisis de las condiciones de caudal a las cuales se realizaron los nuevos monitoreos (octubre 2020 – febrero 2021) en las curvas de probabilidad de caudales, se pudo verificar las condiciones de caudal a las que se tomaron las muestras. Los monitoreos realizados en octubre y noviembre de 2020 y analizados en el laboratorio ANAVANLAB CIA.LTDA cubren las condiciones bajas y medias de caudal en todos los sitios mientras que los analizadas en enero y febrero del 2021 en laboratorios CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL ECUADOR CORPLABEC S.A. ALS cubren las condiciones altas de caudal en todos los sitios. De esta manera se puede demostrar que se cubren las condiciones hidrológicas de invierno y verano en todos los sitios. Esto garantiza que se caractericen los extremos hidroclimáticos que podrían influir en la calidad del agua.
- Se pudo verificar que la mayoría de concentraciones medidas entre los meses octubre 2020 y febrero 2021 siguen las tendencias reportadas en la línea base del EIA del PMLL, especialmente aquellas de los cationes totales. Lo cual valida la caracterización de la calidad de agua realizada en el EIA y que la línea base realizada es representativa de la zona de estudio.
- Adicionalmente, las muestras tomadas en los diferentes sitios de monitoreo en una misma cuenca siguieron la misma tendencia espacial lo cual respalda adicionalmente los resultados de la línea base para el EIA.
- Hay que considerar que los resultados de este informe provienen de laboratorios diferentes con equipos de análisis diferentes a los resultados históricos reportados durante el EIA, lo cual garantiza la caracterización de la calidad de agua en la línea base del EIA.

- Como excepción a las similitudes de las que se habló en el punto anterior se encontró que algunos parámetros (nitratos, DBO y tensoactivos), mostraron diferencias con los resultados de la línea base del EIA. Aunque estas concentraciones reportadas no excedieron los criterios de calidad de agua de la legislación ecuatoriana según el A.M. 097-A, Anexo 1 y por lo tanto no cambian las conclusiones principales de la línea base del EIA. Las concentraciones de los elementos antes mencionados deberán ser caracterizadas durante la fase de seguimiento del proyecto con mayor detenimiento.

5. Referencias

- Ahmad, S. (2012). On Efficient Monitoring of Process Dispersion using Interquartile Range. *Open Journal of Applied Sciences*, 02(04), 39–43. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2012.24b010>
- Feyen, J., Crespo, P., & Célleri, R. (2015). *Mining from a conflicting to a collaborative activity : Review of literature*. 6(2), 79–87.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis* (F. Mosteller (ed.)). ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY.
- Williamson, D. F., Parker, R. A., & Kendrick, J. S. (1989). The box plot: A simple visual method to interpret data. *Annals of Internal Medicine*, 110(11), 916–921. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-110-11-916>