



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

**EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL
ÁREA DE INFLUENCIA DE LA UNIDAD
MINERA SHAHUINDO DE SHAHUINDO
S.A.C., EN EL DISTRITO DE CACHACHI,
PROVINCIA DE CAJABAMBA,
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA,
DURANTE EL 2017 Y 2018**



SUBDIRECCION TECNICA CIENTIFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2018

↑
J
H
W
A



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

INFORME N.° 290 -2018-OEFA/DEAM-STEC

- A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental
- DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica
- LUIS ÁNGEL ANCCO PICHUILLA**
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía
- OSCAR ARTURO TEJADA CANO**
Especialista de Evaluaciones Ambientales Integrales
- SAÚL SAULO ALDAVE AGÜERO**
Tercero Evaluador
- MARVIN LUNA TELLO**
Tercero Evaluador
- AMERICO HUAYLLAS NAVARRO**
Tercero Evaluador



ASUNTO : Evaluación ambiental temprana en el área de influencia de la Unidad Minera Shahuindo de Shahuindo S.A.C. en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca durante el 2017 y 2018

REFERENCIA : Planefa 2018

FECHA : Lima, 27 SEP. 2018 2018-101-35411

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA

Datos generales de la evaluación ambiental temprana en la UM Shahuindo

a.	Ubicación general	Distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia de la UM Shahuindo
c.	Antecedente	Planefa 2018
d.	Objetivo general	Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia de la unidad minera Shahuindo, durante el 2017 y 2018
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental temprana

Cantidad de puntos evaluados por matriz en el área de influencia de la UM Shahuindo, durante el 2017 y 2018

a.	Fecha de comisión	Primer monitoreo	6/05/2017 al 21/05/2017
		Segundo monitoreo	14/03/2018 al 26/03/2018
b.	Puntos evaluados	Primer monitoreo	



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

	Agua superficial	27
	Manantiales	3
Hidrobiología	Perifiton	26
	Macroinvertebrados bentónicos	26
Sedimento	27	
Efluentes industrial	1	
Aire	4	
Segundo monitoreo		
	Agua superficial	43
	Manantiales	16
Hidrobiología	Perifiton	37
	Macroinvertebrados bentónicos	35
Sedimento	27	
Efluentes industriales y/o drenaje ácido	2	
Agua subterránea	2	

Parámetros que incumplieron la normativa en el área de influencia de la UM Shahuindo, durante el 2017 y 2018

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
Agua	pH	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Choloque: QCho2 Manantial FNat2 Manantial FNat3 Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Colpa: QCol1 Quebrada Caipuro: QCai1 Quebrada Los Merinos: QLMer1 Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Contrahierba: QCHie1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada La Vieja: QLVie1 Manantial FNat6 Manantial FNat3 Manantial FNat14 Manantial FNat11 Manantial FNat21a Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Araqueda: QAra2 Río Cañaris: RCañ2 Río Condebamba: RCon1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2 Manantial Laguna Tapada: LTap1 Quebrada El Pacae: QEPac1 	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Choloque: QCho2 Manantial FNat2 Manantial FNat3 Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Colpa: QCol1 Quebrada Caipuro: QCai1 Quebrada Los Merinos: QLMer1 Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada ContraHierba: QCHie1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada La Vieja: QLVie1 Manantial FNat6 Manantial FNat3 Manantial FNat14 Manantial FNat11 Manantial FNat21a Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Araqueda: QAra2 Río Cañaris: RCañ2 Río Condebamba: RCon1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2 Manantial Laguna Tapada: LTap1

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Moyán: QMoy2 Quebrada Chilca: QChil1 Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1b 	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Moyán: QMoy2 Quebrada Chilca: QChil1 Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1b
	Oxígeno disuelto	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat2 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat26 Manantial FNat23 Manantial FNat2 Manantial FNat11 Manantial FNat11A Manantial FNat11B 	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat2 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat26 Manantial FNat23 Manantial FNat2 Manantial FNat11 Manantial FNat11A Manantial FNat11B
	Sulfatos	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c 	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c
	Aluminio total	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Río Condebamba: RCon2 y RCon3 Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A Quebrada Higuierón: QHig1 	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Río Condebamba: RCon2 y RCon3 Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A Quebrada Higuierón: QHig1
	Arsénico total	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración 1 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2 	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración 1 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2





«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA (1)	Norma vigente (2)
Agua	Cadmio total	Primer monitoreo: • Quebrada Chupaya: QChu2 • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Cañaris: RCañ2 • Quebrada Shingomate: QShi1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1, QShi1a, QShi1b y QShi1c • Quebrada Chupaya: QChu1b y QChu2 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A y QLMer1B • Río Cañaris: RCañ2	Primer monitoreo: • Quebrada Chupaya: QChu2 • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Cañaris: RCañ2 • Quebrada Shingomate: QShi1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1, QShi1a, QShi1b y QShi1c • Quebrada Chupaya: QChu1b y QChu2 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A y QLMer1B • Río Cañaris: RCañ2
	Cobalto total	Primer monitoreo: • Manantial FNat3 • Quebrada Caipuro: QCai1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c • Quebrada sin nombre 3: QRMach1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2	Primer monitoreo: • Manantial FNat3 • Quebrada Caipuro: QCai1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c • Quebrada sin nombre 3: QRMach1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2
	Cobre total	Primer monitoreo: • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Chimín: Rchi2 • Río Cañaris: RCañ2 • Quebrada Shingomate: QShi1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1, QShi2, QShi1a y QShi1b • Quebrada sin nombre 3: QRMach1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Cañaris: RCañ2	Primer monitoreo: • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Chimín: Rchi2 • Río Cañaris: RCañ2 • Quebrada Shingomate: QShi1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1, QShi2, QShi1a y QShi1b • Quebrada sin nombre 3: QRMach1 • Quebrada Los Merinos: QLMer1A • Quebrada Caipuro: QCai1 • Río Cañaris: RCañ2
	Hierro total	Primer monitoreo: • Quebrada Choloque: QCho2 • Quebrada Chupaya: QChu1 • Quebrada Shahuindo: QSha1 • Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 • Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c • Río Condebamba: RCon2 y RCon3 • Quebrada La Vieja: QLVie1 • Quebrada sin nombre 2: QRMach1 • Quebrada Choloque: QCho2	Primer monitoreo: • Quebrada Choloque: QCho2 • Quebrada Chupaya: QChu1 • Quebrada Shahuindo: QSha1 • Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 • Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: • Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c • Río Condebamba: RCon2 y RCon3 • Quebrada La Vieja: QLVie1 • Quebrada sin nombre 2: QRMach1



Handwritten blue ink marks and signatures on the left side of the page.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración1 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2 	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración1 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada Caipuro: QCai1 Río Cañaris: RCañ2
	Manganeso total	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat3 Quebrada Chupaya: QChu1 y QChu2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Colpa: QCol1 Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 Quebrada Caipuro: QCai1 Quebrada Moyán: QMoy1 Quebrada Los Merinos: 1 punto Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Shingomate: QShi1 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1a, QShi1b, QShi1c y QShi1 Quebrada La Chilca: QChil1 Quebrada El Grajo: QEGra1 Río Condebamba: RCon2 y RCon3 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración1 Manantial FNat14 Manantial FNat3 Manantial Laguna Tapada: LTap1 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2 Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada Tranca El Agua: QTEAg1 Quebrada Caipuro: QCai1 	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Manantial FNat3 Quebrada Chupaya: QChu1 y QChu2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada Colpa: QCol1 Río Condebamba: RCon1, RCon2 y RCon3 Quebrada Caipuro: QCai1 Quebrada Moyán: QMoy1 Quebrada Los Merinos: 1 punto Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Shingomate: QShi1 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1a, QShi1b, QShi1c y QShi1 Quebrada La Chilca: QChil1 Quebrada El Grajo: QEGra1 Río Condebamba: RCon2 y RCon3 Quebrada sin nombre 2: Qs/n2 Quebrada Choloque: QCho2 Quebrada Chupaya: QChu1, QChu1b y QChu2 Manantial Filtración1 Manantial FNat14 Manantial FNat3 Manantial Laguna Tapada: LTap1 Quebrada Shahuindo: QSha1 Quebrada sin nombre 3: QRMach1 Quebrada Los Merinos: QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2 Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada Tranca El Agua: QTEAg1 Quebrada Caipuro: QCai1
	Plomo total	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Caipuro: QCai1 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada Choloque: QCho2 	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Caipuro: QCai1 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c Quebrada Higuierón: QHig1 Quebrada La Vieja: QLVie1 Quebrada Choloque: QCho2



Handwritten signatures and initials in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu1 y Qchui2 Manantial Filtración1 	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu1 y Qchui2 Manantial Filtración1
	Zinc total	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c 	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: QChu2 Quebrada Caipuro: QCai1 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c
	Bario total	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial Filtración1 	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Manantial Filtración1
	Conductividad eléctrica	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c 	Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shingomate: QShi1b y QShi1c
Efluentes	pH	--	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Bocamina abandonada en la zona de minería informal Chupaya (Qs/n1) Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> [Qs/n1 (bocamina abandona en la zona de minería informal Chupaya) EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
	Sólidos totales en suspensión	--	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
	Arsénico total	--	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> [Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
	Cadmio total	--	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
	Hierro disuelto	--	Primer monitoreo: • Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) Segundo Monitoreo: • [Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) • EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
	Zinc total	--	Primer monitoreo: • Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) Segundo Monitoreo: • [Qs/n1 (bocamina mal abandona en la zona de minería informal Chupaya) • EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
	Cobre total	--	Segundo Monitoreo: • EF-Alg1 (Efluente proveniente de la bocamina nivel 5 en la zona minera artesanal de Algamarca)
Agua subterránea	pH	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo)	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo)
	Cobre total	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo)	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo)
	Hierro total	Segundo monitoreo: • PZ-7 (microcuenca El Pacae)	Segundo monitoreo: • PZ-7 (microcuenca El Pacae)
	Manganeso total	Segundo monitoreo: • PZ-7 (microcuenca El Pacae)	Segundo monitoreo: • PZ-7 (microcuenca El Pacae)
	Plomo total	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo) • PZ-7 (microcuenca El Pacae)	Segundo monitoreo: • PZ-1 (microcuenca Shahuindo) • PZ-7 (microcuenca El Pacae)
Sedimentos	Arsénico total	Primer monitoreo: • Quebrada Araqueda: SED-Ara2 • Quebrada Colpa: SED-QCol2 • Río Condebamba: SED-RCon2 y SED-RCon3 • Quebrada Lanla: SED-QLan1 • Quebrada Caipuro: SED-QCai1	--



Handwritten signature and initials in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Río Cañaris: SED-RCañ1 y SED-RCañ2 Río Chimín: SED-RChi2 Quebrada Moyán: SED-QMoy1 y SED-QMoy2 Quebrada Sauce: SED-QSau1 Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 Quebrada El Pacae: QEPac1 Quebrada Choloque: SED-QCho1 y SED-QCho2 Quebrada Chupaya: SED-QChu1 y SED-QChu2 Bocamina mal abandonada (Qs/n1) Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 Quebrada Higuierón: SED-QHig1 Quebrada Contrahierba: SED-QCHie1 Quebrada Shingomate: SED-QShi1 y QShi2 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: SED-QChu1, SED-QChu1b y SED-QChu2 Quebrada La Vieja: SED-QLVie1 Quebrada Choloque: SED-QCho1A, SED-QCho2A y SED-QCho2 	
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 Río Condebamba: SED-RCon2 y SED-RCon3 Quebrada Caipuro: SED-QCai1 Río Cañaris: SED-RCañ1 y SED-RCañ2 Quebrada sin nombre 3: SED-QRMach1 Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 y SED-QLMer2 Quebrada Sauce: SED-QSau1 Quebrada Higuierón: SED-QHig1 Quebrada El Pacae: SED-QEPac1 Quebrada Contrahierba: SED-QCHie1 Quebrada Moyán: SED-QMoy2 Quebrada Shingomate: SED-QShi1, SED-QShi2, SED-QShi1a, SED-QShi1b y SED-QShi1c Quebrada La Chilca: SED-QChil1 Quebrada El Grajo: SED-QEGra1 Quebrada Cabrejos: SED-QCab1 	



A
S
L
y



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> • Pasivo ambiental ubicado en Algamarca (relaves SED-REL-Alg) 	
	Cadmio total	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Caipuro: SED-QC • Río Chimín: SED-RChi2 • Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 • Quebrada Choloque: SED-QCho1 • Quebrada Chupaya: SED-QChu1 y SED-QChu2 • Bocamina mal abandonada (Qs/n1) • Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 • Quebrada Shingomate: SED-QShi1 • Río Condebamba: SED-RCon3 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Chupaya: SED-QChu1, SED-QChu1b y SED-QChu2 • Quebrada La Vieja: SED-QLVie1 • Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 • Río Condebamba: SED-RCon3 • Quebrada Caipuro: SED-QCai1 • Río Cañaris: SED-RCañ1 y SED-RCañ1 • Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 y SED-QLMer2 • Quebrada Sauce: SED-QSau1 • Quebrada Higuierón: SED-QHig1 • Quebrada El Pacae: SED-QEPac1 • Quebrada Moyán: SED-QMoy2 • Quebrada Shingomate: SED-QShi1a, SED-QShi1b, SED-QShi1c, SED-QShi1 y SED-QShi2 • Pasivo ambiental ubicado en Algamarca (relaves SED-REL-Alg) 	--
	Cobre total	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Araqueda: SED-QAra2 • Quebrada Caipuro: SED-Cai1 • Río Cañaris: SED-RCañ2 • Río Chimín: SED-RChi2 • Quebrada Moyán: SED-Moy1 y SED-Moy2 • Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 • Quebrada El Pacae: SED-QELPac1 	--



Handwritten signature and initials in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: SED-QChu2 Quebrada Shingomate: SED-QShi1 Río Condebamba: SED-RCon3 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Choloque: SED-QCho1A Quebrada Caipuro: SED-QCai1 Río Cañaris: SED-RCañ2 Quebrada sin nombre 3: SED-QRMach1 Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 y SED-QLMer2 Quebrada El Pacae: SED-QEPac1 Quebrada Moyán: SED-QMoy2 Quebrada Shingomate: SED-QShi1, SED-QShi2, SED-QLMer1a, SED-QLMer1b y SED-QLMer1a Quebrada La Chilca: SED-QChil1 Pasivo ambiental ubicado en Algamarca (relaves SED-REL-Alg) 	
		Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Colpa: SED-QCol2 Quebrada Caipuro: SED-QCai1 Río Cañaris: SED-RCañ2 Segundo Monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Chupaya: SED-QChu2 Quebrada Choloque: SED-QCho2 Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 Quebrada sin nombre 3: SED-QRMach1 Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 y SED-QLMer2 Quebrada Shingomate: SED-Shi1a Pasivo ambiental ubicado en Algamarca (relaves SED-REL-Alg) 	--
	Mercurio total	Primer monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> Quebrada Caipuro: SED-QCai1 Quebrada Choloque: SED-Cho1 y SED-Cho2 Quebrada Chupaya: SED-QChu1 y SED-QChu2 Bocamina mal abandonada (Qs/n1) Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 Quebrada Shingomate: SED-QShi1 	--



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> • Río Condebamba: SED-RCon3 • Quebrada Higuierón: SED-QHig1 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Chupaya: SED-QChu1, SED-QChu1b y SED-QChu2 • Quebrada La Vieja: SED-QLVie1 • Quebrada Choloque: SED-QCho1A, SED-QCho2A, SED-QCho2 • Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 • Quebrada Caipuro: SED-QCai1 • Quebrada Los Merinos: SED-QLMer2 • Quebrada Shingomate: SED-QShi1a, SED-QShi1b, SED-QShi1c, SED-QShi1 y SED-QShi2 • Quebrada La Chilca: SED-QChil1 • Quebrada El Grajo: SED-QEGra1 	
	Zinc total	<p>Primer monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Caipuro: SED-QCai1 • Quebrada Los Merinos: SED-QLMer1 • Quebrada El Pacae: SED-QEPac1 • Quebrada Choloque: SED-QCho1 • Quebrada Moyán: SED-QMoy1 • Quebrada Chupaya: SED-QChu1 y SED-QChu2 • Bocamina mal abandonada (Qs/n1) • Quebrada Shahuindo: SED-QSha1 • Quebrada Shingomate: SED-QShi1 • Río Condebamba: SED-RCon3 <p>Segundo Monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Chupaya: SED-QChu1b y SED-QChu2 • Quebrada Caipuro: SED-QCai1 • Quebrada El Pacae: SED-QEPac1 • Quebrada Shingomate: SED-QShi1a, SED-QShi1b, SED-QShi1c, SED-QShi1 y SED-QShi2 • Quebrada El Grajo: SED-QEGra1 	--
Aire	PM10	--	Primer monitoreo:



1
f
S
1
y



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente ⁽²⁾
			<ul style="list-style-type: none"> • Caserío San José (CA-SJos1) 13/05/2017, 14/05/2017 y 16/05/2017

⁽¹⁾: Agua: Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM; Aire: Decreto Supremo N° 074-2001-PCM ⁽²⁾: Agua: D.S. N° 004-2017-MINAM. Aire: Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Efluentes: D.S. N° 010-2010-MINAM. Sedimento: CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines – Sediment Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales.

2. PRINCIPALES CONCLUSIONES

2.1 Calidad de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas

Microcuenca Shahuindo (zona I)

Se identificó un drenaje proveniente de una bocamina abandonada, de pH ácido y elevadas concentraciones de Al, As, Fe, Mn, Ni, Zn, Co y Cd, que descarga en la quebrada Chupaya, alterando su calidad. Esta condición se refleja en la disminución del pH a ligeramente ácido y el incremento hasta superar los ECA para Agua-Cat3 en las concentraciones de Al, As, Fe y Mn. Cabe señalar que, la bocamina no se encuentra en el Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros, aprobado el 12 de junio de 2018 mediante Resolución Ministerial N.º 224-2018-MEM/DM.

Por otro lado, la concentración de As y Hg en el sedimento de la quebrada Chupaya (aguas abajo de la bocamina abandonada) se incrementó hasta superar el valor PEL de la CEQG; con respecto al Hg su presencia se registró solo una vez. Del mismo modo, esta zona registró una disminución de la riqueza y abundancia de las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos, además la calidad ecológica fue «pésima» con respecto a la «buena» calidad ecológica en el punto aguas arriba. Además, se resalta la presencia de los ordenes Coleoptera y Diptera en macroinvertebrados bentónicos, mientras que de las comunidades de perifiton (microalgas) se destaca la presencia de los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria.

Los manantiales FNat1 y FNat2, ubicados aguas abajo de la bocamina abandonada, descargan en la quebrada Chupaya. El manantial FNat1 de facies sulfatadas cálcicas presentó concentraciones de Ba, As, Fe y Mn que superaron referencialmente los ECA para Agua-Cat3. Mientras que en el manantial FNat2 de facies bicarbonatadas cálcicas, ningún parámetro excedió referencialmente los ECA para Agua-Cat3. En ambos casos, presentaron aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Por otro lado, el manantial FNat3 «Los Encuentros», que descarga en la quebrada Choloque, presentó concentraciones de Al, As, Fe y Mn que superaron referencialmente el estándar mencionado, además su facie es sulfatada cálcica y aguas ácidas con baja concentración de metales.

Los puntos ubicados en la parte alta de la quebrada Choloque presentaron facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales, y concentraciones de Fe que superaron los ECA para Agua-Cat3. Sin embargo, luego de pasar por una ladera erosionada, cambiaron a sulfatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad, pero con alta concentración de metales; a su vez el pH varió a ligeramente ácido y se incrementó las concentraciones de Al, As, Cd, Fe, Mn y Pb, aguas abajo hasta superar el referido estándar. Del mismo modo el Hg en los sedimentos aguas arriba presentó concentraciones que se



Handwritten notes in blue ink: a vertical line with an arrow pointing up, followed by the letters 'A', 'S', 'I', and 'C' stacked vertically.



encontraron por debajo de los valores de la CEQG, incrementando aguas abajo hasta superar el valor PEL de la norma. Así mismo, las comunidades hidrobiológicas registraron una disminución de la riqueza y abundancia de las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos, variando su calidad ecológica de «buena» a «pésima». Estos cambios se deben a las lluvias que generan escorrentías o deslizamientos de tierra sin cobertura vegetal alterada por las actividades mineras artesanales de la zona de Chupaya, lo que se corrobora con la presencia de sólidos suspendidos. Cabe mencionar que las concentraciones de metales en la quebrada choloque disminuyen luego de recibir el aporte del manantial FNat3.

Las quebradas La Vieja (QLVie1) y Sin nombre 2 (Qs/n2), evaluadas en marzo-2018, aportantes de la quebrada Choloque y ubicadas aguas arriba de las actividades mineras artesanales de la zona de Chupaya, de pH ácidos, presentaron concentraciones de Al, As, Fe y Mn, que incumplieron los ECA para Agua-Cat3. Con respecto a la hidroquímica, ambas presentan facies sulfatadas cálcicas. No obstante, según el diagrama de Ficklin, clasifica las aguas de la quebrada La Vieja con baja concentración de metales y cercanas a la neutralidad; mientras que, a la quebrada Sin nombre 2, la clasifica con baja concentración de metales, pero de aguas ácidas. La concentración de As y Pb en el sedimento de la quebrada La Vieja (SED-QLVie1) superó referencialmente el valor PEL de la CEQG.

La quebrada Shahuindo formada por la confluencia de las quebradas Choloque y Chupaya presentó valores de pH ligeramente ácidos y concentraciones de Al, Fe y Mn que incumplieron los ECA para Agua-Cat3; está quebrada presenta facies sulfatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. La concentración de As y Hg en el sedimento de la quebrada Shahuindo superó el valor PEL de la CEQG. Además, las comunidades hidrobiológicas registraron valores bajos de riqueza y abundancia de las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos, con una calidad ecológica fue «pésima». Cabe mencionar que los aportes de la quebrada Choloque contribuyen a la disminución de las concentraciones de metales en agua y sedimentos, y a la disminución de la riqueza y abundancia de las comunidades hidrobiológicas.

Las aguas subterráneas del punto PZ-1, ubicado gradiente abajo del tajo, presentó pH ácido y concentraciones de OD, DQO, Al, Cu y Pb, que incumplieron referencialmente los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies sulfatadas potásicas y sus aguas son ácidas con baja concentración de metales.

Microcuenca Crisbamba (zona II)

En la quebrada Araqueda, evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, se observó que los valores de pH y Mn en el punto ubicado aguas abajo del centro poblado Araqueda, se incrementaron en relación al punto aguas arriba. Sin embargo, en los puntos evaluados, el pH y Mn incumplieron los ECA para Agua-Cat3 en marzo-2018. Además, en ambos puntos las facies son sulfatadas cálcicas y sus aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Del mismo modo, las concentraciones de As y Cu en el sedimento (mayo-2017) se incrementaron hasta superar referencialmente el valor ISQG de la CEQG. Por otro lado, las comunidades hidrobiológicas mostraron el mismo comportamiento en ambos puntos, en cuanto a la riqueza y abundancia de las comunidades del perifiton y macroinvertebrados bentónicos, resaltando la presencia de los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera.



En la quebrada La Colpa, evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, en el punto aguas arriba los valores de pH y Mn incumplieron los ECA para Agua-Cat3, y al recibir el aporte de las quebradas, el pH y Fe aumentan y el Mn disminuye, en el caso del Fe llegó a superar el estándar referido. Además, ambos puntos presentan facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. La concentración de As y Hg en el sedimento (mayo-2017) aguas arriba superó el valor PEL de la CEQG, disminuyendo en el punto aguas abajo hasta por debajo de los valores de esta norma. Por otro lado, la riqueza y la abundancia de la comunidad del perifiton, y la comunidad de macroinvertebrados bentónicos tuvieron un comportamiento similar en ambos puntos. La calidad ecológica del tramo evaluado fue «buena».

Subcuenca Condebamba (zona III)

En el tramo evaluado del río Condebamba las concentraciones de Al, Fe y Mn (mayo-2017) superaron los valores establecidos en los ECA para Agua-Cat3, en este sentido, los tributarios evaluados del río Condebamba, como los ríos Urupuyo (RUru1) y Chimín (RChi2) y la quebrada Lanla (QLan1) no influyeron en la calidad del río Condebamba (tramo evaluado). Además, las aguas del tramo evaluado presentan facies bicarbonatadas cálcicas, y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Del mismo modo, la concentración de As en el punto aguas abajo se incrementó hasta superar referencialmente el valor PEL de la CEQG. Por otro lado, en el tramo evaluado, la riqueza de la comunidad del perifiton varió de 5 a 33 taxa y la riqueza de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos varió de 2 a 3 taxa.

Respecto a los aportantes en mayo-2017, el río Urupuyo (RUru1) y la quebrada Lanla (QLan1) cumplieron los parámetros evaluados de los ECA para Agua-Cat3. Además, presentan facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Con respecto a los sedimentos, la concentración de As en la quebrada Lanla (SED-QLan1) superó referencialmente el valor ISQG de la CEQG. Por otro lado, la concentración de Cu en el río Chimín (RChi2) superó los ECA para Agua-Cat3, además de facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Con respecto a sus sedimentos (SED-RChi2), presentaron concentraciones de As, Cd y Cu que superaron referencialmente el valor ISQG de la CEQG.

Microcuenca Cañarís (zona IV)

Con respecto a los tributarios evaluados del río Cañarís, la quebrada Tranca El Agua (QTEAg1), evaluada en marzo-2018, presentó una concentración de Mn que superó los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. Por otro lado, la quebrada Caipuro (QCai1), evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, presentó pH ácidos y concentraciones de Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn, que superaron los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies bicarbonatadas cálcicas y aguas ácidas con alta concentración de metales. Los sedimentos de este punto (SED-QCai1) presentaron concentraciones de As, Cd, Co y Zn que superaron referencialmente el valor PEL de la CEQG. Cabe mencionar que en esta quebrada se observó actividades de pequeña minería en su parte alta.

El efluente EF-Alg1, ubicado en la bocamina «Nivel 5», presentó pH ácido y concentraciones de SST, As, Cd, Cu, Zn y Fe disuelto, que superaron los LMP de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas (2010). Además, presenta



↑
ST
y



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

facies hipersulfatadas cálcicas y aguas altamente ácidas con extrema concentración de metales.

En el tramo evaluado del río Cañarís (mayo-2017 y marzo-2018), se aprecia que la quebrada Tranca el Agua (QTEAg1) no influye en su acidez ni en el incremento en la concentración de metales, sin embargo, luego de recibir los aportes de la quebrada Caipuro (QCai1) y del efluente (EF-Alg1) de la bocamina «Nivel 5», su pH disminuye a ligeramente ácido y se incrementa las concentraciones de As, Cd, Cu y Fe, superando los ECA para Agua-Cat3, con respecto al punto ubicado aguas arriba. Además, en el punto aguas abajo cambiaron las facies de bicarbonatada cálcica a sulfatada cálcica y sus aguas pasaron de cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales a cercanas a la neutralidad, pero con alta concentración de metales. De igual manera, la concentración de As y Cu en el sedimento del punto ubicado aguas abajo (SED-RCañ2) se incrementó hasta superar referencialmente el valor PEL de la CEQG. Así mismo, las comunidades hidrobiológicas registraron una considerable disminución de los valores de abundancia y riqueza de perifiton de 25 y 28 taxa a 3 y 4 taxa, y en macroinvertebrados bentónicos de 10 y 13 taxa a 5 y 7 taxa. Dicha alteración en el tramo del río Cañarís se debe al efluente de la bocamina «Nivel 5» y la quebrada Caipuro. Cabe señalar que el río Cañarís luego de recibir diferentes aportes de otras quebradas aguas abajo, cambia de nombre a río Chimín, analizado en la subcuenca del río Condebamba, en el cual solo la concentración de Cu, superó el estándar referido.

El depósito de relaves (pasivo ambiental minero), con código SED-REL-ALG, ubicado aguas abajo del tramo evaluado y en la margen derecha del río Cañarís, presentó elevadas concentraciones de As, cd, Cu, Hg, entre otros.

El manantial FNat23, ubicado en el caserío Rosa Huayta, cumplió referencialmente con los valores establecidos en los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales.

Microcuenca El Pacae (zona V)

Con respecto a los aportantes de la quebrada Los Merinos, evaluados en marzo-2018, la quebrada Sin nombre 3 (QRMach1) presentó pH ácido y concentraciones de Al y Mn que superaron los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies hipersulfatadas cálcicas y aguas ácidas con baja concentración de metales. Así mismo, las concentraciones de As y Hg en el sedimento (SED-QRMach1) superaron el valor PEL de la CEQG.

Los manantiales LTap1 y FNat14 de pH ácidos, presentaron concentraciones de Mn, que superaron referencialmente los ECA para Agua-Cat3, y facies hipersulfatadas cálcicas, y aguas ácidas con baja concentración de metales. Mientras que en el manantial FNat8 de pH neutro, ningún parámetro evaluado superó la referida norma. Además, presenta facies mixtas (bicarbonatada, sulfatada sódica-magnésica) y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales.

Estos tributarios no influyen en la calidad de la quebrada Los Merinos, puesto que el pH ácido y la concentración de Mn, que incumplieron los ECA para Agua-Cat3, no presentaron cambios desde su nacimiento hasta su confluencia con la quebrada Sauce (QLMer1A, QLMer1B, QLMer1 y QLMer2). Con respecto a la hidroquímica, presentan facies hipersulfatadas cálcicas; no obstante, en los 3 primeros puntos,



Handwritten notes in blue ink: 1, a signature, and the number 2.



sus aguas son ácidas con alta concentración de metales, mientras que en el punto QLMer2, ubicado antes de la confluencia con la quebrada Sauce, se mantienen ácidas, pero con baja concentración de metales.

La concentración de As y Hg en el sedimento del punto ubicado aguas abajo (SED-QLMer2) se incrementó hasta superar el valor PEL de la CEQG, con respecto al punto ubicado aguas arriba (SED-QLMer1). Además, la riqueza y abundancia de las comunidades del perifiton y macroinvertebrados bentónicos del tramo evaluado presentaron valores bajos y una «pésima» calidad ecológica, debido a las características ácidas y metálicas de esta quebrada. Se destacan los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria (microalgas) y el orden Díptera (macroinvertebrados bentónicos).

Por otro lado, en la quebrada Sauce (QSau1), evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, ningún parámetro evaluado incumplió los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies bicarbonatadas cálcica-magnésica y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. La concentración de As en el sedimento superó el valor PEL de la CEQG. Así mismo, en esta quebrada se presentaron valores altos de riqueza y abundancia de las comunidades del perifiton (11 y 15 taxa) y macroinvertebrados bentónicos (16 y 20 taxa), así como una «buena» calidad ecológica, destacando los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria (microalgas) y los órdenes Ephemeroptera, Odonata y Trichoptera (macroinvertebrados bentónicos).

La quebrada El Pacae (QEPac1), evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, que se forma por la confluencia de las quebradas Los Merinos y Sauce, presentó pH ácido y concentraciones de Mn que incumplieron los ECA para Agua-Cat3, debido a la influencia de la quebrada Los Merinos. Además, este punto presenta facies hipersulfatadas mixtas (magnésicas-cálcicas) y aguas ácidas con baja concentración de metales. Del mismo modo, la concentración de As que superó el valor PEL de la CEQG, se incrementó en el punto SED-QEPac1, en relación a los puntos evaluados en las quebradas Los Merinos (SED-QLMer2) y Sauce (SED-QSau1).

La quebrada Higuerón (QHig1), evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, presentó concentraciones de Al, Fe, Mn y Pb que superaron los ECA para Agua-Cat3 (marzo-2018), sin embargo, en mayo-2017 todos los parámetros evaluados cumplieron con el estándar referido. Además, en ambos meses presentan facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. La concentración de As en el sedimento superó el valor PEL de la CEQG.

La quebrada Contrahierba (QCHie1), evaluada en mayo-2017 y marzo-2018, presentó pH ácido que incumplió los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales. La concentración de As en el sedimento superó el valor PEL de la CEQG.

Las aguas subterráneas (PZ-1), evaluada en marzo-2018, ubicado gradiente abajo del depósito de material excedente sur, presentó concentraciones de Fe, Mn y Pb, que superaron referencialmente los ECA para Agua-Cat3. Además, presenta facies sulfatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales.



↑
↓
X
2
y



Microcuenca Chiraque (zona VI)

En el tramo evaluado de la quebrada Moyán, evaluado en mayo-2017 y marzo-2018, el punto ubicado aguas arriba (QMoy1) presentó una concentración de Mn que superó los ECA para Agua-Cat3. En el punto ubicado aguas abajo (QMoy2) las concentraciones de metales disminuyeron y el pH se incrementó incumpliendo este estándar (mayo-2017). Además, en el punto aguas abajo cambiaron las facies de bicarbonatada cálcica a sulfatada cálcica-magnésica, con respecto al punto aguas arriba; pero ambos puntos, presentan aguas cercanas a la neutralidad y baja concentración de metales.

Así mismo, solo la concentración de As en el sedimento del punto ubicado aguas arriba superó el valor PEL de la CEQG; sin embargo, el punto ubicado aguas abajo no superó dicho valor de la norma. Del mismo modo, el punto ubicado aguas arriba presentó una riqueza de las comunidades de perifiton de 13 y 16 taxa y de macroinvertebrados bentónicos de 11 y 12 taxa, incrementándose en el punto ubicado aguas abajo hasta 27 y 38 taxa para la riqueza de las comunidades de perifiton y hasta 16 y 21 taxa en el caso de los macroinvertebrados bentónicos. Ambos puntos registraron presencias de Ephemeroptera, Trichoptera y Díptera, siendo esta última orden la que presentó mayor riqueza.

Los tres manantiales ubicados en la parte alta de la quebrada Moyán (FNat11, FNat11A y FNat11B) presentaron pH variables, de estos, solo el pH del manantial FNat11 incumplió referencialmente los ECA para Agua-Cat3. Además, estos manantiales presentan facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con bajas concentraciones de metales.

Microcuenca Shingomate (zona VII)

En relación a las quebradas aportantes de la quebrada Shingomate, se evaluaron las quebradas La Chilca (QChil1), El Grajo (QEGra1), Cabrejos (QCab1) y La Fila (QLFil1) en marzo-2018, siendo solo el pH y Mn en la quebrada La Chilca y el Mn en la quebrada El Grajo los que incumplieron los ECA para Agua-Cat3, así mismo, ningún parámetro evaluado en las quebradas Cabrejos y La Fila incumplió este estándar. Además, estas 4 quebradas presentan facies sulfatadas cálcicas, sin embargo, las quebradas El Grajo, Cabrejos y La Fila presentan aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales, y la quebrada La Chilca, ácidas con baja concentración de metales.

Así mismo, la concentración de As en sedimentos de las quebradas La Chilca (SED-QChil1) y Cabrejos (SED-QCab1), y el As y Pb en la quebrada El Grajo (SED-QEGra1) superaron el valor PEL de la CEQG. Además, las quebradas El Grajo, Cabrejos y La Fila presentaron valores altos de riqueza y abundancia de las comunidades del perifiton (14, 18 y 17 taxa) y macroinvertebrados bentónicos (7, 10 y 8 taxa), en relación a la quebrada Shingomate. Estas quebradas presentaron una «buena» calidad ecológica.

En el tramo de la quebrada Shingomate evaluado en marzo-2018, el punto Qshi1a presentó concentraciones de Cd y Mn que superaron los ECA para Agua-Cat3; sin embargo, al pasar sus aguas por el cerro Cushpibo (donde se emplazaron el grupo de mineros informales llamados «La Chilca»), en los puntos QShi1b y QShi1c, los valores de pH disminuyeron y aumentaron las concentraciones de SO₄, Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn hasta incumplir el estándar referido. Aguas abajo de los puntos mencionados, luego de recibir los aportes de los manantiales y las quebradas Cabrejos y La Fila, se apreció un incremento en los valores de pH hasta



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

ser básicos y una disminución en las concentraciones de metales en los puntos QShi1 y QShi2; sin embargo, las concentraciones de Cu siguieron superando el estándar en ambos puntos, mientras que el Cd y Mn solo en el punto QShi1.

Así mismo, en sedimentos, el punto SED-QShi1a presentó concentraciones de As, Cd y Pb que superaron referencialmente el valor PEL de la CEQG, y luego del paso de la quebrada Shingomate por la zona del cerro Cushpibo, las concentraciones de As, Cd, Cu, Pb y Zn se incrementaron en los puntos SED-QShi1b y SED-QShi1c hasta superar referencialmente el valor PEL de la norma; posteriormente, luego de recibir el aporte de las quebradas, disminuye las concentraciones de estos metales, pero manteniéndose el As y Cd en los puntos SED-QShi1 y SED-QShi2 por encima del valor PEL de la norma.

En ese mismo sentido, en el punto HID-QShi1a se presentaron valores bajos de riqueza y abundancia en perifiton (3 taxa) y macroinvertebrados bentónicos (2 taxa), resaltando la especie *Atopsyche* sp, y luego del paso por la zona del cerro Cushpibo, disminuyó su riqueza de perifiton a 2 taxa y en macroinvertebrados bentónicos a 0 taxa en el punto HID-QShi1b; posteriormente, luego de recibir el aporte de las quebradas se incrementó, registrando en los puntos HID-QShi1 y HID-QShi2, en perifiton 2 y 3 taxa y en macroinvertebrados bentónicos 3 y 3 taxa, resaltando las especies *Hemiosus* sp. y *Maruina* sp.

La concentración de metales en los manantiales FNat26, FNat21a, FNat21, FNat20 y FNat24, ubicados entre los puntos QShi1c y QShi1, no superaron referencialmente los ECA para Agua-Cat3, siendo solo el pH ácido del manantial FNat21a, el que incumplió referencialmente el estándar. Además, estos manantiales presentan facies bicarbonatadas cálcicas y aguas cercanas a la neutralidad con baja concentración de metales.

2.2. Calidad de aire

Los 4 puntos de calidad de aire fueron evaluados en un periodo de 4 días (mayo-2017), de los cuales 3 se ubicaron en barlovento: CA-MAIt1, CA-MBaj1 y CA-MFlo1, y 1 en sotavento: CA-MBaj1. Para el periodo de monitoreo, las mayores concentraciones de PM10 se registraron en el punto CA-SJos1 (sotavento) siguiendo la dirección preferencial de los vientos, tal como fue ratificado por las mediciones meteorológicas realizadas. Este comportamiento confirma que los valores registrados en sotavento estarían influenciados por los caminos y operaciones de la UM Shahuindo.

En ese sentido, las concentraciones de material particulado PM10 obtenidas en los puntos CA-MBaj1 (caserío Moyán Bajo), CA-MAIt1 (caserío Moyán Alto) y CA-MFlo1 (caserío Maximas Flores) cumplieron con los ECA para Aire (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM); sin embargo, el punto CA-SJos1 (caserío San José) excedió este estándar durante 3 días de monitoreo, lo cual sería atribuible a las caminos y vías de acceso del caserío.

El desarrollo completo del análisis de resultados y conclusiones se encuentra en el informe adjunto al presente documento.



Handwritten initials: S, A, I, G



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

3. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental en el área de influencia de la UM Shahuindo de Shahuindo S.A.C. durante el 2017 y 2018, en vista que cuenta con el sustento técnico requerido.
- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Minería y Energía para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

LUIS ÁNGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

OSCAR ARTURO TEJADA CANO
Especialista de Evaluaciones Ambientales Integrales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

SAÚL SAULO ALDAVE AGÜERO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

AMERICO HUAYLLAS NAVARRO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

MARVIN LUNA TELLO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Lima, 27 SEP. 2018

Visto el Informe N.º 290 -2018-OEFA/DEAM-STEAC, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Director de Evaluación Ambiental
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN 1
- 2. ANTECEDENTES2
- 3. OBJETIVOS7
- 3.1. Objetivo general7
- 3.2. Objetivos específicos7
- 4. ÁREA DE ESTUDIO8
- 5. CONTEXTO SOCIAL 11
- 6. METODOLOGÍA..... 15
- 6.1. Calidad de agua 15
- 6.1.1. Guía o protocolo utilizados para la evaluación 15
- 6.1.2. Ubicación de puntos..... 16
- 6.1.3. Parámetros y métodos de análisis..... 24
- 6.1.4. Equipos utilizados 27
- 6.1.5. Aseguramiento de la calidad..... 28
- 6.1.6. Estándares de comparación 29
- 6.2. Calidad de sedimento 30
- 6.2.1. Guías utilizadas para la evaluación 30
- 6.2.2. Ubicación de puntos..... 31
- 6.2.3. Parámetros y métodos de análisis..... 34
- 6.2.4. Equipos utilizados 34
- 6.2.5. Estándares de comparación 35
- 6.3. Calidad de aire 36
- 6.3.1. Guía o protocolo utilizados para la evaluación 36
- 6.3.2. Ubicación de los puntos 37
- 6.3.3. Parámetros y métodos de análisis..... 38
- 6.3.4. Equipos utilizados 38
- 6.3.5. Aseguramiento de la calidad..... 39
- 6.3.6. Estándares de comparación 39
- 6.4. Estudios especializados 40
- 6.4.1. Caracterización hidroquímica 40
- 6.4.2. Estadística aplicada a calidad de agua y sedimentos 41
- 6.4.3. Comunidades hidrobiológicas 42
- 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS 49
- 7.1 Comparación con la norma aprobada en los IGA 49
- 7.1.1 Agua 49



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

7.1.2.	Aire	51
7.2	Comparación con la norma vigente	52
7.2.1	Agua	52
7.2.2.	Sedimento	104
7.2.3.	Aire	135
7.3	Estudios especializados.....	138
7.3.1.	Comunidades hidrobiológicas.....	139
7.3.2	Caracterización hidroquímica	167
7.3.3	Análisis estadísticos.....	200
8.	DISCUSIONES.....	204
8.1.	Zona I: Microcuenca de la quebrada Shahuiñdo.....	207
8.2.	Zona II: Microcuenca del río Crisbamba	220
8.3.	Zona III: Subcuenca del río Condebamba	223
8.4.	Zona IV: microcuenca del río Cañarís	228
8.5.	Zona V: Microcuenca de la quebrada El Pacae	236
8.6.	Zona VI: Microcuenca de la quebrada Chiraque	244
8.7.	Zona VII: Microcuenca de la quebrada Shingomate	247
8.8.	Calidad de aire	254
9.	CONCLUSIONES.....	261
9.1.	Calidad de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas	261
9.2.	Calidad de aire	267
10.	ANEXOS	268
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	268



J

d

cy

22



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo de la evaluación ambiental tempran 12

Tabla 5-2. Ejecución de las etapas de participación ciudadana en el área de influencia de la UM Shahuindo según cantidad y genero de participantes 13

Tabla 6-1. Guía y protocolo de monitoreo para los componentes agua (superficial y subterránea) 16

Tabla 6-2. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua superficial (quebradas) 18

Tabla 6-3. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua superficial (manantiales) 22

Tabla 6-4. Ubicación de los puntos de muestreo en efluentes..... 23

Tabla 6-5. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua subterránea 24

Tabla 6-6. Parámetros evaluados en el componente agua superficial (ríos, quebradas y manantiales) y efluentes-2017 24

Tabla 6-7. Parámetros evaluados en el componente agua superficial (ríos, quebradas y manantiales) y efluentes-2018 25

Tabla 6-8. Parámetros evaluados en el componente agua subterránea-2018 25

Tabla 6-9. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua-2017 25

Tabla 6-10. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua-2018 26

Tabla 6-11. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de agua 28

Tabla 6-12. Controles de calidad establecidos para calidad de agua en mayo-2017 y marzo-2018..... 28

Tabla 6-13. Estándares de comparación de la calidad de agua 30

Tabla 6-14. Referencias para el muestreo de la calidad de sedimento de agua continental.... 31

Tabla 6-15. Puntos de muestreo de calidad de sedimento 31

Tabla 6-16. Parámetro y método de ensayo considerado para la evaluación de la calidad de sedimento en el área de influencia de la UM Shahuindo..... 34

Tabla 6-17. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de sedimento 35

Tabla 6-18. Valores del estándar para metales en sedimentos de agua continental, según la norma canadiense CEQG 36

Tabla 6-19. Guía o protocolos para el monitoreo de la calidad del aire 36

Tabla 6-20. Puntos de monitoreo para calidad de aire considerados en mayo-2017 38

Tabla 6-21. Métodos para el análisis de los parámetros en el componente aire 38

Tabla 6-22. Características de los equipos, accesorios y otros materiales utilizados en las estaciones de monitoreo de calidad de aire 38

Tabla 6-23. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire 39

Tabla 6-24. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo a los criterios de calidad ambiental de Canadá 39



Handwritten blue ink marks and initials on the left margin, including a vertical line, a 'j', a 'y', and a signature.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 6-25. Ubicación y cantidad de puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas	42
Tabla 6-26. Descripción de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas	43
Tabla 6-27. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio	45
Tabla 6-28. Calidad hidromorfológica del río	48
Tabla 6-29. Valoración de la calidad biológica con el índice ABI	48
Tabla 6-30. Escala de calidad ecológica de un río	49
Tabla 7-1. Concentración de arsénico total en la zona I: Microcuenca Shahuindo	106
Tabla 7-2. Concentración de arsénico total en la zona II: Microcuenca Crisbamba	107
Tabla 7-3. Concentración de arsénico total en la zona III: Subcuenca Condebamba	107
Tabla 7-4. Concentración de arsénico total en la zona IV: Microcuenca Cañarís	108
Tabla 7-5. Concentración de arsénico total en la zona V: Microcuenca El Pacae	108
Tabla 7-6. Concentración de arsénico total en la zona VI: Microcuenca Chiraque	109
Tabla 7-7. Concentración de arsénico total en la zona VII: Microcuenca Shingomate	109
Tabla 7-8. Concentración de cadmio total en la zona I: Microcuenca Shahuindo	111
Tabla 7-9. Concentración de cadmio total en la zona II: Microcuenca Crisbamba	112
Tabla 7-10. Concentración de cadmio total en la zona III: Subcuenca Condebamba	112
Tabla 7-11. Concentración de cadmio total en la zona IV: Microcuenca Cañarís	113
Tabla 7-12. Concentración de cadmio total en la zona V: Microcuenca El Pacae	113
Tabla 7-13. Concentración de cadmio total en la zona VI: Microcuenca Chiraque	114
Tabla 7-14. Concentración de cadmio total en la zona VII: Microcuenca Shingomate	114
Tabla 7-15. Concentración de cobre total en la zona I: Microcuenca Shahuindo	116
Tabla 7-16. Concentración de cobre total en la zona II: Microcuenca Crisbamba	117
Tabla 7-17. Concentración de cobre total en la zona III: Subcuenca Condebamba	117
Tabla 7-18. Concentración de cobre total en la zona IV: Microcuenca Cañarís	118
Tabla 7-19. Concentración de cobre total en la zona V: Microcuenca El Pacae	118
Tabla 7-20. Concentración de cobre total en la zona VI: Microcuenca Chiraque	119
Tabla 7-21. Concentración de cobre total en la zona VII: Microcuenca Shingomate	119
Tabla 7-22. Concentración de mercurio total en la zona I: Microcuenca Shahuindo	121
Tabla 7-23. Concentración de mercurio total en la zona II: Microcuenca Crisbamba	122
Tabla 7-24. Concentración de mercurio total en la zona III: Subcuenca Condebamba	122
Tabla 7-25. Concentración de mercurio total en la zona IV: Microcuenca Cañarís	123
Tabla 7-26. Concentración de mercurio total en la zona V: Microcuenca El Pacae	123
Tabla 7-27. Concentración de mercurio total en la zona VI: Microcuenca Chiraque	124
Tabla 7-28. Concentración de mercurio total en la zona VII: Microcuenca Shingomate	124
Tabla 7-29. Concentración de plomo total en la zona I: Microcuenca Shahuindo	126
Tabla 7-30. Concentración de plomo total en la zona II: Microcuenca Crisbamba	127
Tabla 7-31. Concentración de plomo total en la zona III: Subcuenca Condebamba	127



Handwritten blue marks: an arrow pointing up, followed by the numbers 1, 4, 5, and 7.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 7-32. Concentración de plomo total en la zona IV: Microcuenca Cañarís 128

Tabla 7-33. Concentración de plomo total en la zona V: Microcuenca El Pacae..... 128

Tabla 7-34. Concentración de plomo total en la zona VI: Microcuenca Chiraque 129

Tabla 7-35. Concentración de plomo total en la zona VII: Microcuenca Shingomate..... 129

Tabla 7-36. Concentración de zinc total en la zona I: Microcuenca Shahuindo..... 131

Tabla 7-37. Concentración de zinc total en la zona II: Microcuenca Crisbamba 132

Tabla 7-38. Concentración de zinc total en la zona III: Subcuenca Condebamba..... 132

Tabla 7-39. Concentración de zinc total en la zona IV: Microcuenca Cañarís 133

Tabla 7-40. Concentración de zinc total en la zona V: Microcuenca El Pacae 133

Tabla 7-41. Concentración de zinc total en la zona VI: Microcuenca Chiraque 134

Tabla 7-42. Concentración de zinc total en la zona VII: Microcuenca Shingomate 134

Tabla 7-43. Resumen de resultados de material particulado PM10 136

Tabla 7-44. Resumen de parámetros meteorológicos registrados 136

Tabla 7-45. Diversidad alfa del perifiton por zona y punto de muestreo evaluados en mayo-2017 y marzo-2018 147

Tabla 7-46. Composición, riqueza y abundancia de perifiton (microorganismos) en mayo-2017 150

Tabla 7-47. Composición, riqueza y abundancia de perifiton (microorganismos) en marzo-2018 151

Tabla 7-48. Diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos por zona y punto en mayo-2017 y marzo-2018 159

Tabla 7-49. Calidad ecológica de acuerdo al protocolo CERA-S por zona y punto de muestreo en mayo-2017 y marzo-2018 162

Tabla 7-50. Valores propios y porcentajes de variancia por ejes del ACC en mayo-2017 164

Tabla 7-51. Correlaciones de los parámetros de calidad de agua con los primeros ejes extraídos en mayo-2017 164

Tabla 7-52. Valores propios y porcentajes de variancia por ejes del ACC, en marzo-2018... 165

Tabla 7-53. Correlaciones de los parámetros de calidad de agua con los primeros ejes extraídos, en marzo-2018 166

Tabla 8-1. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona I..... 209

Tabla 8-2. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona II..... 221

Tabla 8-3. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona III..... 225

Tabla 8-4. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona IV 230

Tabla 8-5. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona V 239

Tabla 8-6. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona VI 245

Tabla 8-7. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – zona VII 249

Tabla 8-8. Equivalencias de los puntos OEFA con los puntos IGA – calidad de aire 256



Handwritten signatures and initials in blue ink.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Mapa de ubicación geográfica de la unidad minera Shahuindo 9

Figura 7-1. Concentraciones promedio diarias de PM₁₀ por punto de monitoreo comparados con los ECA para Aire (2001). 51

Figura 7-2. Valores de pH comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 57

Figura 7-3. Concentraciones de oxígeno disuelto comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 57

Figura 7-4. Concentraciones de sulfatos comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 62

Figura 7-5. Concentraciones de aluminio total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 62

Figura 7-6. Concentraciones de arsénico total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 67

Figura 7-7. Concentraciones de cadmio total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 67

Figura 7-8. Concentraciones de cobalto total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 71

Figura 7-9. Concentraciones de cobre total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 71

Figura 7-10. Concentraciones de hierro total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 75

Figura 7-11. Concentraciones de mercurio total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 75

Figura 7-12. Concentraciones de manganeso total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 80

Figura 7-13. Concentraciones de níquel total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 80

Figura 7-14. Concentraciones de plomo total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas 84

Figura 7-15. Concentraciones de zinc total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluada 84

Figura 7-16. Valores de pH en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 88

Figura 7-17. Concentraciones de oxígeno disuelto en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 88

Figura 7-18. Concentraciones de bario total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 91

Figura 7-19. Concentraciones de arsénico total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 91

Figura 7-20. Concentraciones de cobalto total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 94

Figura 7-21. Concentraciones de hierro total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 94



Handwritten blue ink marks: an arrow pointing up, a vertical line, a signature, and other scribbles.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 7-22. Concentraciones de manganeso total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 97

Figura 7-23. Concentraciones de plomo total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 97

Figura 7-24. Valores de pH en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 98

Figura 7-25. Concentraciones de OD en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 99

Figura 7-26. Concentraciones de DQO en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 100

Figura 7-27. Concentraciones de aluminio total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 100

Figura 7-28. Concentraciones de cobre total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 101

Figura 7-29. Concentraciones de hierro total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 102

Figura 7-30. Concentraciones de manganeso total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 103

Figura 7-31. Concentraciones de plomo total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017) 103

Figura 7-32. Concentraciones de arsénico total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 105

Figura 7-33. Concentraciones de cadmio total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 110

Figura 7-34. Concentraciones de cobre comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 115

Figura 7-35. Concentraciones de mercurio total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 120

Figura 7-36. Concentraciones de plomo total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 125

Figura 7-37. Concentraciones de zinc total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas 130

Figura 7-38. Concentraciones promedio diarias del parámetro PM₁₀ comparados con los ECA para Aire (2017) 135

Figura 7-39. Rosas de viento de los puntos de muestreo, registrados del 13 de mayo al 17 de mayo del 2017 138

Figura 7-40. Ubicación de los puntos de muestreo CA-MBaj1 y CA-SJos1, y sus rosas de Vientos 138

Figura 7-41. Riqueza de perifiton (microalgas) por punto de muestreo y phylum en mayo-2017 y marzo-2018 142

Figura 7-42. Abundancia de perifiton (microalgas) por punto de muestreo y phylum en mayo-2017 y marzo-2018 146

Figura 7-43. Dendrograma de similitud del perifiton (microalgas) en mayo-2017 149

Figura 7-44. Dendrograma de similitud del perifiton (microalgas) en marzo-2018 150



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 7-45. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por orden y punto de muestreo en mayo-2017 y marzo-2018 154

Figura 7-46. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por orden y punto de muestreo evaluados en mayo-2017 y marzo-2018..... 158

Figura 7-47. Dendrograma de similitud de en mayo-2017 161

Figura 7-48. Dendrograma de similitud en marzo-2018..... 161

Figura 7-49. Representación de los resultados del ACC mostrando la ubicación de los puntos de muestreo con respecto a los parámetros de calidad de agua en mayo-2017 165

Figura 7-50. Representación de los resultados del ACC mostrando la ubicación de los puntos de muestreo con respecto a los parámetros de calidad de agua evaluados en marzo-2018 . 167

Figura 7-51. Diagrama de Piper de la microcuenca Shahuindo en mayo-2017 168

Figura 7-52. Diagrama de Piper de la microcuenca Shahuindo en marzo-2018 169

Figura 7-53. Diagrama de Stiff de la microcuenca Shahuindo en mayo-2017 170

Figura 7-54. Diagrama de Stiff de la microcuenca Shahuindo en marzo-2018 171

Figura 7-55. Diagrama de Piper de la microcuenca Crisbamba en mayo-2017 172

Figura 7-56. Diagrama de Piper de la microcuenca Crisbamba en marzo-2018..... 173

Figura 7-57. Diagrama de Stiff de la microcuenca Crisbamba en marzo-2018 174

Figura 7-58. Diagrama de Stiff de la microcuenca Crisbamba en marzo-2018 175

Figura 7-59. Diagrama de Piper de la subcuenca Condebamba en mayo-2017 176

Figura 7-60. Diagrama de Piper de la subcuenca Condebamba en marzo-2018..... 176

Figura 7-61. Diagrama de Stiff subcuenca Condebamba en mayo-2017 177

Figura 7-62. Diagrama de Stiff de la subcuenca Condebamba en marzo-2018..... 177

Figura 7-63. Diagrama de Piper de la microcuenca Cañaris en mayo-2017 178

Figura 7-64. Diagrama de Piper de la microcuenca Cañaris en marzo-2018..... 179

Figura 7-65. Diagrama de Stiff de la microcuenca Cañaris en mayo-2017 180

Figura 7-66. Diagrama de Stiff de la microcuenca Cañaris en marzo-2018 181

Figura 7-67. Diagrama de Piper de la microcuenca Cañaris en mayo-2017 182

Figura 7-68. Diagrama de Piper de la microcuenca El Pacae en marzo-2018..... 183

Figura 7-69. Diagrama de Stiff de la microcuenca El Pacae en mayo-2017 184

Figura 7-70. Diagrama de Stiff de la microcuenca El Pacae en marzo-2018 185

Figura 7-71. Diagrama de Piper de la microcuenca Chiraque en mayo-2017 186

Figura 7-72. Diagrama de Piper de la microcuenca Chiraque en marzo-2018..... 187

Figura 7-73. Diagrama de Stiff de la microcuenca Chiraque en mayo-2017 187

Figura 7-74. Diagrama de Stiff de la microcuenca Chiraque en marzo-2018..... 188

Figura 7-75. Diagrama de Stiff de la microcuenca Shingomate en mayo-2017 189

Figura 7-76. Diagrama de Piper de la microcuenca Shingomate en marzo-2018 190

Figura 7-77. Diagrama de Stiff de la microcuenca Shingomate en mayo-2017 191

Figura 7-78. Diagrama de Stiff de la microcuenca Shingomate en marzo-2018 192

Figura 7-79. Diagrama de Flickin en mayo-2017 193



Handwritten signatures and initials in blue ink, including an arrow pointing up, 'J', 'cy', and 'A'.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 7-80. Diagrama de Flickin en marzo-2018.....	193
Figura 7-81. Modelo de Gibbs, según dependencia entre las STD y las relaciones iónicas ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) / ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+}$) en mayo-2017.....	194
Figura 7-82. Modelo de Gibbs, según dependencia entre las STD y las relaciones iónicas (Cl^-) / ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$) en mayo-2017.....	195
Figura 7-83. Modelo de Gibbs, según dependencia entre las STD y las relaciones iónicas ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) / ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+}$) en marzo-2018.....	196
Figura 7-84. Modelo de Gibbs, según dependencia entre las STD y las relaciones iónicas (Cl^-) / ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$) en marzo-2018.....	197
Figura 7-85. Relación de la razón iónica $r\text{Ca}/r\text{Mg}$ versus el anión $r\text{Cl}$ en marzo-2018.....	199
Figura 7-86. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca Shahuindo, en mayo-2017 y marzo-2018.....	200
Figura 7-87. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca Crisbamba, en mayo-2017 y marzo-2018.....	201
Figura 7-88. Diagrama de cajas para metales totales en la subcuenca Condebamba, en mayo-2017 y marzo-2018.....	201
Figura 7-89. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca Cañarís, en mayo-2017 y marzo-2018.....	202
Figura 7-90. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca El Pacae, en mayo-2017 y marzo-2018.....	203
Figura 7-91. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca Chiraque, en mayo-2017 y marzo-2018.....	203
Figura 7-92. Diagrama de cajas para metales totales en la microcuenca Shingomate, en mayo-2017 y marzo-2018.....	204
Figura 8-1. Distribución de zonas en el área de influencia de la UM Shahuindo.....	205
Figura 8-2. Parámetros que superaron los ECA Agua-Cat3, en la microcuenca Shahuindo.....	208
Figura 8-3. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca Shahuindo.....	209
Figura 8-4. Comparación de los resultados de la (a) zona de la quebrada Chupaya y (b) zona de la quebrada Choloque del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2018.....	211
Figura 8-5. Comparación de los resultados de (a) SO_4 , (b) Al, (c) As, (d) Fe y (e) Mn del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2018.....	213
Figura 8-6. Vista del manantial FNat1: (a) manantial FNat1 en mayo de 2017; (b) manantial FNat1 en marzo de 2018; (c) Tubo de derivación del manantial FNat1; (d) trabajos realizados en la cantera San José; (e) imagen satelital del tramo de interés.....	215
Figura 8-7. Vista frontal del punto Qs/n1 (Bocamina abandonada).....	216
Figura 8-8. Vista satelital de la confluencia de las quebradas Choloque y Chupaya, evidenciándose áreas erosionadas.....	217
Figura 8-9. Parámetros que superaron los ECA Agua-Cat3, en la microcuenca Crisbamba.....	220
Figura 8-10. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca Crisbamba.....	221



↑

f

ay

*



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 8-11. Comparación de los resultados de a) pH y b) Mn reportados por el OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2017 y 2018..... 222

Figura 8-13. Parámetros que superaron los ECA Agua – categoría 3, en la subcuenca Condebamba..... 224

Figura 8-14. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la subcuenca del río Condebamba..... 224

Figura 8-14. Comparación de los resultados de a) pH, b) Al, c) Cu, d) Fe y e) Mn del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011, 2017 y 2018..... 226

Figura 8-15. Vista satelital del tramo evaluado del río Condebamba 228

Figura 8-16. Parámetros que superaron los ECA Agua – categoría 3, en la microcuenca Cañarís 229

Figura 8-19. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca Cañarís 230

Figura 8-18. Comparación de los resultados de a) pH, b) Al, c) As, d) Cd, e) Co, f) Cu, g) Fe, h) Mn, i) Ni y j) Zn del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2009, 2010, 2011, 2017 y 2018 234

Figura 8-19. a) Vista satelital de los pasivos ambientales mineros en el río Cañarís (margen derecho) y efluente minero, b y c) depósito de relaves (pasivo) 235

Figura 8-20. Parámetros que superaron los ECA Agua – categoría 3, en la microcuenca El Pacae 238

Figura 8-21. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca El Pacae 238

Figura 8-22. Comparación de los resultados de a) pH, b) Al y c) Mn del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2018..... 240

Figura 8-23. Vista satelital del tramo evaluado de la quebrada Los Merinos en el a) 2012, b) 2014 y c) 2018..... 242

Figura 8-24. Parámetros que superaron los ECA Agua – Cat3, en la microcuenca Chiraque..... 244

Figura 8-25. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca Chiraque 245

Figura 8-26. Comparación de los resultados de a) pH y b) Mn del OEFA con la línea de base y reportes de monitoreo de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011, 2017 y 2018 246

Figura 8-27. Parámetros que superaron los ECA Agua – cat3, en la microcuenca Shingomate 248

Figura 8-28. Distribución de los puntos de sedimento y metales que superan referencialmente la CEQG en la microcuenca Shingomate 248

Figura 8-29. Comparación de los resultados de a) pH, b) SO₄, c) Al, d) Co, e) Cu y f) Fe y g) Mn del OEFA con la línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2018 251

Figura 8-30. Imágenes de las desmonteras en el cerro Cushpibo entre los puntos QShi1a y QShi1b..... 253

Figura 8-31. Concentración de PM₁₀ registrados en barlovento y sotavento 255



↑ J

C

Cy

ST



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 8-32. Concentración de material particulado PM10 en el punto CA-SJos1, registrado por el OEFA y línea de base y datos históricos de la UM Shahuindo durante los años 2013, 2014 y 2017..... 256

Figura 8-33. Dirección del viento en la estación CA-SJos1, en los días a) 13 de mayo de 2017, b) 14 de mayo de 2017, c) 15 de mayo de 2017 y d) 16 de mayo de 2017 258

Figura 8-34. Concentración de material particulado PM10 en el punto CA-MBaj1, registrado por el OEFA y línea de base de la UM Shahuindo durante los años 2010, 2011 2017 260

Figura 8-35. Concentración de material particulado PM10 en el punto CA-Alt1, registrado por el OEFA y reportes de monitoreo de la UM Shahuindo en el 2017 260



1

J

f

4

41

1. INTRODUCCIÓN

La zona minera del distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca se encuentra aledaña al valle de Condebamba, formado por el río Condebamba, y constituido por un área en la que se realizan actividades mineras, principalmente la actividad minera de Shahuindo S.A.C., así como el desarrollo de actividades de pequeña minería.

La unidad minera Shahuindo (en adelante, UM Shahuindo) de Shahuindo S.A.C. se encuentra ubicada entre los 2200 a 3500 m s.n.m., en la cordillera occidental de los Andes. Políticamente, el proyecto «Shahuindo» se ubica en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca. Esta unidad no se encuentra dentro de ningún área natural protegida (ANP) o su zona de amortiguamiento¹.

Hidrográficamente, el área de la UM Shahuindo se ubica en la subcuenca del río Condebamba, el cual es un afluente por la margen derecha del río Crisnejas. En el ámbito local, se emplaza sobre las microcuencas de las quebradas Shingomate, Shahuindo e Higuieron, todas afluentes por la margen izquierda del río Condebamba².

En la actualidad, la UM Shahuindo se desarrolla en la concesión minera «Acumulación Shahuindo», constituida por 26 derechos mineros metálicos colindantes o superpuestos que han sido acumulados en un solo título³. Dentro del área de exploración del proyecto Shahuindo se identificaron pasivos ambientales generados por actividades mineras realizadas anteriormente.

Respecto a la coyuntura social en la que se desarrollan las actividades mineras, las autoridades y un sector de la población de Chuquibamba y Condebamba han manifestado su disconformidad con las actividades mineras formales de la empresa minera Shahuindo S.A.C. y con las actividades mineras informales que se desarrollan en el cerro Algamarca y la zona de La Chilca, debido al impacto ambiental negativo que estas ocasionarían al valle de Condebamba⁴.

El Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2018 (en adelante, Planefa 2018)⁵ indica que la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA), a diferencia de la función supervisora, permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas por el OEFA, con la finalidad de brindar información o soporte técnico para la supervisión directa.

En consecuencia, como parte de esta función, se desarrollan las evaluaciones ambientales tempranas (EAT) para determinar el estado de la calidad del ambiente en

¹ Informe técnico sustentatorio para la instalación de red de distribución eléctrica y ampliación de la plataforma de chancado, aprobado en setiembre de 2016 por el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles – Senace.

² Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Shahuindo, propiedad de la Minera Sulliden Shahuindo S.A.C., aprobado mediante Resolución Directoral N° 339-2013-MEM/AAM, el 10 de setiembre de 2013.

³ Aprobado en la Resolución de Presidencia N.° 0110-2012-INGEMMET/PCD/PM.

⁴ Defensoría del Pueblo. Conflictos sociales activos por departamento. Disponible en: <http://www.defensoria.gob.pe/conflictos-sociales/conflictosactivos.php?it=6> [Consultado el 2 de febrero de 2016].

⁵ Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 037-2017-OEFA/CD publicada el 30 de diciembre de 2017 en el diario oficial El Peruano.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

el ámbito de influencia del universo de administrados, conformado por el total de empresas pertenecientes a los sectores supervisados por el OEFA.

Con la finalidad de realizar una evaluación ambiental temprana para determinar las condiciones ambientales actuales en el área de influencia de la UM Shahuindo, durante el 2017 y 2018, se desarrolló un plan de ejecución, que estableció la planificación general de las actividades de campo y gabinete para la determinación del estado de los componentes ambientales agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas y aire.

El referido plan de ejecución se constituyó sobre la revisión de la información existente acerca del estado ambiental del distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, proveniente de fuentes oficiales de diversas instituciones, tales como instrumentos de gestión ambiental del administrado, informes de supervisión del OEFA e informes de monitoreo ambiental que el propio administrado reporta a las autoridades competentes.

Del análisis de la referida información, se identificó a los actores sociales involucrados, la problemática socioambiental, los objetivos y el área de estudio, y de esta manera se planificó preliminarmente la metodología de trabajo, lo que incluyó la identificación los componentes ambientales, la red de muestreo ambiental, los parámetros de muestreo y las herramientas de análisis para realizar la evaluación temprana de las condiciones ambientales en la zona de interés.

Finalmente, el informe corresponde al desarrollo del plan de ejecución de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia de la UM Shahuindo de Shahuindo S.A.C., en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, correspondiendo dicha ejecución a una primera evaluación de este tipo, durante el 2017 y 2018.



↑
J

J

y

S

2. ANTECEDENTES

Se realizó la revisión de los instrumentos de gestión ambiental (en adelante, IGA) asociados a la UM Shahuindo, informes de supervisión del OEFA e informes técnicos de otras instituciones, los cuales se detallan brevemente en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Instrumentos de gestión ambiental asociados a la UM Shahuindo

INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)				
N.º	Administrado	Título del IGA	Número de resolución	Fecha de aprobación
1	Shahuindo S.A.C.	Informe Técnico Sustentatorio para las modificaciones en la plataforma de chancado, ampliación del tajo e implementación de instalaciones auxiliares para la Unidad Minera Shahuindo	RD N.º 193-2017-SENACE/DCA	21 de julio de 2017
2		Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración minera "Shahuindo"	RD N.º 202-2017-MEM/DGAAM	19 de julio de 2017
3		Informe Técnico Sustentatorio "Modificación de Instalaciones auxiliares UM shahuindo"	RD N.º 089-2017-SENACE/DCA	4 de abril de 2017

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)			
4		Informe Técnico Sustentatorio para la Instalación de la Red de Distribución Eléctrica y Ampliación de la Plataforma de Chancado	RD N.° 082-2016-SENACE/DCA 19 de setiembre de 2016
5		Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero "Shahuindo" en el área de acumulación Shahuindo	RD N.° 132-2016-MEM/AAM 2 de mayo de 2016
6		Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Shahuindo	RD N.° 132-2015-MEM-DGAAM 10 de marzo de 2015
7		Informe Técnico Sustentatorio del proyecto "Shahuindo"	RD N.° 613-2014-MEM-DGAAM 18 de diciembre de 2014
8		Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Shahuindo	RD N.° 339-2013-MEM/AAM 10 de setiembre de 2013
9		Segunda modificación de EIAsd del Proyecto de Exploración Minera "Sulliden Shahuindo"	RD N.° 096-2012-MEM/AAM 27 de marzo de 2012
10		Primera modificación de EIAsd del Proyecto de Exploración Minera "Sulliden Shahuindo"	RD N.° 083-2011-MEM/AAM 15 de marzo de 2011
11		Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Explotación Minera Shahuindo	RD N.° 229-2010-MEM/AAM 15 de julio de 2010
12		Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración Minera Shahuindo	RD N.° 012-2004-MEM-AAM 26 de enero de 2004
INFORME DE SUPERVISION OEFA			
N.°	Nombre	Número de informe	Fecha de aprobación
13	Resultado de la supervisión regular realizada del 1 al 4 de agosto de 2016 a la Unidad Minera "Shahuindo" de titularidad de Shahuindo S.A.C.	Informe de supervisión N.° 542-2017-OEFA/DS-MIN	6 de junio de 2017
14	Acciones realizadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, a las actividades de Shahuindo S.A.C. en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca	Informe N.° 035-2018-OEFA/DSEM	9 de febrero de 2018
INFORMES DE OTRAS INSTITUCIONES			
N.°	Nombre	Número de informe	Fecha de aprobación
15	IV Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas	Informe técnico N.° 054-2016-ANA-AAA-M-SDGCRH	Julio de 2016
16	III Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas	Informe técnico N.° 007-2015-ANA-AAA-M-SDGCRH	2015
18	Monitoreo participativo de la calidad del agua cuenca Crisnejas	Informe técnico N.° 038-2014-ANA-AAA-M-SDGCRH	Julio de 2014
17	Monitoreo participativo de la calidad del agua cuenca Crisnejas	Informe técnico N.° 016-2014-ANA-AAA-M-SDGCRH	Marzo de 2014

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Minem, ALA Crisnejas y Coordinación de Minería – Dirección de Supervisión en Minería y Energía – OEFA.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección de
Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

De la revisión, análisis y sistematización de la información de los IGA aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (en adelante, Minem), en la Tabla 2-2 se resume los resultados de la línea base de los componentes ambientales evaluados, lo cual sirvió como fuente de referencia para la determinación de zonas críticas de cuerpos de agua de interés para la evaluación ambiental temprana.

Tabla 2-2. Cuerpos de agua de interés de acuerdo a los IGA asociados a la UM Shahuindo

N.º	Cuenca	Titular	Unidad minera	IGA revisado	Zonas de posible influencia
1	Cuenca Crisnejas	Shahuindo S.A.C.	Shahuindo	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Shahuindo (10/09/2013)	Quebrada Shahuindo
					Quebrada Los Merinos
					Quebrada Choloque
					Quebrada El Pacae
					Quebrada Higuierón
					Quebrada Sauce
					Quebrada San José o Chupaya
					Río Condebamba

Fuente: Instrumentos de gestión ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas – Minem.

De igual manera, los componentes propuestos en los IGA para el desarrollo de la UM Shahuindo fueron tomados en cuenta como un criterio más en la determinación de la red de puntos de muestreo de la evaluación ambiental temprana (ver Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Principales componentes mineros de la UM Shahuindo

N.º	Unidad hidrográfica	Titular	Unidad minera	IGA	Componente minero
1	Cuenca Crisnejas	Shahuindo S.A.C.	Shahuindo	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Shahuindo (10/09/2013)	Tajo
					Almacén temporal de residuos sólidos
					Depósitos de suelo orgánico
					Depósito de material estéril
					Laboratorio metalúrgico
					Stockpile
					Chancadora
					Planta de tratamiento de efluente
					Campamento permanente
					Almacén de RR. SS. y cancha de volatilización
					Planta de tratamiento de agua residual doméstica
					Pad de lixiviación
					Planta ADR y almacén de reactivos
					Canteras de material de préstamo

Fuente: Instrumentos de gestión ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas – Minem.

Los cuerpos de agua ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo presentaron características que en algunos casos han excedido las normas de comparación establecidas en nuestro país.

En la Tabla 2-4 se resume la línea base del componente agua, evaluado en los IGA de la U.M. Shahuindo en función de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

para agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales, subcategoría D1: vegetales de Tallo Bajo y Alto, y Subcategoría D2: Bebido de Animales⁶.

Tabla 2-4. Parámetros que incumplieron los ECA para Agua – categoría 3 en los cuerpos de agua de interés de acuerdo a los IGA o informes en el área de influencia de la UM Shahuindo

N.º	IGA o informe	Zonas críticas	Parámetros excedidos / D.S. N.º 004-2017-MINAM
1	Informe N.º 0067-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA ⁷	Quebrada Choloque	pH, hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Chupaya	pH, aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y zinc (Zn)
		Quebrada Shahuindo	pH, hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Quebrada La Colpa	pH y manganeso total (Mn)
		Quebrada Caipuro	pH, aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), cobalto total (Co), cobre total (Cu), hierro total (Fe), manganeso total (Mn), plomo total (Pb) y zinc total (Zn)
		Quebrada Los Merinos	pH cobalto total (Co) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Moyán	Manganeso total (Mn)
		Quebrada El Pacae	pH y manganeso total (Mn)
		Quebrada Contrahierba	pH
		Río Condebamba	Aluminio total (Al), hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Río Cañarís	Arsénico total (As), cadmio total (Cd) y cobre total (Cu)
		Río Chimín	Cobre total (Cu)
		Quebrada Shingomate	cadmio total (Cd), cobre total (Cu) y manganeso total (Mn)
		Bocamina abandonada (Qs/n1)	pH, sulfatos, aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), cobalto total (Co), hierro total (Fe), manganeso total (Mn), níquel total (Ni) y zinc total (Zn)
		Manantial FNat2	pH y oxígeno disuelto (OD)
Manantial FNat3	pH, cobalto total (Co) y manganeso total (Mn)		
2	Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Explotación Minera Shahuindo	Quebrada Araqueda	Arsénico total (As) y fenoles
		Quebrada San José – Shahuindo 1	Arsénico total (As), hierro total (Fe), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn), fenoles y pH
		Quebrada Choloque 3	Arsénico total (As), hierro total (Fe), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn) y fenoles
		Afluente de la quebrada Choloque	Arsénico total (As), hierro total (Fe), mercurio total (Hg) y fenoles
		Afluente de la quebrada Higuérón	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn), plomo total (Pb), fenoles, coliformes totales y fecales
		Quebrada Higuérón	Hierro total (Fe), cobre total (Cu), fenoles y pH
		Quebrada Choloque 2	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg), plomo total (Pb) y fenoles
Quebrada La Chilca	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg) y fenoles		

⁶ Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, aprobado el 30 de julio de 2008.

⁷ Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia de la unidad minera Shahuindo y zonas aledañas, en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, durante el año 2017

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N.º	IGA o informe	Zonas críticas	Parámetros excedidos / D.S. N.º 004-2017-MINAM
		Quebrada Shingomate 1	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg) y fenoles
		Quebrada Moyán	Mercurio total (Hg) y fenoles
		Quebrada Shahuindo 2	Manganeso total (Mn), fenoles y pH
		Quebrada Choloque 1	Mercurio total (Hg) y fenoles
3	Primera modificación de EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera «Sulliden Shahuindo» (2011)	Quebrada Araqueda	Arsénico total (As), hierro total (Fe)
		Afluente quebrada Choloque	Arsénico total (As) hierro total (Fe)
		Quebrada Choloque 3	Arsénico total (As) hierro total (Fe), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn)
		Quebrada Shahuindo 2	Arsénico total (As), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn)
		Afluente de la quebrada Higuierón	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg), plomo total (Pb)
		Quebrada Higuierón	Hierro total (Fe), cobre total (Cu), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn)
		Quebrada La Chilca	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg) y plomo total (Pb)
		Quebrada Shingomate 1	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg)
		Quebrada San José – Shahuindo 1	Hierro total (Fe), mercurio total (Hg), manganeso total (Mn)
		Quebrada Moyán	Mercurio total (Hg)
Quebrada Choloque 1	Mercurio total (Hg)		
4	Segunda modificación de EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera «Sulliden Shahuindo»	Quebradas Araqueda, Moyán, Choloque 1, Higuierón, La Chilca, San José – Shahuindo 1, Choloque 3	Fenoles, carbonatos, arsénico total (As), calcio total (Ca), aceites y grasas
5	Informe Técnico N° 016-2014- ANA-AAA-M-SDGCRH,	Río Condebamba	Aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), cobre total (Cu) y hierro total (Fe)
	Monitoreo participativo de la calidad del Agua – cuenca Crisnejas	Quebrada Chupaya	Aluminio total (Al), cadmio total (Cd) y hierro total (Fe)
6	Informe técnico N° 038-2014- ANA-AAA-M- SDGCRH. Monitoreo participativo de la calidad del agua - cuenca Crisnejas	Río Condebamba	Aluminio total (Al), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y coliformes termotolerantes
		Río Chimín y quebrada San José y Shingomate	Hierro total (Fe)
		Quebrada Choloque	Hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Chupaya	Aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Shahuindo	Arsénico total (As), cadmio total (Cd), hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
7	Informe N° 007-2015- ANA-AAA-M-SDGCRH. III Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas	Río Condebamba	Carbonatos y E.Coli
		Río Chimín	Carbonatos, arsénico total (As), cobre total (Cu) y Hierro total (Fe)
		Quebrada Choloque	Cadmio total (Cd), cobre total (Cu), cobalto total (Co) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Chupaya	Aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), cobalto total (Co), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y zinc total (Zn)
		Quebrada Shingomate	E. Coli y coliformes termotolerantes
		Quebrada Shahuindo	Sulfatos, arsénico total (As), cadmio total (Cd), cobalto total (Co), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y zinc total (Zn)



↑
j
f
y
A

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N.º	IGA o informe	Zonas críticas	Parámetros excedidos / D.S. N.º 004-2017-MINAM
8	Informe N° 054-2016- ANA-AAA-M- SDGCRH IV Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas	Río Condebamba	DQO, E. Coli, hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Río Chimín	Cobre total (Cu) y hierro total (Fe)
		Quebrada Choloque	pH, O.D., sulfatos, cadmio total (Cd), hierro total (Fe), manganeso total (Mn), zinc total (Zn).
		Quebrada Chupaya	pH, DBO, sulfatos, nitrato, aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y zinc total (Zn)
		Quebrada Shingomate	Cadmio total (Cd), cobre total (Cu), hierro total (Fe) y manganeso total (Mn)
		Quebrada Shahuindo	pH, sulfatos, DQO, aluminio total (Al), arsénico total (As), cadmio total (Cd), hierro total (Fe), manganeso total (Mn) y zinc total (Zn)

En la Tabla 2-5 se resume las tres denuncias ambientales registradas en el portal del Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (en adelante, Sinada) desde el 2012 hasta el 2018, con relación a la UM Shahuindo.

Tabla 2-5. Denuncias ambientales atendidas por el Sinada del OEFA entre el 2012 y 2018, con relación a la UM Shahuindo

Año	Componente asociado a la denuncia	Administrado relacionado con la denuncia	Recurso afectado según denuncia
2015	Agua	Shahuindo S.A.C.	Río Condebamba
2016	Agua y aire	Shahuindo S.A.C.	Fuentes de agua y caserío Shahuindo de Araqueda
	Agua	Shahuindo S.A.C.	Afectación recursos hídricos de la zona

Fuente: Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales – Sinada

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia de la unidad minera, durante el 2017 y 2018.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del agua, comunidades hidrobiológicas, y sedimento en las microcuencas Shahuindo, El Pacae, Chiraque, Crisbamba, Cañaris, Shingomate y la subcuenca Condebamba.
- Evaluar la calidad del agua subterránea en piezómetros aledaños al tajo y depósito de material excedente sur.
- Evaluar la calidad de aire en los caseríos San José, Moyán, Bajo, Moyán Bajo y Máximas Flores.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de
Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el área de influencia de la UM Shahuindo, emplazada en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca (ver Figura 4-1).

Hidrográficamente, el área del proyecto se ubica en la subcuenca del río Condebamba, el cual es un afluente por la margen derecha del río Crisnejas. La cuenca del río Crisnejas cuenta con una extensión de aproximadamente 4909 km² y es un afluente por la margen izquierda del río Marañón, el cual a su vez se ubica en la región hidrográfica del Amazonas en la vertiente del Atlántico.

En el ámbito local, el área de estudio se emplaza sobre las microcuencas de las quebradas Shingomate, Shahuindo y El Pacae, todas afluentes por la margen izquierda del río Condebamba. Las microcuencas de la quebrada Chiraque y el río Crisbamba son las otras quebradas que se ubican en la margen izquierda del río Condebamba.



↑

J

A

cy

27



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

División de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

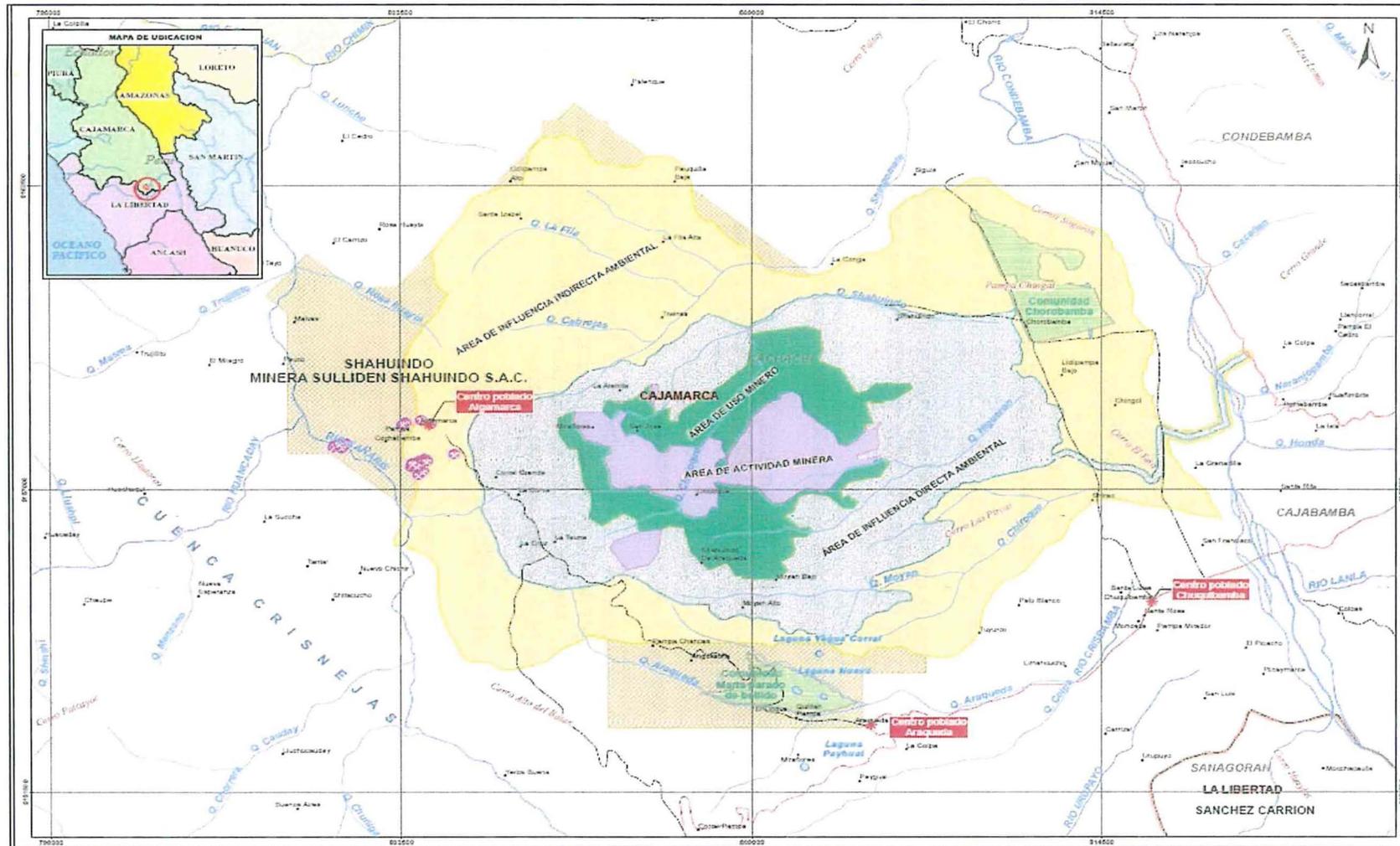


Figura 4-1. Mapa de ubicación geográfica de la unidad minera Shahuindo



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación
Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

a. Área de estudio de calidad de agua superficial, agua subterránea, manantiales, sedimentos y comunidades hidrobiológicas

Para fines prácticos, el área de estudio fue dividido en siete zonas, de acuerdo con la ubicación de cada punto de muestreo. A continuación, se describen las siete zonas:

- a) Zona I, que corresponde a la microcuenca de la quebrada Shahuindo
- En la microcuenca de la quebrada Shahuindo, en la zona circundante, se ubican puntos de muestreo en las quebradas Choloque, Chupaya, La Vieja, Shahuindo y manantiales (caseríos San José y Shahuindo de Araqueda).
- b) Zona II, que corresponde a la microcuenca del río Crisbamba
- En la microcuenca del río Crisbamba, en la zona circundante, conformada por puntos de muestreo ubicados en las quebrada Araqueda y La Colpa.
- c) Zona III, que corresponde a la subcuenca del río Condebamba
- En la subcuenca del río Condebamba, en la zona circundante, conformada por puntos de muestreo ubicados en la quebrada Lanla y los ríos Chimín, Condebamba y Urupuyo.
- d) Zona IV, que corresponde a la microcuenca del río Cañarís
- En el centro poblado Alagamarca, en la zona circundante, conformado por puntos de muestreo ubicados en el río Cañarís y en las quebradas Caipuro y Tranca El Agua.
- e) Zona V, que corresponde a la microcuenca de la quebrada El Pacae
- En la microcuenca de la quebrada El Pacae, en la zona circundante, conformada por puntos de muestreo ubicados en las quebradas Los Merinos, Sauce, Ratón Macho, El Pacae, Higuera y Contrahierba, así como en los manantiales ubicados en sus alrededores.
- f) Zona VI, que corresponde a la microcuenca de la quebrada Chiraque
- En la microcuenca de la quebrada Chiraque, en la zona circundante, conformada por puntos de muestreo ubicados en la quebrada Moyán y los manantiales Laguna Tapada, el Carrizo y Hierba Santa, en el Caserío de Moyán Bajo.
- g) Zona VII, que corresponde a la microcuenca de la quebrada Shingomate
- En la microcuenca de la quebrada Shingomate, en la zona circundante, conformada por puntos de muestreo ubicados en las quebradas Shingomate, La Chilca, El Grajo, Cabrejos, La Fila y Pauquilla y manantiales ubicados en los caseríos de La Fila y Liclipampa Alto.



↑
j
f
u
g

b. Área de estudio de calidad de aire

El área de estudio, corresponde a los centros poblados y caseríos que se encuentran dentro del área de influencia y cercanos a las actividades desarrolladas en la UM



Shahuindo; entre ellos, se han identificado cuatro caseríos: Moyán Bajo, Moyán Alto, San José y Máximas Flores, considerados para la evaluación ambiental.

5. CONTEXTO SOCIAL

El contexto social se refiere a todas aquellas circunstancias que enmarcan la situación en la que se encuentra el área de interés: en este caso, el lugar donde se desarrolló la evaluación ambiental y en el que también se encuentran incluidos todos los individuos que forman parte de la población residente en esa área.

La información sobre el contexto social fue obtenida mediante la revisión de fuentes bibliográficas, lo que fue complementado con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento (previa al desarrollo de la evaluación ambiental) y durante las etapas previas a su ejecución.

Para la ejecución de la evaluación ambiental temprana se tomaron en cuenta las etapas indicadas en el «Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA⁸», las que se detallan a continuación:

- Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados.
- Etapa 2. Convocatoria.
- Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción.
- Etapa 4. Realización de la inducción.
- Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del Plan del Monitoreo Ambiental Participativo.
- Etapa 6. Ejecución del Monitoreo Ambiental Participativo.
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado.

A continuación, se describen las actividades de la visita de reconocimiento, considerada como la etapa inicial previa a las etapas descritas en el reglamento mencionado.

- Visita de reconocimiento

La visita de reconocimiento es una etapa adicional, previa al inicio del MAP; fue realizada del 15 al 21 de febrero de 2017. Su objetivo fue establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona, conocer su percepción respecto a la realización de la evaluación, además de reconocer técnica y logísticamente el área de intervención. Toda esta información, junto con el conocimiento de la situación social y ambiental del área de monitoreo, la existencia de conflictos, y las principales actividades económicas, entre otras, facilitaría el desarrollo del plan de evaluación ambiental temprana en la UM Shahuindo.

Durante la visita de reconocimiento se identificaron a los principales actores involucrados, sosteniéndose reuniones con representantes de las siguientes instituciones u organizaciones:

- Shahuindo S.A.C.,
- ALA Crisnejas.

⁸ Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD, "Aprueban el Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA", del 2 de setiembre de 2014, modificada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

- Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambientes (RENAMA – Gore Cajamarca).
- Municipalidad provincial de Cajabamba.
- Municipalidad distrital de Cachachi.
- Municipalidad del centro poblado de Chuquibamba.
- Municipalidad del centro poblado de Araqueda.
- Municipalidad del centro poblado de Algamarca.
- Gobernación del caserío de Shahuindo de Araqueda.
- Gobernación del caserío de Moyán Bajo.
- Gobernación del caserío de San José, JASS Chorobamba.
- Federación de rondas campesinas de Cajabamba.
- Prensa local «Con-tacto informativo».
- Red Salud Cajabamba.

La reunión permitió recoger la percepción de los participantes respecto a la realización del monitoreo, así mismo se recorrió técnica y logísticamente el área de intervención, con especial énfasis en el distrito de Cachachi y sus anexos, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca.

Esta visita también sirvió para definir el área y los objetivos del estudio, lo que permitió identificar los componentes ambientales, determinar la red de monitoreo y los parámetros, además de establecer las herramientas de análisis que ayudarían a diagnosticar las condiciones ambientales de la zona.



a. Actores involucrados

Los actores involucrados en el desarrollo de las evaluaciones de mayo-2017 y marzo-2018, en el marco del reglamento, se consignan en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo de la evaluación ambiental temprana

Institución	Distrito	Provincia	Departamento
Oficina Desconcentrada -Cajamarca (OEFA)	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Shahuindo S.A.C.	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobierno Regional de Cajamarca (GORE-Cajamarca)	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
GORE-Cajamarca: Dirección Regional de Energía y Minas	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
GORE-Cajamarca: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
GORE-Cajamarca: Gerencia Regional de Salud	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Autoridad Nacional del Agua	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Administración Local de Agua Crisnejas	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Red Salud Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Municipalidad provincial de Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Municipalidad distrital de Cachachi	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Subprefectura distrital de Cachachi	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Defensoría del Pueblo	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Frente de Defensa y Desarrollo de la provincia de Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Rondas campesinas de Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Sindicato de Construcción Civil	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
Municipalidad del centro poblado de Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Municipalidad del centro poblado de Araqueda	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Junta Administradora de Agua y Saneamiento	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca



Institución	Distrito	Provincia	Departamento
Gobernación del caserío de Moyán Bajo	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío Moyán Alto	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío de Chorobamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío de Siguis	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío de Shahuindo de Araqueda	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío de Liclipampa Bajo	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío Máximas Flores	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío Liclipampa alto	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío La Fila	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
Gobernación del caserío La Pauquilla	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca

A continuación, se detalla información sobre el desarrollo de las etapas del Reglamento de participación ciudadana; además se incluye la información de la visita de reconocimiento y se consignan los actores involucrados en la evaluación ambiental.

En la Tabla 5-2 se muestra la cantidad de personas por género que participaron en cada una de estas etapas y en las acciones de monitoreo ambiental de la EAT en la UM Shahuindo, realizadas en mayo de 2017 y marzo de 2018.

Tabla 5-2. Ejecución de las etapas de participación ciudadana en el área de influencia de la UM Shahuindo según cantidad y género de participantes

Etapas	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapas preliminar Visita de reconocimiento ^(A)	Del 15 al 21 de febrero de 2017	24	2	26
Etapas 1. Coordinación previa con los actores involucrados	Del 12 al 18 de marzo de 2017	33	5	38
	Del 14 al 16 de marzo de 2018	8	3	11
Etapas 2. Convocatoria ^(B)	Del 6 al 12 de abril de 2017	142	65	207
Etapas 3. Inscripción en los programas de inducción				
Etapas 4. Realización de la inducción				
Etapas 5. Taller para la presentación de la propuesta del plan	Del 6 al 21 de mayo de 2017	8	1	9
Etapas 6. Ejecución del monitoreo				
	Del 15 al 26 de marzo de 2018	6	0	6
Etapas 7. Taller para la presentación de resultados ^(C)	Del 17 al 21 de octubre de 2017	78	54	132

- No se cuenta con registro.

(A) Esta etapa no se encontró considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio.

(B) La convocatoria se realizó mediante difusión radial (emisoras locales Tebane y Julices)

(C) En el 2017, se realizó un taller de presentación de resultados parciales, la fecha de la presentación final está sujeta hasta la emisión del informe final.



b. Etapas establecidas en el reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA

A continuación, se describirán las fechas en las que se realizaron cada una de las etapas y principales acuerdos que se tomaron.

• Etapa 1 – Etapa 3. Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e inscripción a los programas de inducción.

Estas etapas fueron desarrolladas del 12 al 18 de marzo de 2017, periodo durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa en las municipalidades de los centros poblados de Chuquibamba y Araqueda y en la provincia de Cajabamba, de igual manera se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción.

En dichas reuniones, se determinó lo siguiente:

- La evaluación se realizaría en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca.
- Se concretaron las fechas y lugares para la convocatoria, y la realización de los talleres de inducción y de la presentación de la propuesta del plan de evaluación, y luego se reconocieron algunas quebradas propuestas para realizar el monitoreo de calidad de agua, sedimento e hidrobiología.
- Se definieron los lugares en los que se dejarían las listas de inscripción.

La difusión fue realizada mediante comunicaciones formales y emisión radial (emisoras Tebane y Julices), convocándose a los principales actores sociales.

Del 14 al 16 de marzo del 2018 se realizaron coordinaciones previas con los actores sociales identificados en el 2017; en las reuniones sostenidas se les detalló que OEFA continuaría con la evaluación ambiental temprana en el área de influencia de la UM Shahuindo, complementaria a la ejecutada en el 2017.

• Etapa 4 – Etapa 5. Realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta de la evaluación ambiental temprana.

Estas etapas se realizaron del 6 al 12 de abril de 2017, y tuvieron lugar en los centros poblados de Chuquibamba y Araqueda, y en la ciudad de Cajabamba.

Durante la inducción, el OEFA informó sobre las competencias de fiscalización ambiental a su cargo, los alcances del reglamento que regula la participación ciudadana en las acciones de monitoreo, los derechos y deberes de los participantes, y los lineamientos y procedimientos para la toma de muestras. Se entregó un certificado a los asistentes.

Inmediatamente después de la inducción, se continuó con el taller de presentación de la propuesta del plan de evaluación. Durante esta, se explicó lo siguiente:

- Los objetivos del monitoreo.
- Los criterios para la elección de los puntos de muestreo.



Handwritten marks: an arrow pointing up, followed by the letters 'J', 'G', 'W', and 'D' written vertically.



- La metodología para la recolección de muestras y mediciones en campo.
- La metodología que se aplicará para la evaluación de los resultados obtenidos.
- Los alcances de la participación ciudadana durante las labores de monitoreo a realizarse.
- Otros aspectos de interés.

Al finalizar cada una de estas reuniones, se validaron los puntos de muestreo propuestos con acompañamiento de la población.

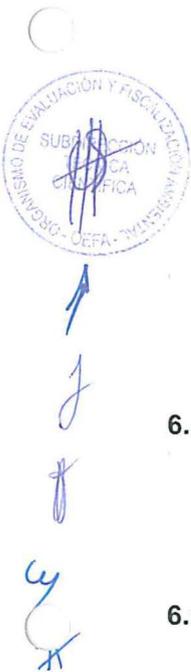
Los acuerdos tomados estuvieron relacionados principalmente con las fechas de monitoreo y los participantes que acompañarían al OEFA durante su ejecución.

• **Etapas 6. Ejecución de la evaluación ambiental temprana.**

Esta etapa se desarrolló del 6 al 21 de mayo de 2017. Durante esta, se realizó la toma de muestras de agua, comunidades hidrobiológicas, sedimentos y el monitoreo de aire en los puntos de muestreo determinados en el plan de evaluación ambiental (en adelante, mayo-2017).

Del 17 al 26 de marzo del 2018 se realizó la segunda toma de muestras de agua superficial y subterránea, manantiales, sedimentos y comunidades hidrobiológicas (en adelante, marzo-2018).

Los representantes de las comunidades elegidos previamente acompañaron a los especialistas del OEFA durante los monitoreos de los componentes ambientales. Las actas y listas de participantes correspondientes se encuentran en el Anexo A.



6. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología aplicada durante la evaluación ambiental para los componentes agua superficial, agua subterránea, sedimento, comunidades hidrobiológicas y aire.

6.1. Calidad de agua

La metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente agua (superficial y subterránea) comprende la ubicación de los puntos de muestreo, protocolos, equipos y técnicas de análisis, estándares de comparación y la forma de análisis de datos que se emplearon para este componente.

6.1.1. Guía o protocolo utilizados para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación de agua superficial y agua de manantiales⁹ se enmarcó en el Capítulo 6: "Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales" del "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de

⁹ Según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, en su Título IX. Aguas subterráneas, Capítulo I. Disposiciones generales, Artículo 226°.- Los manantiales como puntos o áreas aflorantes de las aguas subterráneas serán considerados como aguas superficiales para los efectos de evaluación y otorgamientos de derechos de uso de agua, toda vez que para su utilización no se requiere la realización de mecanismos ni obras específicas de extracción.



Recursos Hídricos Superficiales¹⁰, donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales para aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua.

Los lineamientos para la evaluación son la logística necesaria, el establecimiento de las redes de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección, seguridad en el trabajo de campo, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, así como el aseguramiento de la calidad, llenado de la cadena de custodia, entre otros.

La Tabla 6-1 se presentan los protocolos de monitoreo considerados para la ejecución de las actividades programadas en cumplimiento al presente objetivo.

Tabla 6-1. Guía y protocolo de monitoreo para los componentes agua (superficial y subterránea)

Componente ambiental	Guía o protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Agua superficial	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Capítulo 6	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	RJ N.º 010-2016-ANA	2016
Agua subterránea	National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data de la U.S. Geological Survey TWRI book 9	Capítulos del A1 al A6	EE. UU.	U.S. Geological Survey	--	2015
	Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados muestreo de aguas subterráneas	Parte 2	Perú	Ministerio del Ambiente (Minam)	--	2016



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the letters 'y' and 'A'.

Para la selección de los parámetros de campo y los que requieren ser determinados en laboratorio, se consideró los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (en adelante, ECA) para agua, establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM¹¹.

La categoría de los cuerpos de agua fue asignada siguiendo los lineamientos establecidos por la ANA. Sobre esta base se priorizó los parámetros relacionados con la actividad minera, asimismo se consideraron parámetros adicionales que permitieron una mejor interpretación de los resultados.

6.1.2. Ubicación de puntos

Los recursos hídricos evaluados comprenden las quebradas Shahuindo, Chupaya, Choloque, Higerón, El Pacae, Colpa, Araqueda, Los Merinos, Contrahierba, Sauce, Shingomate, Lanla, Caipuro, Moyán, La Chilca, Cabrejos, La Fila, El Grajo, La Vieja, Tranca El Agua, Ratón Macho y los ríos Urupuyo, Condebamba, Cañarís y Chimín,

¹⁰ Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales". Aprobado el 11 de enero de 2016.

¹¹ Decreto que aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones complementarias, aprobado el 6 de junio de 2017.



además los manantiales encontrados en el área de influencia de la UM Shahuindo en el distrito Cachachi.

Se tomaron, asimismo, muestras de agua de los piezómetros ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo para realizar la evaluación de la calidad de las aguas subterráneas

Los dos puntos de efluentes correspondieron a una bocamina mal abandonada en la zona de la quebrada Chupaya y otro proveniente de la bocamina «Nivel 5», en la zona de Algamarca

La ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial y manantiales se establecieron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Redes de monitoreo ambiental contemplados en los instrumentos de gestión ambiental del administrado.
- Aguas arriba y agua abajo de los afluentes y vertimientos existentes y potenciales.
- Aguas arriba y agua abajo de los componentes ambientales de las unidades mineras (existentes o futuros), con características de potencial fuente de contaminación como tajos, labores subterráneas, presas de relaves, depósitos de desmonte, etc.
- Aguas arriba de centros poblados y comunidades que podrían ser afectadas por influencia de actividades antropogénicas en cuerpos de agua aledaños a su ubicación.
- Manantiales usados por las comunidades para el consumo humano y riego.
- Entrevistas y observaciones recopiladas de los pobladores durante la etapa de coordinación previa de la EAT.
- Denuncias ambientales recogidas por el Sistema Nacional de Denuncias Ambientales (Sinada).
- Resultados obtenidos de la EAT en zonas aledañas de la UM Shahuindo durante el 2017

En mayo-2017, se establecieron 31 puntos de muestreo para evaluar la calidad ambiental del agua, de los cuales, 28 puntos de muestreo corresponden a agua superficial y 3 puntos son aguas provenientes de manantiales; además 1 punto de muestreo en efluentes, en el área de influencia de la UM Shahuindo.

En marzo-2018, se consideraron 31 puntos adicionales en quebradas y manantiales, de los cuales, 13 corresponden a la microcuenca Shingomate, debido a que se añadieron plataformas de perforación en la zona de exploración¹², asimismo 6 en la microcuenca Shahuindo, 2 en el río Cañarís (uno de ellos, correspondiente a un efluente), 7 en la microcuenca El Pacae y 3 puntos en la microcuenca Chiraque.

Además, en marzo-2018, no se consideraron 3 puntos de muestreo ubicados en el río Chimín, Urupuyo y quebrada Lanla respectivamente, debido a que se encuentran alejados del área de influencia de la UM Shahuindo. Cabe señalar que en estos puntos no se registraron excesos en relación a los ECA para agua – Categoría 3, en la evaluación realizada en el 2017, estos puntos solo fueron evaluados en mayo-2017.

¹²

Informe Técnico Sustentatorio presentado por Shahuindo, enero 2018, ítem 9.8 Justificación y descripción de los componentes propuestos "el presente ITS comprende la habilitación de 100 plataformas adicionales cada una con 2 sondajes para las actividades de exploración, las cuales consideran la habilitación de 2 pozas de sedimentación por cada plataforma y la habilitación de 6.79 Km de accesos"



Se establecieron 59 puntos de muestreo para evaluar la calidad ambiental del agua, de los cuales, 44 puntos corresponden a agua superficial, 16 puntos son aguas provenientes de manantiales, 2 puntos corresponden a agua subterránea proveniente de los piezómetros y 2 puntos de efluentes, ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo.

La descripción y ubicación de los puntos de muestreo se presentaron en las tablas 6-2, 6-3, 6-4 y 6-5, asimismo, la distribución de los puntos de muestreo se puede observar en el mapa de ubicación del Anexo B. En relación a las observaciones y parámetros de campo obtenidos en los puntos de muestreo evaluados se detallan en el Anexo C.

Tabla 6-2. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua superficial (quebradas)

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
1	I	Quebrada	Chupaya	QChu1	807332	9158325	2942	Quebrada Chupaya, aproximadamente a 300 m al noreste de la institución educativa del caserío San José	X	X
2		Quebrada	Chupaya	QChu2	808788	9159836	2409	Quebrada Chupaya, aproximadamente a 380m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Choloque	X	X
3		Quebrada	Chupaya	QChu1 _b	808266	9159667	2575	Quebrada Chupaya aproximadamente a 45 m aguas arriba de la confluencia con la bocamina Qs/n1		X
4		Quebrada	Sin nombre	Qs/n2	807918	9157822	2794	Quebrada s/n2, aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Choloque		X
5		Quebrada	Choloque	QCho1	806440	9156308	3207	Quebrada Choloque, en el punto de muestreo SH-9 de la UM Shahuindo, aguas arriba a la zona de operaciones	X	X
6		Quebrada	Choloque	QCho2	808842	9159796	2453	Quebrada Choloque, aproximadamente a 550 m aguas abajo del punto de muestreo SH-5 y a 2,5 km de la zona de operaciones de la UM Shahuindo.	X	X
7		Quebrada	Choloque	QCho2 _A	808275	9158050	2718	Quebrada Choloque, aproximadamente a 290 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada s/n2 y 520 m aguas abajo del tajo		X
8		Quebrada	Choloque	QCho1 _A	808123	9157799	2761	Quebrada Choloque, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada s/n2		X
9		Quebrada	La Vieja	QLVie1	807007	9157378	3011	Quebrada La Vieja, aproximadamente a 1 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre (Qs/n2)		X



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
10		Quebrada	Shahuindo	QSha1	809419	9160282	2375	Quebrada Shahuindo, aproximadamente a 1,5 km aguas arriba del caserío Shahuindo de Araqueda	X	X
11		Quebrada	Araqueda	QAra1	808989	9153115	2646	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 2 km aguas arriba del centro poblado Araqueda	X	X
12	II	Quebrada	Araqueda	QAra2	812166	9152981	2371	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 850 m aguas abajo del centro poblado Araqueda	X	X
13		Quebrada	La Colpa	QCol1	810102	9151109	2728	Quebrada La Colpa, a 10 m del puente ubicado en el caserío La Colpa	X	X
14		Quebrada	La Colpa	QCol2	813890	9153410	2269	Quebrada La Colpa, aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Araqueda	X	X
15		Río	Condebamba	RCon1	817592	9154837	2155	Río Condebamba, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lanla	X	X
16	III	Río	Condebamba	RCon2	815540	9157969	2122	Río Condebamba, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Condebamba	X	X
17		Río	Condebamba	RCon3	814045	9167588	2040	Río Condebamba, aproximadamente a 550 m aguas arriba de la confluencia con el río Chimín	X	X
18		Río	Urupuyo	RUru1	814672	9152188	2332	Río Urupuyo, aproximadamente a 650 m aguas arriba del sector Carrizal	X	
19		Quebrada	Lanla	QLan1	817713	9155185	2159	Quebrada Lanla, aproximadamente a 300 m de la hacienda Hoyito	X	
20		Río	Chimín	RChi2	811192	9166624	2087	Río Chimín, aproximadamente a 3 km aguas arriba de la confluencia con el río Condebamba	X	
21	IV	Quebrada	Caipuro	QCai1	802856	9157596	2638	Quebrada Caipuro, 50 m agua arriba de la confluencia con el río Cañarís	X	X
22		Quebrada	Tranca El Agua	QTEAg1	803642	9156504	2702	Quebrada Tranca El Agua, aproximadamente 130 m aguas arriba de la confluencia con el río Cañarís		X
23		Río	Cañarís	RCañ1	803575	9156451	2709	Río Cañarís, aproximadamente a 100 m aguas arriba de la confluencia con la	X	X





«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo- 2017	15 al 26 de marzo- 2018
								quebrada Tranca El Agua		
24		Río	Cañarís	RCañ2	802475	9157791	2615	Río Cañarís, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Caipuro	X	X
25		Quebrada	El Pacae	QEPac 1	811957	9157459	2287	Quebrada El Pacae, aproximadamente a 270 m aguas abajo del punto de muestreo SH- 6 de la UM Shahuindo	X	X
26		Quebrada	Los Merinos	QLMer1	810525	9156658	2441	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 700 m aguas abajo del punto de muestreo SH-3 de la UM Shahuindo	X	X
27		Quebrada	Los Merinos	QLMer1 B	810490	9156574	2413	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 50 m aguas arriba de la confluencia con la descarga del manantial FNat8		X
28		Quebrada	Los Merinos	QLMer2	811448	9157384	2315	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Sauce (QSau1)		X
29	V	Quebrada	Los Merinos	QLMer1 A	809487	9156325	2538	Quebrada Los Merinos, aguas arriba de la confluencia de la laguna Tapada con la quebrada Los Merinos		X
30		Quebrada	Sauce	QSau1	811434	9157436	2325	Quebrada Sauce, aproximadamente a 70 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Pacae	X	X
31		Quebrada	Contrahe rba	QCHie1	810703	9159416	2413	Quebrada Contrahierba, aproximadamente a 800 m al suroeste de la institución educativa del caserío de Shahuindo de Araqueda	X	X
32		Quebrada	Higuerón	QHig1	811255	9158301	2316	Quebrada Higuerón, aproximadamente a 1,7 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada El Pacae	X	X
33		Quebrada	Sin nombre 3	QRMac h1	808358	9156159	2832	Quebrada Sin nombre 3, afluente de la quebrada Los Merinos		X
34	VI.	Quebrada	Moyán	QMoy1	808282	9155052	2882	Quebrada Moyán, aproximadamente a 500 m al noroeste de la garita de la unidad minera Shahuindo	X	X



↑
j
f
y
st



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo- 2017	15 al 26 de marzo- 2018
35		Quebrada	Moyán	QMoy2	812951	9155989	2288	Quebrada Moyán, aproximadamente a 3,3 km aguas arriba del punto de muestreo QMoy1	X	X
36	VII	Quebrada	Shingomate	QShi1	809725	9161005	2442	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 1,3 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Chilca	X	X
37		Quebrada	Shingomate	QShi2	811289	9162793	2297	Quebrada Shingomate, a 2,5 km aguas abajo del punto QShi1	X	X
38		Quebrada	Shingomate	QShi1a	805846	9158729	3053	Naciente de la quebrada Shingomate		X
39		Quebrada	Shingomate	QShi1b	806452	9158946	2910	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Grajo		X
40		Quebrada	Shingomate	QShi1c	807120	9159520	2644	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 560 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Grajo		X
41		Quebrada	Chilca	QChil1	806051	9158166	3078	Quebrada Chilca, aproximadamente a 800 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
42		Quebrada	Cabrejos	QCab1	806646	9159916	2927	Quebrada Cabrejos, aproximadamente a 620 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
43		Quebrada	El Grajo	QEGra1	806169	9159415	2971	Quebrada El Grajo, punto de captación de agua para el proyecto de ampliación de la UM Shahuindo		X
44		Quebrada	La Fila	QLFil1	807415	9160812	2743	Quebrada La Fila, aproximadamente a 470 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Pauquilla		X

Se establecieron los puntos de muestreo en manantiales tomando en cuenta aquellos de los cuales las poblaciones captan agua para su consumo y riego, su ubicación se presenta en la Tabla 6-3.

**Tabla 6-3.** Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua superficial
(manantiales)

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo- 2017	15 al 26 de marzo- 2018
1	I	Manantial	Sin nombre	FNat1 ¹³ o Filtración1 ¹⁴	807604	9158847	2829	Filtración ubicada aproximadamente a 3 m al noreste del ex manantial FNat1 y a 165 m agua arriba de la confluencia con la quebrada Chupaya	X	X
2		Manantial	Sin nombre	FNat2	807707	9159149	2762	Manantial Sin nombre, aproximadamente a 300 m al oeste de la quebrada Chupaya, en el caserío de San José	X	X
3		Manantial	Shinshe o Palluro	FNat6	806208	9157483	3166	Manantial Shinshe o Palluro, ubicado en el caserío de San José, al pie del anticlinal Algamarca		X
4		Manantial	Los Encuentros	FNat3	808823	9159789	2410	Manantial Ojo de agua Los Encuentros, aproximadamente a 200 m al oeste de la quebrada Chupaya, en el caserío de San José	X	X
5	IV	Manantial	La Huaylla #4	FNat23	803830	9159670	3271	Manantial la Huaylla #4, ubicado en el caserío Rosa Huayta		X
6	V	Manantial	El Pauco	FNat8	810462	9156621	2423	Manantial El Pauco, ubicado aproximadamente 850 m aguas abajo del pad de lixiviación, en la microcuenca El Pacae		X
7		Manantial	Sin nombre	FNat14	809854	9156423	2574	Manantial ubicado aproximadamente 250 m aguas abajo del pad de lixiviación, en la microcuenca El Pacae		X
8		Manantial	Laguna Tapada	LTap1	809604	9156260	2614	Escorrentía proveniente de la laguna Tapada, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Los Merinos		X
9	VI	Manantial	Sin nombre	FNat11	807557	9155207	3008	Manantial sin nombre, ubicado aproximadamente a 1,3 km al suroeste del campamento de la UM Shahuindo		X
10		Manantial	El Carrizo	FNat11A	807930	9155134	2943	Manantial El Carrizo, en el caserío Moyán Bajo		X

¹³ FNat1, corresponde al nombre recibido en el Informe N.º 0067-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA.¹⁴ En el 2018 recibió el nombre de Filtración1, debido a algunos cambios al que fue sometido el entorno, sin embargo, corresponde al FNat1.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo- 2017	15 al 26 de marzo- 2018
11		Manantial	Hierba Santa	FNat11B	808110	9155136	2930	Manantial Hierba Santa, en el caserío Moyán Bajo		X
12	VII	Manantial	Sin nombre	FNat24	807590	9162270	2836	Manantial ubicado aproximadamente a 60 m al sur del caserío Liclipampa Alto		X
13		Manantial	Sin nombre	FNat20	806288	9162480	2962	Manantial ubicado en la naciente de la quebrada Cabrejos		X
14		Manantial	La Peña de Alumbre	FNat21	807875	9160584	2628	Manantial «La Peña de Alumbre», ubicado en la quebrada La Fila aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
15		Manantial	Sin nombre	FNat21a	807714	9160466	2707	Manantial ubicado aproximadamente a 220 m al suroeste del manantial FNat21		X
16		Manantial	Los Paucos #2	FNat26	806140	9161787	3014	Manantial "Los Paucos #2" ubicado aproximadamente a 1,3 km al sureste del caserío La Fila		X

En algunas zonas hay presencia de efluentes y drenajes provenientes de bocaminas mal abandonadas, por lo cual se ubicaron puntos de muestreo en estos efluentes, tomando en cuenta que podrían afectar la calidad hídrica de un cuerpo de agua; lo detallado se aprecia en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4. Ubicación de los puntos de muestreo en efluentes

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo- 2017	15 al 26 de marzo- 2018
1	I	Drenaje ácido	Bocamina mal abandonada	Qs/n1	808310	9159670	2541	Bocamina mal abandonada, aproximadamente a 20 m de la confluencia con la quebrada Chupaya	X	X
2	IV	Efluente	Bocamina «nivel 5»	EF-Alg1	802761	9157938	2684	Bocamina nivel 5 y aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con el río Cañarís		X

Los puntos de muestreo de agua subterránea se tomaron en los piezómetros ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo, cabe señalar que, de los ocho piezómetros reportados, solo dos se encontraban operativos.

**Tabla 6-5.** Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua subterránea

N.º	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 M		Altitud (m s.n.m)	Descripción	Estado	
		Este	Norte			Operativo	Inoperativo
1	PZ-1	806895	9158367	3002	Gradiente abajo del tajo	X	
2	PZ-2	807651	9157843	2849	Gradiente abajo del tajo		X
3	PZ-3	808494	9157282	2906	Gradiente abajo del depósito de material estéril Choloque		X
4	PZ-4	809713	9156839	2743	Gradiente abajo al pad de Lixiviación		X
5	PZ-5	810247	9158290	2662	Gradiente abajo al pad de Lixiviación		X
6	PZ-6	808952	9159420	2521	Gradiente abajo de la ampliación del depósito de material estéril Choloque		X
7	PZ-7	809571	9156124	2604	Gradiente abajo del depósito de material excedente Sur	X	
8	P-10	811250	9157550	2374	Gradiente abajo del pad de Lixiviación N° 2		X

6.1.3. Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros considerados para evaluar la calidad del agua superficial fueron seleccionados en función de las actividades productivas del área de estudio; se tomaron en cuenta los parámetros relacionados a las características más representativas de los cuerpos de agua.

En los puntos de muestreo se realizaron mediciones de los parámetros de campo (in situ): potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD) y temperatura (T). Las tablas 6-6, 6-7 y 6-8 muestran los parámetros considerados para los análisis de laboratorio (con métodos de ensayo acreditados), y la cantidad de puntos de muestreo, para la evaluación de calidad de agua superficial (2017 y 2018) y subterránea (2018).

Tabla 6-6. Parámetros evaluados en el componente agua superficial (ríos, quebradas y manantiales) y efluentes-2017

N.º	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos de muestreo	Observaciones
1	pH	31	Parámetros medidos in situ con equipo multiparámetro
2	Temperatura		
3	Oxígeno disuelto (OD)		
4	Conductividad eléctrica (CE)		Inspectorate Services Perú S.A.C.
5	Sólidos suspendidos totales (SST)		
6	Demanda química de oxígeno (DQO)		NSF Envirolab S.A.C.
7	Cromo VI (hexavalente)		
8	Bicarbonatos		
9	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)		
10	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
11	Cianuro WAD		
12	Sulfatos		AGQ Perú S.A.C. (acreditado por Inacal)
13	Cloruros		
14	Sólidos totales disueltos (STD)		

**Tabla 6-7.** Parámetros evaluados en el componente agua superficial (ríos, quebradas y manantiales) y efluentes-2018

N.º	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos de muestreo	Observaciones
1	pH	59	Parámetros medidos in situ con equipo multiparámetro
2	Temperatura		
3	Oxígeno disuelto (OD)		
4	Conductividad eléctrica (CE)		Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo ALS LS PERU S.A.C. (acreditado por Inacal)
5	Sólidos suspendidos totales (SST)		
6	Sólidos totales disueltos (STD)		
7	Carbonato		
8	Bicarbonatos		
9	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)		
10	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
11	Cianuro WAD		
12	Sulfatos		
13	Cloruros		

Tabla 6-8. Parámetros evaluados en el componente agua subterránea-2018

N.º	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos de muestreo	Observaciones
1	pH	2	Parámetros medidos in situ con equipo multiparámetro
2	Temperatura		
3	Oxígeno disuelto (OD)		
4	Conductividad eléctrica (CE)		Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo ALS LS PERU S.A.C. (acreditado por Inacal)
5	Demanda química de oxígeno (DQO)		
6	Sólidos totales disueltos (STD)		
7	Carbonato		
8	Bicarbonatos		
9	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)		
10	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
11	Cianuro WAD		
12	Sulfatos		
13	Cromo VI (hexavalente)		
14	Cloruros		

A continuación, se describen los métodos de ensayo de los parámetros evaluados, utilizados por los laboratorios en mayo-2017 y marzo-2018 (ver tablas 6-9 y 6-10).

Tabla 6-9. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua-2017

Parámetro	Método de análisis	Técnica empleada	Laboratorio	Observaciones
Agua superficial y efluentes				
Sólidos suspendidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Pesaje de filtro mediante secado en 103 - 105 °C	Inspectorate Services Perú S.A.C	-
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd Ed. 2012.	Reflujo cerrado, método titrimétrico		-
Cloruro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI- B, 22nd Ed. 2012	Titulación con nitrato de mercurio	NSF Envirolab S.A.C	-



Parámetro	Método de análisis	Técnica empleada	Laboratorio	Observaciones
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4(2)-E, 22nd Ed. 2012	Método espectrofotométrico		-
Mercurio total y disuelto	EPA Método 245.7 (validado), febrero 2005	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío		-
Metales totales y disueltos	EPA Método 200.7, revisado 4.4, mayo 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente		Incluye duplicados
Cianuro Wad	SMEWW-APHA-AWWA parte 4500-CN I, 22nd Ed. 2012.	Electrometría		-
Cromo hexavalente	SMEWW Parte 3500Cr-B, 22nd Ed. 2012.	Volumetría		-
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF parte 4500 CO2, 22nd Ed. 2012.	Volumetría		-
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Gravimetría	Consortio AGQ Perú S.A.C.	-

Tabla 6-10. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua-2018

Parámetros	Método de Análisis	Técnica empleada	Laboratorio	Observaciones
Agua superficial y efluentes				
Cloruro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI- B, 22nd Ed. 2012	Titulación con nitrato de mercurio	ALS LS PERU S.A.C.	-
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4(2)-E, 22nd Ed. 2012	Método espectrofotométrico	ALS LS PERU S.A.C.	-
Sólidos suspendidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Gravimetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Gravimetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Metales totales	EPA 6020A	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	ALS LS PERU S.A.C.	Incluye duplicado
Metales disueltos	EPA 6020A	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío	ALS LS PERU S.A.C.	-



P
 J
 J
 G
 R



Parámetros	Método de Análisis	Técnica empleada	Laboratorio	Observaciones
Carbonatos	SM 2320 B (2012)	Volumetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Bicarbonatos	SM 2320 B (2012)	Volumetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Cianuro WAD	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Electrometría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Agua subterránea				
DQO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Colorimetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Cloruro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	Titulación con nitrato de mercurio	ALS LS PERU S.A.C.	-
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4(2)-E, 22nd Ed. 2012	Método espectrofotométrico	ALS LS PERU S.A.C.	-
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012		ALS LS PERU S.A.C.	-
Metales totales	EPA 6020A	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	ALS LS PERU S.A.C.	Incluye duplicados
Metales disueltos	EPA 6020A	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío	ALS LS PERU S.A.C.	-
Carbonatos	SM 2320 B (2012)	Volumetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Bicarbonatos	SM 2320 B (2012)	Volumetría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Cianuro WAD	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Electrometría	ALS LS PERU S.A.C.	-
Cromo hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012		ALS LS PERU S.A.C.	-

6.1.4. Equipos utilizados

Los equipos, accesorios y otros materiales utilizados durante la evaluación en campo se muestran en la Tabla 6-11; asimismo, los detalles de la calibración y verificación de equipos, se encuentran en el anexo C, correspondiente al reporte de campo.

**Tabla 6-11.** Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de agua

Equipos/ Materiales	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
Medidor multiparámetro	HACH	HQ40D	15050000916	Equipo en el que se conectan las sondas de pH, OD y CE para las mediciones in situ. Permite visualizar las lecturas de cada sonda
			15050000900	
Sonda de pH	HACH	HQ40D	172332568057	Mide el valor de pH. Cabe indicar que la sonda incluye un termómetro digital.
			172632567049	
Sonda de conductividad	HACH	HQ40D	172942588015	Mide la CE. Se precisa que la sonda incluye un termómetro digital
			172942587010	
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	HQ40D	151482597010	Mide el oxígeno disuelto
			151262598005	
Cámara fotográfica	Canon	Powershot D30BL	62051001041	Registro fotográfico
			62051001048	
GPS	Garmin	Montana 680	4HU004997	Utilizado para la ubicación geográfica de los puntos para la toma de muestra
			4HU004998	
Correntómetro	Global Water	FP111	1550006909	Utilizado para medir el caudal de los cuerpos de agua
			1549006789	
Sonda para pozo	AQUALYSEY	DELTA-D	PNA003192060 024	Bombeo de agua subterránea de piezómetros
			15050000916	



A
 J
 f
 W
 A

6.1.5. Aseguramiento de la calidad

Es importante mencionar que el muestreo contará con el aseguramiento de calidad para metales totales establecido al ítem 6.17. "Aseguramiento de la calidad del muestreo del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", conforme al detalle de la Tabla 6-12.

Tabla 6-12. Controles de calidad establecidos para calidad de agua en mayo-2017 y marzo-2018

Tipo de control	Número de muestras	
	2017	2018
Blanco de campo	1	1
Blanco de viaje	1	1
Duplicado	4	6
Total de muestras	6	8

Los análisis de las muestras de mayo-2017 fueron realizados por los laboratorios AGQ Perú S.A.C., Inspectorate Services Perú S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C.; mientras que las de marzo-2018, fueron realizados por el laboratorio ALS LS PERU S.A.C., los



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

cuales proporcionaron los materiales (frascos y preservantes), según los parámetros evaluados.

6.1.6. Estándares de comparación

El estudio contempla la evaluación ambiental temprana de los siguientes cuerpos de agua: las quebradas Shahuindo, Chupaya, Choloque, Higuierón, El Pacae, La Colpa, Araqueda, Los Merinos, Contrahierba, Sauce, Shingomate, Lanla, Caipuro, Moyán, Chilca, Cabrejos, La Fila, El Grajo, La Vieja, Tranca El Agua, Ratón Macho y los ríos Urupuyo, Condebamba, Cañaris y Chimín, además los manantiales encontrados en el área de influencia de la UM Shahuindo en el distrito Cachachi.

De acuerdo con lo establecido en la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA¹⁵, a estos los cuerpos de agua no se les ha asignado una categoría; sin embargo, estos tributan al río Condebamba, que a su vez tributa al río Crisnejas: clasificado en la categoría 3.

En la tercera disposición complementaria transitoria de los Estandares de calidad ambiental para agua (en adelante, ECA para agua)¹⁶, se menciona que:

“... en tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha autoridad”

Sobre la base de lo mencionado, a aquellos cuerpos de agua sin categoría, contemplados en el presente estudio, se les asignó la categoría 3: “Riego de vegetales y bebida de animales”, subcategoría D1: “Riego de vegetales” y D2: “Bebida de animales”, (en adelante, Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

Los resultados de los manantiales fueron considerados referencialmente como categoría 3, ya que constituyen afloramientos de agua que se mezclan en el curso de las quebradas, las que son utilizadas con fines agrarios.

Respecto a los puntos Qs/n1 (bocamina mal abandonada) y EF-Alg1 (bocamina nivel 5) serán comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2, ya que sus aguas desembocan en el curso de las quebradas.

Los resultados de las aguas subterráneas serán comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2, dado que no se cuenta con una normativa nacional. Cabe señalar que esta categoría fue considerada en los IGA de la UM Shahuindo.

Adicionalmente, los resultados se comparan con los parámetros establecidos en los ECA para Agua, categoría 3, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 002-2008-MINAM, el 30 de julio de 2008 —en adelante ECA para Agua (2008)—, debido a que con esta norma fueron aprobados los IGA de Shahuindo S.A.C.

En la Tabla 6-13 se detallan los estándares de comparación de la calidad de agua que se emplearon para cada cuerpo de agua, conforme a lo que se ha mencionado previamente.

¹⁵ Aprueban la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales R.J. N.° 056-2018-ANA del 13 de febrero de 2018.

¹⁶ Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM. Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. Publicado el 7 de junio de 2017



Tabla 6-13. Estándares de comparación de la calidad de agua

Ubicación	Unidad hidrográfica	Cuerpos de agua	ECA para agua Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM	
			Categoría de comparación	Subcategoría de comparación
Distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca	Río Crisnejas	- Ríos: Condebamba Cañaris Chimín Urupuyo	Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales"	D1 "Riego de cultivos de tallo alto y bajo"
		- Quebrada: Shingomate, San José, Choloque, Chupaya, Los Merinos, Araqueda, Shahuindo, Sauce, Contra Hierba, Caipuro, La Colpa, Higueron, La Chilca, Cabrejos La Fila Lanla		D2 "Bebida de animales"
		- Manantiales ubicados en los caseríos en el área de evaluación		D1 "Riego de cultivos de tallo alto y bajo"
		- Agua subterránea ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo		D2 "Bebida de animales"
			Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales (*)"	D2 "Bebida de animales"
			Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales (*)"	D1 "Riego de cultivos de tallo alto y bajo"
			Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales (*)"	D2 "Bebida de animales"

(*) Comparación referencial

6.2. Calidad de sedimento

En los apartados siguientes se muestra información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente sedimento, consignándose los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

Para la evaluación de la calidad de sedimento, se consideró la caracterización del principal cuerpo de agua y sus tributarios contemplados en el componente agua (para las evaluaciones realizadas durante el 2017 y 2018), ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo.

6.2.1. Guías utilizadas para la evaluación

Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para el muestreo y evaluación de sedimento, se utilizó las referencias indicadas en la Tabla 6-14.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 6-14. Referencias para el muestreo de la calidad de sedimento de agua continental

Autoridad emisora	País	Dispositivo legal	Referencia	Año	Sección
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC-CCA)	México	---	Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del Proname	2010	Sección 3.4
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Colombia	---	Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos para la determinación de metales	2009	Sección 7.3, Sección 8, Sección 9.2.

6.2.2. Ubicación de puntos

Los puntos de muestreo de sedimentos se ubicaron geográficamente en los mismos puntos donde se tomaron las muestras de calidad de agua. Estos se localizaron en lugares donde el agua circula lentamente y cerca de las orillas, precisando que todos los puntos de muestreo de sedimentos estuvieron cubiertos por agua.

En consecuencia, se evaluaron 41 puntos de muestreo, los cuales se detallan por cada zona de estudio en la Tabla 6-15.

Tabla 6-15. Puntos de muestreo de calidad de sedimento

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Período de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
1	I	Quebrada	Chupaya	SED-QChu1	807332	9158325	2942	Quebrada Chupaya, aproximadamente a 300 m al noreste de la institución educativa del caserío San José	X	X
2		Quebrada	Chupaya	SED-QChu2	808788	9159836	2409	Quebrada Chupaya, aproximadamente a 380m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Choloque	X	X
3		Quebrada	Chupaya	SED-QChu1b	808266	9159667	2575	Quebrada Chupaya aproximadamente a 45 m aguas arriba de la confluencia con la bocamina Qs/n1		X
4		Quebrada	Choloque	SED-QCho1	806440	9156308	3207	Quebrada Choloque, en el punto de muestreo SH-9 de la UM Shahuindo, aguas arriba a la zona de operaciones	X	
5		Quebrada	Choloque	SED-QCho2	808842	9159796	2453	Quebrada Choloque, aproximadamente a 550 m aguas abajo del punto de muestreo SH-5 y a 2,5 km de la zona de operaciones de la UM Shahuindo.	X	X
6		Quebrada	Choloque	SED-QCho2A	808275	9158050	2718	Quebrada Choloque, aproximadamente a 290 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada s/n2 y 520 m aguas abajo del tajo		X
7		Quebrada	Choloque	SED-QCho1A	808123	9157799	2761	Quebrada Choloque, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada s/n2		X
8		Quebrada	La Vieja	SED-QLVie1	807007	9157378	3011	Quebrada La Vieja, aproximadamente a 1 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre (Qs/n2)		X



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Período de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
9		Quebrada	Shahuindo	SED-QSha1	809419	9160282	2375	Quebrada Shahuindo, aproximadamente a 1,5 km aguas arriba del caserío Shahuindo de Araqueda	X	X
10		Quebrada	Shahuindo	SED-Qs/n1	808310	9159670	2541	Bocamina abandonada, aproximadamente a 20 m de la confluencia con la quebrada Chupaya	X	
11	II	Quebrada	Araqueda	SED-QAra1	808989	9153115	2646	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 2 km aguas arriba del centro poblado Araqueda	X	
12		Quebrada	Araqueda	SED-QAra2	812166	9152981	2371	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 850 m aguas abajo del centro poblado Araqueda	X	
13		Quebrada	La Colpa	SED-QCol1	810102	9151109	2728	Quebrada La Colpa, a 10 m del puente ubicado en el caserío La Colpa	X	
14		Quebrada	La Colpa	SED-QCol2	813890	9153410	2269	Quebrada La Colpa, aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Araqueda	X	
15	III	Río	Condebamba	SED-RCon1	817592	9154837	2155	Río Condebamba, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lanla	X	
16		Río	Condebamba	SED-RCon2	815540	9157969	2122	Río Condebamba, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Condebamba		X
17		Río	Condebamba	SED-RCon3	814045	9167588	2040	Río Condebamba, aproximadamente a 550 m aguas arriba de la confluencia con el río Chimín	X	X
18		Río	Urupuyo	SED-URu1	814672	9152188	2332	Río Urupuyo, aproximadamente a 650 m aguas arriba del sector Carrizal	X	
19		Quebrada	Lanla	SED-QLan1	817713	9155185	2159	Quebrada Lanla, aproximadamente a 300 m de la hacienda Huayito	X	
20		Río	Chimín	SED-RChi2	811192	9166624	2087	Río Chimín, aproximadamente a 3 km aguas arriba de la confluencia con el río Condebamba	X	
21	IV	Quebrada	Caipuro	SED-QCai1	802856	9157596	2638	Quebrada Caipuro, 50 m agua arriba de la confluencia con el río Cañarís	X	X
22		Río	Cañarís	SED-RCañ1	803575	9156451	2709	Río Cañarís, aproximadamente a 100 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Tranca El Agua	X	X
23		Río	Cañarís	SED-RCañ2	802475	9157791	2615	Río Cañarís, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Caipuro	X	X



Handwritten signatures and initials in blue ink.

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
24		--	--	SED-17REL-ALG	802509	9157816	2600	Relavera abandonada (nivel 5), ubicada a la margen derecha del río Cañaris		X
25	V	Quebrada	El Pacae	SED-QEPac1	811957	9157459	2287	Quebrada El Pacae, aproximadamente a 270 m aguas abajo del punto de muestreo SH-6 de la UM Shahuindo	X	X
26		Quebrada	Los Merinos	SED-QLMer1	810525	9156658	2441	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 700 m aguas abajo del punto de muestreo SH-3 de la UM Shahuindo	X	X
27		Quebrada	Los Merinos	SED-QLMer2	811448	9157384	2315	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Sauce (QSau1)		X
28		Quebrada	Sauce	SED-QSau1	811434	9157436	2325	Quebrada Sauce, aproximadamente a 70 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Pacae	X	X
29		Quebrada	Contrahierba	SED-QCHie1	810703	9159416	2413	Quebrada Contrahierba, aproximadamente a 800 m al suroeste de la institución educativa del caserío de Shahuindo de Araqueda	X	X
30		Quebrada	Higuerón	SED-QHig1	811255	9158301	2316	Quebrada Higuerón, aproximadamente a 1,7 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada El Pacae	X	X
31		Quebrada	Sin nombre 3	SED-QRMach1	808358	9156159	2832	Quebrada Sin nombre 3, afluente de la quebrada Los Merinos		X
32	VI	Quebrada	Moyán	SED-QMoy1	808282	9155052	2882	Quebrada Moyán, aproximadamente a 500 m al noroeste de la garita de la unidad minera Shahuindo	X	
33		Quebrada	Moyán	SED-QMoy2	812951	9155989	2288	Quebrada Moyán, aproximadamente a 3,3 km aguas arriba del punto de muestreo QMoy1	X	X
34	VII	Quebrada	Shingomate	SED-QShi1	809725	9161005	2442	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 1,3 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Chilca	X	X
35		Quebrada	Shingomate	SED-QShi2	811289	9162793	2297	Quebrada Shingomate, a 2,5 km aguas abajo del punto QShi1	X	X
36		Quebrada	Shingomate	SED-QShi1a	805846	9158729	3053	Naciente de la quebrada Shingomate		X

17

Corresponde a un PAM, identificado con código N.° 15531, en el Inventario de Pasivos Ambientales Mineros, aprobado mediante Resolución Ministerial N.° 224-2018-MEM/DM, el 12 de junio de 2018.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Cuerpo de agua		Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Periodo de evaluación	
		Tipo	Nombre		Este (m)	Norte (m)			6 al 21 de mayo-2017	15 al 26 de marzo-2018
37		Quebrada	Shingomate	SED-QShi1b	806452	9158946	2910	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Grajo		X
38		Quebrada	Shingomate	SED-QShi1c	807120	9159520	2644	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 560 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Grajo		X
39		Quebrada	Chilca	SED-QChil1	806051	9158166	3078	Quebrada Chilca, aproximadamente a 800 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
40		Quebrada	Cabrejos	SED-QCab1	806646	9159916	2927	Quebrada Cabrejos, aproximadamente a 620 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
41		Quebrada	El Grajo	SED-QEGra1	806169	9159415	2971	Quebrada El Grajo, punto de captación de agua para el proyecto de ampliación de la UM Shahuindo		X



6.2.3. Parámetros y métodos de análisis

Para la selección de los parámetros, se tomó como referencia los estándares de la guía de calidad ambiental de Canadá (*Canadian Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – CEQG, 2001*), considerados para sedimento de agua dulce.

Sobre esta base, se priorizaron los parámetros relacionados con la actividad minera, siendo los metales totales (incluyendo mercurio) los que se evaluaron en ambas campañas. En ese sentido, la Tabla 6-16 presenta el parámetro y el método de ensayo realizado por el laboratorio acreditado.

Tabla 6-16. Parámetro y método de ensayo considerado para la evaluación de la calidad de sedimento en el área de influencia de la UM Shahuindo

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio acreditado	Periodo de Evaluación
Metales totales	EPA Método 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espectroscopia de Plasma ICP-MS	AGQ Perú S.A.C.	Mayo-2017
Metales totales	EPA Método 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espectroscopia de Plasma ICP-MS	J Ramón del Perú S.A.C.	Marzo-2018

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio AGQ Perú S.A.C.
ICP-MS: Espectroscopia de inducción acoplada a plasma con detector de masas.
EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

6.2.4. Equipos utilizados

La toma de muestras de sedimento estuvo enmarcada en los lineamientos del “Procedimiento para monitoreo de aguas y sedimentos para determinación de metales”¹⁸ y el “Manual de Métodos de Monitoreo y Preservación de Muestras de las Sustancias Prioritarias para las Matrices Prioritarias del Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación”¹⁹ (Proname); a su vez, se siguieron las recomendaciones de

¹⁸ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial” de la Republica de Colombia. 5-7pp.

¹⁹ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la República de México. 29-35pp.



los laboratorios acreditados ante Inacal. Cabe precisar que se tomó referencialmente dichas normativas, considerado que, en la actualidad, el Perú no cuenta con un protocolo nacional para el desarrollo del monitoreo de sedimentos.

La toma de muestras de sedimentos en las evaluaciones del 2017 y 2018 fue de tipo simple y puntual²⁰, para lo cual, se sumergió un cucharón de polietileno hasta el fondo de la corriente y se recogió una porción de sedimento a una profundidad que osciló entre 0 a 5 centímetros.²¹

Por otra parte, los equipos, accesorios y otros materiales utilizados durante la evaluación en campo se muestran en la Tabla 6-17.

Tabla 6-17. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de sedimento

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	OBSERVACIONES
GPS	GARMIN	MONTONA	4HU004973 4HU004978 4HU004979	Registro de coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM
Cámara	CANON	D30	62021001198 62021001199 62021001200	Registro fotográfico
Pala de polietileno	-	-	-	Herramienta de fácil manipulación para coleccionar el sedimento superficial hasta 20 cm aproximadamente
Compósito de polietileno	-	-	-	Recipiente para coleccionar y homogenizar la muestra antes de vaciar al frasco de transporte para el análisis

(-) No corresponde

No se les adicionó preservante a las muestras correspondientes para el análisis de acuerdo con las indicaciones del laboratorio contratado. Finalmente, todas las muestras fueron almacenadas en *coolers* (cajas térmicas), sujetadas por precintos de seguridad en doble bolsa, conservadas en posición vertical con *ice-packs* (hielo gel) para trasladarlas al laboratorio respectivo, junto con las cadenas de custodia, para el análisis.

6.2.5. Estándares de comparación

Debido a que el Perú no cuenta con estándares nacionales de calidad ambiental para sedimento, los resultados de concentraciones de metales fueron comparados referencialmente con los estándares de la guía de calidad ambiental de Canadá (*Canadian Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – CEQG, 2001*); la que considera valores de calidad para siete metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc.

La CEQG establece dos tipos de valores: (i) *Interim Sediment Quality Guideline* (ISQG), que corresponde a límites por abajo de los cuales no se presentaron efectos biológicos adversos y (ii) *Probable Effect Level* (PEL), que corresponde a concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia (ver Tabla 6-18).

²⁰

Muestra que representó la composición del sedimento para el lugar, tiempo y circunstancias particulares.

²¹

INECC-CCA, (2010). Manual de Métodos de Muestreo y Preservación de Muestras de Las Sustancias Prioritarias para las Matrices Prioritarias del Proname. México, p. 55, p. 29.

**Tabla 6-18.** Valores del estándar para metales en sedimentos de agua continental, según la norma canadiense CEQG

Parámetro	Norma Canadiense (CEQG)	
	ISQG (mg/ kg)	PEL (mg/ kg)
Arsénico	5,9	17
Cadmio	0,6	3,5
Cromo	37,3	90
Cobre	35,7	197
Mercurio	0,17	0,486
Plomo	35	91,3
Zinc	123	315

Fuente: Canadian Council of Ministers of the Environmental (CCME, 1999, actualizado en 2001)

6.3. Calidad de aire

En esta sección se describe la metodología aplicada en el monitoreo de la calidad ambiental del aire en el área de influencia de la UM Shahuindo, el cual ha sido preparada tomando en consideración los lineamientos y guías establecidas en la Legislación Ambiental vigente en el país y Normas y Metodologías aplicadas a Nivel Internacional; sobre esta base se determinó la ubicación de los puntos de muestreo, selección de parámetros, procesamiento de la información, entre otros.

6.3.1. Guía o protocolo utilizados para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación de calidad de aire se enmarcó según lo establecido en las guías o protocolos indicados en la Tabla 6-19; en los cuales, se establecen los criterios técnicos y lineamientos tales como diseño del monitoreo, selección de puntos de monitoreo y parámetros, equipamiento necesario, procesamiento y análisis de la información, y seguridad en el trabajo de campo, entre otros.

Tabla 6-19. Guía o protocolos para el monitoreo de la calidad del aire

Componente ambiental	Guía o protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo de monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones - Subsector minería	Capítulo III y IV	Perú	Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Elaborado en cumplimiento de la Resolución Ministerial N.º 315-96-EM/VMM	1996
	Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM ₁₀ en la atmósfera	Sección 4, 9, 11, 12 y 13	Perú	Indecopi	NTP 900.030	2003
	Protocolo de monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Sección 7, 10, 11, 13 y 14	Perú	Minsa - Digesa	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA-SA	2005
Meteorología	Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado	Pág. 9, 10, 11, 12 y 13	-	OMS	-	2005



Componente ambiental	Guía o protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
	Guía de prácticas climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial	Capítulo 2		OMM	OMM-N.º 100	2011
	Protocolo para la Instalación y Operación de Estaciones Meteorológicas, Agrometeorológicas e Hidrológicas	Sección 7 y 11	Perú	Senamhi	Resolución Ejecutiva No. 0174 SENAMHI-PREJ-OGOT/2013	2013
	Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 In the Atmosphere	40 CFR Appendix J to Part 50	U.S.A.	United States Environmental Protection Agency (EPA)	-	1999

6.3.2. Ubicación de los puntos

El monitoreo de calidad de aire se realizó por cuatro días consecutivos, entre el 13 y 16 de mayo de 2017 (mayo-2017). Los puntos de muestreo de calidad de aire fueron ubicados en los centros poblados alrededor del área de influencia de la unidad minera Shahuindo; entre ellos, los caseríos de San José, Moyán Bajo, Moyán Alto y Máximas Flores del distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca.

El registro de parámetros meteorológicos se realizó con estaciones meteorológicas automáticas marca *Campbell Scientific* (instaladas en el caserío San José y Moyán Bajo), integrada con un registrador de datos horarios en los siguientes sensores: dirección y velocidad del viento, temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial.

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con los lineamientos indicados en la sección 10 del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos²², en relación a los siguientes criterios:

- Accesibilidad a los puntos de monitoreo, seguridad y suministro continuo de energía.
- Zonas de mayor densidad poblacional.
- Actuales o futuras operaciones mineras como fuentes potenciales de emisión de material particulado y gases cercanos a las zonas de evaluación.
- Zonas representativas y libres de obstáculos.
- Áreas despejadas y lugares donde existe flujo de aire constante.
- Características topográficas y parámetros meteorológicos observables de la zona, como la velocidad y dirección predominante del viento.

Los puntos de monitoreo se distribuyeron en dos puntos a barlovento y dos puntos a sotavento de la actividad minera. La ubicación y la descripción de los puntos se presentaron en la Tabla 6-20.

²² Dirección General de Salud Ambiental. (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Perú

**Tabla 6-20.** Puntos de monitoreo para calidad de aire considerados en mayo-2017

N.º	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17M			Posición	Descripción
		Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s. n. m.)		
1	CA-MBaj1	810279	9156071	2652	A barlovento de la actividad minera	A 10 m aproximadamente de la tranquera del caserío de Moyán Bajo
2	CA-MAIt1	808532	9154941	2874		Frente a la gobernación del caserío de Moyán Alto
3	CA-MFlo1	810235	9160931	2485		Frente a la I.E.I N.º 1129, aproximadamente a 15 m de la iglesia evangélica Asamblea de Dios
4	CA-SJos1	807159	9158061	3004	A sotavento de la actividad minera	En la institución educativa San José, en el caserío de San José.

6.3.3. Parámetros y métodos de análisis

Los métodos de ensayo utilizados por el laboratorio para el análisis de los parámetros en el componente aire se detallan en la Tabla 6-21.

Tabla 6-21. Métodos para el análisis de los parámetros en el componente aire

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Descripción	Laboratorio
Material Particulado PM10 (Alto volumen)	NTP 900.030	Gravimetría	AGQ Labs & Technological Services
Metales Filtros Alto volumen PM10	EPA IO-3.4-1999	Espectrometría ICP-OES	

6.3.4. Equipos utilizados

Los equipos, accesorios y otros materiales utilizados en los puntos de monitoreo de calidad de aire se detallan en la Tabla 6-22. Para su instalación, se siguieron criterios como las distancias adecuadas a obstáculos, la altura adecuada para el ingreso de la muestra de aire y altura adecuada para la medición de los parámetros meteorológicos, conforme los criterios técnicos del protocolo de monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos del Digesa.

Tabla 6-22. Características de los equipos, accesorios y otros materiales utilizados en las estaciones de monitoreo de calidad de aire

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Observación
Vénturi PM10	THERMO SCIENTIFIC	G10551	P 9312 X P 9313 X P 9315 X P 9321 X	-
Estación meteorológica	CAMPBELL SCIENTIFIC	CR1000	25512 2590	-
GPS	GARMIN	MONTANA 680	4HU001973	-



Equipo	Marca	Modelo	Serie	Observación
Cámara	CANON	D30	62051001198	-
Manómetro tipo U de plástico	DWYER	SLACK TUBE	OEFA/17-0018 OEFA/17-0019	-

6.3.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad estuvo de acuerdo con lo señalado en las secciones 13.1, Calibraciones; 13.2 Trazabilidad; 13.3 Manejo y transporte de muestras del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos²³.

6.3.6. Estándares de comparación

Los resultados obtenidos de la evaluación de calidad del aire serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire que se muestran en la Tabla 6-23.

Tabla 6-23. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire

Parámetro	Periodo	Formato del Estándar		Método de análisis	Norma
		Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formato		
Material particulado menor a 10 micras (PM_{10})*	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	DS N.º 074-2001-PCM "Reglamento de Se Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire"
Material particulado menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	Media aritmética	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	D.S. N.º 003-2017-MINAM "Aprueban Se Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias"

* La comparación se realizará de manera referencial, debido a que el IGA del administrado fue aprobado con la normatividad establecida en los años 2001 y 2008.

Para el caso de los metales, dado que en el Perú no se cuenta con estándares de calidad ambiental para estos contaminantes para un promedio de 24 horas, se ha tomado como referencia la norma de calidad de aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria, 2012*), que se presentaron en la Tabla 6-24.

Tabla 6-24. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo a los criterios de calidad ambiental de Canadá

N.º	Parámetros	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Antimonio y compuestos de antimonio	25
2	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3
3	Berilio y compuestos de berilio	0,01
4	Boro	120
5	Cadmio y compuestos de cadmio	0,025
6	Cobalto	0,1
7	Cobre	50
8	Cromo y compuestos	0,5
9	Hierro (metálico)	4
10	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2
11	Mercurio (Hg)	2
12	Molibdeno	120

²³ Dirección General de Salud Ambiental. (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Perú.



N.º	Parámetros	Concentración (µg/m³)
13	Níquel y compuestos de níquel	0,1
14	Selenio	10
15	Plata	1
16	Plomo y compuestos de plomo	0,5
17	Estroncio	120
18	Estaño	10
19	Titanio	120
20	Uranio y compuestos de uranio	0,15
21	Vanadio	2
22	Zinc	120

Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* – abril 2012

6.4. Estudios especializados

A continuación, se detallan los estudios especializados que se realizaron a partir de la ejecución en campo, así como el análisis de la información generada.

6.4.1. Caracterización hidroquímica

Para evaluar los aspectos químicos del agua, se consideró a todos los ríos, quebradas y manantiales evaluados en el área de estudio. Según Custodio y Llamas (1996), los análisis de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y parámetros de campo como la conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y pH son suficientes para el estudio de los principales procesos químicos en la mayoría de acuíferos y sistemas hidrológicos.

6.4.1.1. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó mediante la siguiente metodología:

6.4.1.1.1. Balance iónico

El control de calidad de los resultados de laboratorio consistió en el análisis del equilibrio porcentual de las cargas en las muestras; cuando las sales se disuelven en agua para formar iones, los aniones son atraídos al polo positivo del agua, mientras que los cationes son atraídos al polo negativo. El balance iónico se encuentra comprendido entre -20 % y +20 %, donde los valores que superan este rango no deberían ser considerados. El balance iónico se expresa mediante la ecuación:

$$B.I = 100 * \frac{\sum \text{Cationes} - \sum \text{Aniones}}{\sum \text{Cationes} + \sum \text{Aniones}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

6.4.1.1.2. Selección de la serie analítica

La serie analítica tiene como finalidad describir las propiedades de los componentes hidroquímicos del agua. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- **Parámetros fisicoquímicos:** pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y bicarbonatos.
- **Parámetros Inorgánicos:** sulfatos y cloruros.



- **Metales totales y metales disueltos:** Al, Ag, Sb, As, Be, Ba, B, Bi, Cd, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Hg, Se, Si, Sn, Sr, Tl, Ti, V y Zn, siendo estos los principales (serie estándar para metales totales y disueltos).

6.4.1.1.3. Diagramas hidroquímicos

Se elaboraron diagramas hidroquímicos como Stiff, Piper, Ficklin y Gibbs, los cuales permitieron caracterizar las aguas en función a la concentración de metales, predominancia catiónica y aniónica (tipo de agua) e interacción con la roca.

Para elaborar los diagramas de Stiff y Piper se utilizaron las concentraciones de los iones mayoritarios del agua (cationes: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ y aniones: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), los cuales indicaron la predominancia hidroquímica; y para elaborar el diagrama de Ficklin, se utilizó la suma de las concentraciones de los metales disueltos y los valores de pH.

La clasificación geoquímica para el agua esta basada en la suma de metales disueltos y el pH representada mediante el diagrama de Ficklin (Plumplee, Smith, Montour, Ficklin & Mosier, 1999; y Plumplee, et al. 1994). El diagrama de Gibbs se utiliza para identificar procesos ambientales como la evaporación, precipitación e interacción agua-roca (Gibbs, 1970).

6.4.2. Estadística aplicada a calidad de agua y sedimentos

Se determinaron los valores censurados (es decir, cuando el valor de una observación solo se conoce parcialmente, por ejemplo, menor al límite de cuantificación) en cada parámetro de metales totales de las evaluaciones de mayo de 2017 y marzo de 2018; de modo que, si el 50,1 % de puntos de muestreo presenta esta característica, se desestimará para su análisis estadístico.

En la primera evaluación realizada en mayo de 2017, se reportaron en calidad de agua 31 metales totales, de los cuales 14 metales presentaron variables censuradas < 50,1 %, que fueron Hg, Al, Ba, B, Ca, Cu, Sr, Fe, P, Li, Mg, Mn, K y Na; para fines prácticos no se consideraron los metales Ca, Mg, K y Na; por lo que solo serán tomados en cuenta 10 metales totales.

En la segunda evaluación realizada en marzo de 2018, se reportaron en calidad de agua 33 metales totales, de los cuales 21 metales presentaron variables censuradas < 50,1 %, que fueron Al, As, B, Ba, B, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, Ti, V y Zn; para fines prácticos no se considerarán los metales Ca, Mg, K y Na; siendo tomados en cuenta solo 17 metales totales.

Para contrastar estadísticamente los metales totales en las dos evaluaciones, fueron desestimados aquellos que bajo las características anteriores presentaron < 49,9 % de variables censuradas; estos 10 metales fueron Al, Ba, B, Co, Sr, Fe, P, Li, Mn y Zn.

Finalmente, los resultados obtenidos serán evaluados mediante métodos estadísticos simples y multivariados con ayuda del software libre Minitab 17. Las técnicas estadísticas que se utilizarán son los gráficos de cajas, que permiten medir y explicar el grado de asociación existente entre diferentes parámetros y conocer valores atípicos.



6.4.3. Comunidades hidrobiológicas

Los diversos organismos que conforman las comunidades hidrobiológicas se encuentran directamente relacionados entre sí, así como también con el ecosistema acuático en el que coexisten. Es por ello importante analizar las comunidades hidrobiológicas y relacionarlas a los componentes no biológicos (agua superficial y sedimento). Esta relación se lleva a cabo mediante la aplicación de diferentes pruebas estadísticas.

6.4.3.1. Guías utilizadas para la evaluación

La metodología aplicada en la evaluación de las comunidades hidrobiológicas tuvo como base la guía «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú»²⁴, donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse, como la logística mínima necesaria, establecimiento de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos en indumentaria de protección, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, entre otros.

6.4.3.2. Ubicación de puntos

En la evaluación de comunidades hidrobiológicas se consideró un total de 37 puntos de muestreo distribuidos en 24 cuerpos de agua, los cuales se detallan en la Tabla 6-25.

Se tomó como referencia los puntos de muestreo definidos en la sección de agua superficial y sedimento, basándose en factores tales como, dificultad de accesos, caudal del río, características de los microhábitats y estacionalidad.

Tabla 6-25. Ubicación y cantidad de puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas

Provincia	Distrito	Cuerpo de agua	Cantidad de puntos mayo 2017	Cantidad de puntos marzo 2018	Referencia
Cajabamba	Cachachi	Quebrada Chupaya	1	1	Anexo 4
		Quebrada Choloque	2	4	
		Quebrada sin nombre 1	1	-	
		Quebrada Shahuindo	1	1	
		Quebrada Araqueda	2	2	
		Quebrada La Colpa	2	2	
		Río Condebamba	2	2	
		Río Urupuyo	1	-	
		Quebrada Lanla	1	-	
		Río Chimín	1	-	
		Quebrada Caipuro	1	1	
		Quebrada Tranca El Agua	-	1	
		Río Cañarís	1	2	
		Quebrada El Pacae	1	1	
		Quebrada Los Merinos	2	3	
Quebrada Sauce	-	1			
Quebrada Contrahierba	1	1			

²⁴ Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima. Por Samanez, V.I., Rimarachín, C.V., Palma G.C., Arana, M.J., Ortega T.H., Correa, R.V. & Hidalgo, D.M.



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Provincia	Distrito	Cuerpo de agua	Cantidad de puntos mayo 2017	Cantidad de puntos marzo 2018	Referencia
		Quebrada Higuerón	1	1	
		Quebrada sin nombre 3	-	1	
		Quebrada Moyán	2	2	
		Quebrada Shingomate	2	4	
		Quebrada Chilca	-	1	
		Quebrada Cabrejos	-	1	
		Quebrada El Grajo	-	1	
		Quebrada La Fila	-	1	
		Manantiales	1	3	

La descripción y ubicación de los puntos de muestreo evaluados en mayo de 2017 y marzo de 2018 se presentan en la Tabla 6-26, mientras que la distribución espacial se puede observar en los mapas de ubicación.

Tabla 6-26. Descripción de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas

N°	Zona	Código de punto de muestreo	Coordenadas UTM			Descripción	Periodo de evaluación	
			WGS 84 - Zona 17M				mayo-2017	marzo-2018
			Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)			
1.	I	HID-QChu1	807332	9158325	2942	Quebrada Chupaya, aproximadamente a 300 m al noreste de la institución educativa del caserío San José		X
2.		HID-QChu2	808788	9159836	2469	Ubicado en la quebrada Chupaya, aproximadamente a 380m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Choloque.	X	
3.		HID-QCho1	806440	9156308	3207	Quebrada Choloque, en el punto de muestreo SH-9 de la UM Shahuindo, aguas arriba a la zona de operaciones	X	X
4.		HID-QCho2	808842	9159796	2453	Quebrada Choloque, aproximadamente a 550 m aguas abajo del punto de muestreo SH-5 y a 2,5 km de la zona de operaciones de la UM Shahuindo.	X	X
5.		HID-QCho2A	808275	9158050	2718	Quebrada Choloque, aproximadamente a 290 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada s/n2 y 520 m aguas abajo del tajo		X
6.		HID-QCho1A	808123	9157799	2761	Quebrada Choloque, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada s/n2		X
7.		HID-QSha1	809419	9160282	2375	Quebrada Shahuindo, aproximadamente a 1,5 km aguas arriba del caserío Shahuindo de Araqueda	X	X
8.		HID-FNat3 (*)	808823	9159789	2410	Manantial Sin nombre, aproximadamente a 200 m al oeste de la quebrada Chupaya, en el caserío de San José	X	X
9.	II	HID-QAra1	808989	9153115	2646	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 2 km aguas arriba del centro poblado Araqueda	X	X
10.		HID-QAra2	812166	9152981	2371	Quebrada Araqueda, aproximadamente a 850 m aguas abajo del centro poblado Araqueda	X	X
11.		HID-QCol1	810102	9151109	2728	Quebrada La Colpa, a 10 m del puente ubicado en el caserío La Colpa	X	X
12.		HID-QCol2	813890	9153410	2269	Quebrada La Colpa, aproximadamente a 250 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Araqueda	X	X
13.	III	HID-RCon1	817592	9154837	2155	Río Condebamba, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lanla	X	X



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

N°	Zona	Código de punto de muestreo	Coordenadas UTM			Descripción	Periodo de evaluación	
			WGS 84 - Zona 17M				mayo-2017	marzo-2018
			Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)			
14.		HID-RCon3	814045	9167588	2040	Río Condebamba, aproximadamente a 550 m aguas arriba de la confluencia con el río Chimín	X	X
15.		HID-RUru1	814672	9152188	2332	Río Urupuyo, aproximadamente a 650 m aguas arriba del sector Carrizal	X	
16.		HID-QLan1	817713	9155185	2159	Quebrada Lanla, aproximadamente a 300 m de la hacienda Huayito	X	
17.		HID-RChi2	811192	9166624	2087	Río Chimín, aproximadamente a 3 km aguas arriba de la confluencia con el río Condebamba	X	
18.	IV	HID-QCai1	802856	9157596	2638	Quebrada Caipuro, 50 m agua arriba de la confluencia con el río Cañarís	X	X
19.		HID-QTEAg1	803642	9156504	2702	Quebrada Tranca El Agua, aproximadamente 130 m aguas arriba de la confluencia con el río Cañarís		X
20.		HID-RCañ1	803575	9156451	2709	Río Cañarís, aproximadamente a 100 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Tranca El Agua	X	X
21.		HID-RCañ2	802475	9157791	2615	Río Cañarís, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Caipuro	X	X
22.	V	HID-QEPac1	811957	9157459	2287	Quebrada El Pacae, aproximadamente a 270 m aguas abajo del punto de muestreo SH-6 de la UM Shahuindo	X	X
23.		HID-QLMer1	810525	9156658	2441	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 700 m aguas arriba del punto de muestreo SH-3 de la UM Shahuindo	X	X
24.		HID-QLMer1B	810490	9156574	2413	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 50 m aguas arriba de la confluencia con la descarga del manantial FNat8		X
25.		HID-QLMer2	811448	9157384	2315	Quebrada Los Merinos, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Sauce (QSau1)	X	X
26.		HID-QSau1	811434	9157436	2325	Quebrada Sauce, aproximadamente a 70 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Pacae		X
27.		HID-QChie1	810703	9159416	2413	Quebrada Contrahierba, aproximadamente a 800 m al suroeste de la institución educativa del caserío de Shahuindo de Araqueda	X	X
28.		HID-QHig1	811255	9158301	2316	Quebrada Higuierón, aproximadamente a 1,7 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada El Pacae	X	X
29.		HID-QRMach1	808358	9156159	2832	Quebrada Sin nombre 3, afluente de la quebrada Los Merinos		X
30.		HID-FNat8	810462	9156621	2423	Manantial ubicado aproximadamente 850 m aguas abajo del pad de lixiviación, en la microcuenca El Pacae		X
31.		HID-FNat14	809854	9156423	2574	Manantial ubicado aproximadamente 250 m aguas abajo del pad de lixiviación, en la microcuenca El Pacae		X
32.	VI	HID-QMoy1	808282	9155052	2882	Quebrada Moyán, aproximadamente a 500 m al noroeste de la garita de la unidad minera Shahuindo	X	X
33.		HID-QMoy2	812951	9155989	2288	Quebrada Moyán, aproximadamente a 3,3 km aguas arriba del punto de muestreo QMoy1	X	X
34.	VII	HID-QShi1	809725	9161005	2442	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 1,3 km aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Chilca	X	X
35.		HID-QShi2	811289	916793	2297	Quebrada Shingomate, a 2,5 km aguas	X	X





N°	Zona	Código de punto de muestreo	Coordenadas UTM			Descripción	Periodo de evaluación	
			WGS 84 - Zona 17M				mayo-2017	marzo-2018
			Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)			
					abajo del punto QShi1			
36.		HID-QShi1a	805846	915729	3053	Naciente de la quebrada Shingomate		X
37.		HID-QShi1b	806452	9158946	2910	Quebrada Shingomate, aproximadamente a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada El Grajo		X
38.		HID-QChil1	806051	9158166	3078	Quebrada Chilca, aproximadamente a 800 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
39.		HID-QCab1	806646	9159916	2927	Quebrada Cabrejos, aproximadamente a 620 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Shingomate		X
40.		HID-QEGra1	806169	9159415	2971	Quebrada El Grajo, punto de captación de agua para el proyecto de ampliación de la UM Shahuindo		X
41.		HID-QLFil1	807415	9160812	2743	Quebrada La Fila, aproximadamente a 470 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Pauquilla		X

(*): solo se colectó perifiton

Como se aprecia en la Tabla 6-26, en marzo-2018 se consideró un total de 37 puntos de muestreo donde se colectaron muestras de perifiton y macroinvertebrados bentónicos; no obstante, en el punto HID-FNat3 (manantial), solo se colectó la muestra de perifiton por haberse encontrado aquí una formación de algas filamentosas sobre el sustrato.

6.4.3.3. Parámetros y métodos de análisis

En esta sección se describen como parámetros las comunidades hidrobiológicas evaluadas y los métodos de análisis utilizados como se especifica en la Tabla 6-27.

Tabla 6-27. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio

Parámetros	Unidad	Métodos de análisis	Laboratorio
Perifiton	Organismos/cm ²	SMEWW 10300C, SMEWW 10300E o EPA 841-B-99-002	OEFA
Macroinvertebrados bentónicos	Organismos/0,09 m ²	SMEWW 10500-C	OEFA

6.4.3.4. Equipos utilizados

Antes de salir a campo, se verificaron todos los materiales y herramientas y se realizaron los ajustes y verificaciones de los equipos (se mencionan los GPS y cámara fotográfica en la Tabla 6-11).

6.4.3.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las comunidades hidrobiológicas y su posterior análisis se basa en las indicaciones descritas en las secciones 4.1 Perifiton y 5.3 macroinvertebrados bentónicos de la publicación «Métodos de colecta,



identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú».

6.4.3.6. Análisis de datos

En esta sección se describen las comunidades hidrobiológicas en cuanto a la composición, riqueza y abundancia, índice de diversidad alfa, e índice de diversidad beta obtenidos en función de los reportes emitidos en los análisis de identificación taxonómica. Asimismo, se describen los indicadores biológicos de referencia para la calidad de agua.

a) Composición, riqueza y abundancia

Se representó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia, género y especie) de Perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el área de influencia de la unidad minera Shahuindo. Esta clasificación taxonómica se encuentra en el Anexo E4.

La evaluación de la riqueza y la abundancia de perifiton se desarrolló sobre la categoría taxonómica de phylum y los macroinvertebrados bentónicos hasta la base de la categoría taxonómica orden.

Es necesario indicar que los resultados de abundancia se analizaron según la abundancia total, representándose los resultados en individuos/0,27 m². Para esto, se utilizó el programa Excel que sistematizó los nombres y números de cada especie por cada punto de muestreo; posteriormente, se realizó las representaciones mediante gráficas acumuladas por zona evaluada.

b) Diversidad alfa

Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizó el índice de diversidad verdadera (Números de Hill) en base al número de especies de cada punto de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para ello se usó la variable N1 (Jost, 2006) que tiene como fórmula la Ecuación 6-1, donde H' se refiere al índice de Shannon.

$$N1 = exp(H') \dots\dots\dots(6-1)$$

De forma complementaria, se desarrolló el índice de dominancia de Simpson (Ecuación 6-2), el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie y que se encontró fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974).

$$D = \sum pi^2 \dots\dots\dots(6-2)$$

Donde *pi* es igual a la abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Por último, se desarrolló el índice de equidad de Pielou (Ecuación 6-3), el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Peet, 1974).



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin.



$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \dots\dots\dots(6-3)$$

Donde:

- J': Índice de equidad de Pielou
- H': es el índice de diversidad de Shannon-Wiener
- H' max: Ln(S), S es el número de especies

c) Diversidad beta

Para la evaluación de diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la Ecuación 7-4.

$$IBC = 1 - \frac{(\sum xi - yi)}{(\sum xi + yi)} \dots\dots\dots(6-4)$$

Donde:

- IBC : Índice de Bray Curtis
- Xi : Abundancia o densidad de especies *i* en un conjunto 1
- Yi : Abundancia de las especies *i* en otro conjunto

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal & Michener, 1958; Crisci & López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos estaciones de monitoreo.

d) Análisis de correspondencia canónica (ACC)

Para determinar la relación entre las variables ambientales y las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos), se realizó el análisis de correspondencia canónica (ACC) utilizando el software Paleontological Data Analysis PAST v3.15. Dicho análisis aportará información importante sobre el porcentaje de variabilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que puede ser explicado por el efecto de las variables ambientales.

Para el análisis fueron seleccionadas como variables ambientales aquellas especies que presentaron una abundancia relativa (A.R.) ≥ 3 y una frecuencia relativa (F.R.) ≥ 30 en relación con el total de puntos evaluados en el área de influencia de la unidad minera Shahuindo, para luego transformar su densidad a Log (x+1). Mientras que, las variables ambientales correspondieron a los parámetros extraídos en el primer componente del ACP.

e) Calidad ecológica

La evaluación de calidad ecológica se realizó tomando como base metodológica el "Protocolo Simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA-S)" (Encalada *et al.* 2011). Para su aplicación, se eligió en el sitio de muestreo un tramo que midió entre 50 y 100 m de longitud, en el cual se observaron y valoraron dos grupos de variables:





«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

- Las características hidromorfológicas: incluye observaciones de vegetación de ribera, paisaje próximo al río y algunos elementos del canal del río como su forma y sustrato. Mediante estas observaciones se estimará la calidad hidromorfológica.
- Los organismos que habitan el agua: los macroinvertebrados bentónicos. Con información de la composición de especies por punto de muestreo y el respectivo valor de tolerancia de cada orden taxonómico se estimará la calidad biológica.

La calidad hidromorfológica se estimó a partir de la observación de ocho características hidromorfológicas, las cuales son listadas a continuación.

- Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera
- Continuidad de la ribera
- Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje
- Presencia de basuras y escombros
- Naturalidad del canal fluvial
- Composición del sustrato
- Regímenes de velocidad y profundidad del río
- Elementos de heterogeneidad

Una vez obtenidas las puntuaciones para cada característica hidromorfológica, se obtuvo la sumatoria de todas ellas, con la finalidad de tener un solo valor por punto de muestreo. Finalmente, para obtener el respectivo valor de calidad hidromorfológica, estos valores fueron comparados con la siguiente escala (Tabla 6-28).



Tabla 6-28. Calidad hidromorfológica del río

CLASE	PUNTUACIÓN	CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA
1	> 35	Excelente
2	28 - 35	Buena
3	20 - 28	Moderada
4	10 - 20	Mala
5	0 - 10	Pésima

Fuente: Ríos-Touma *et al.*, 2014

La calidad biológica del agua se estimó a través del índice biótico Andean Biotic Index (Ríos-Touma *et al.* 2014), el cual fue desarrollado para evaluar la calidad de agua de ríos alto andinos ubicados a más de 2000 m s.n.m.

Este índice estima la calidad del agua atribuyendo a cada familia taxonómica presente en una muestra un valor de sensibilidad (0-10), luego los valores de sensibilidad hallados por todas las familias presentes en la muestra son sumados y obteniéndose un valor final que es comparado con las puntuaciones de la Tabla 6-29. El valor asignado a cada familia es directamente proporcional a su sensibilidad (ver Anexo E5).

Tabla 6-29. Valoración de la calidad biológica con el índice ABI

CLASE	PUNTUACIONES	CALIDAD BIOLÓGICA
1	> 74	Excelente
2	45 - 74	Buena
3	27 - 44	Moderada
4	11 - 26	Mala



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

CLASE	PUNTUACIONES	CALIDAD BIOLÓGICA
5	< 11	Pésima

Fuente: Ríos-Touma *et al.*, 2014

La calidad ecológica se obtuvo combinando las valoraciones de calidad hidromorfológica y calidad biológica. Por ejemplo: si el resultado de combinar las dos evaluaciones es azul, entonces la calidad ecológica del río es excelente; si es verde, es buena; si es amarilla, es moderada; si es naranja, es mala; por último, si es roja, es pésima. Otras combinaciones también son posibles (Tabla 6-30).

Tabla 6-30. Escala de calidad ecológica de un río

		CALIDAD BIOLÓGICA				
		Excelente	Buena	Moderada	Mala	Pésima
CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA	Excelente	Excelente	Buena	Moderada	Mala	Pésima
	Buena	Buena	Buena	Moderada	Mala	Pésima
	Moderada	Buena	Moderada	Moderada	Mala	Pésima
	Mala	Mala	Moderada	Moderada	Mala	Pésima
	Pésima	Moderada	Mala	Mala	Pésima	Pésima

Fuente: Ríos-Touma *et al.*, 2014



En lo que respecta a la identificación taxonómica y análisis cuantitativo de muestras de las comunidades hidrobiológicas, no existen estándares de comparación nacionales. A nivel de la Comunidad Económica Europea existe la Directiva Marco del Agua (DOCE, 2000), norma que contempla la estimación de del estado ecológico de los ecosistemas mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos, sin embargo, esta no sería aplicable al Perú por necesitarse una adaptación que incluya una comparación con condiciones de referencia locales.

Es preciso indicar que la abundancia en la comunidad de macroinvertebrados se tomará como el número de organismos/m² y en el caso de perifiton se expresará organismos/cm².

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados y el análisis de los componentes agua (agua superficial, manantiales, agua subterránea), sedimento, comunidades hidrobiológicas y aire, son descritos a continuación.

7.1 Comparación con la norma aprobada en los IGA

7.1.1 Agua

En este subcapítulo se compara las concentraciones de los parámetros con los ECA para Agua 2015 (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM), con el cual fue aprobado los IGA de la UM Shahuindo; para ello el subcapítulo será dividido en tres partes: 7.1.1.1. Agua superficial (evaluación en ríos y quebradas), 7.1.1.2 manantiales y 7.1.1.3 Agua subterránea; la evaluación para los dos últimos es referencial.



En este sentido, los resultados de las evaluaciones ambientales tempranas del 2017 y 2018 (mayo-2017 y marzo-2018) serán comparados con los valores de los ECA para Agua, categoría 3 (2015): «Riego de vegetales», subcategorías D1 «Riego de cultivos de tallo alto y bajo» y «Bebidas de animales», D2, «Bebida de animales» (Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

Para el análisis de resultados, los puntos de muestreo de calidad de agua superficial, manantial y agua subterránea se han dividido en siete zonas de acuerdo con las ubicaciones de cada punto, según se detalla en el Capítulo 4, ítem a.

7.1.1.1 Agua superficial

Las concentraciones de los parámetros se compararán con los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015), con el cual fue aprobado los IGA de la U.M. Shahuindo.

Respecto a los puntos Qs/n1 (bocamina abandonada, aproximadamente a 20 m de la confluencia con la quebrada Chupaya), EF-Alg1 (bocamina nivel 5) y LTab (escorrentía superficial del manantial «Laguna Tapada»), serán comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2, ya que sus aguas desembocan en el curso de las quebradas.

Los parámetros pH, oxígeno disuelto, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, mercurio, manganeso, níquel, plomo y zinc total que excedieron los valores establecidos en la referida norma se analizan en el subcapítulo 7.2.1.1, por tener los mismos valores establecidos en la norma vigente: ECA para Agua (2017).

Cabe resaltar que las concentraciones de los parámetros conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, cianuro WAD y la mayoría de los metales totales (a excepción del aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo y zinc) cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015).

7.1.1.2 Manantiales

Se realizará la comparación de las concentraciones obtenidas en los manantiales evaluados del área de influencia de la UM Shahuindo, respecto al ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015), con el cual fue aprobado los IGA de la U.M. Shahuindo.

Cabe resaltar que la comparación es referencial con la categoría 3, ya que las aguas de los manantiales se mezclan en el curso de las quebradas, las mismas que son utilizadas con fines agrarios.

Los parámetros pH, oxígeno disuelto, arsénico, cobalto, hierro, manganeso y plomo total, excedieron los valores establecidos para la referida norma, se analizan en el subcapítulo 7.2.1.2, por presentar los mismos valores establecidos en la norma vigente: ECA para Agua (2017).

Las concentraciones de los parámetros conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, cianuro WAD, y la mayoría de metales totales (a excepción del arsénico, cobalto, hierro, manganeso y plomo) cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015).



Handwritten blue ink marks: an arrow pointing up, followed by the letters 'J', 'P', and 'G'.



7.1.1.3 Agua subterránea

Los resultados obtenidos de los puntos de muestreo de agua subterránea que se tomaron en los piezómetros operativos ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo, serán comparados referencialmente con los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015), con el cual fue aprobado los IGA de la U.M. Shahuindo.

Los parámetros pH, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, aluminio, cobre, hierro, manganeso y plomo total, excedieron los valores establecidos para la referida norma, al respecto, el análisis se realizará en el subcapítulo 7.2.1.3, por presentar los mismos valores establecidos en los ECA para Agua (2017).

Cabe resaltar que las concentraciones de los parámetros conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, cianuro WAD, cromo hexavalente y la mayoría de metales totales (a excepción del aluminio, cobre, hierro, manganeso y plomo) cumplieron referencialmente con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2015).

7.1.2. Aire

Se muestra la comparación de las concentraciones de los parámetros analizados en cada punto comparado con los ECA para Aire (2001).

a. PM₁₀

En la presente sección se presentan los resultados de las concentraciones promedio diarias del parámetro PM₁₀ comparadas con los ECA para Aire (2001), ver Figura 7-1.

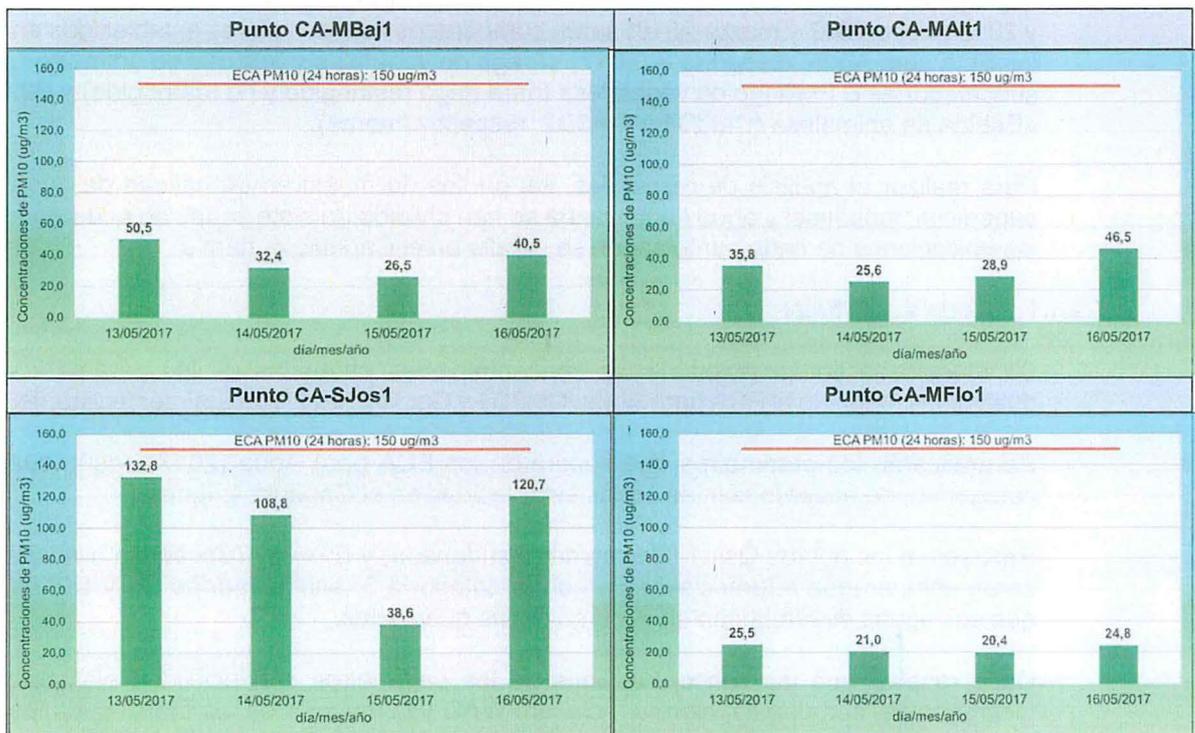


Figura 7-1. Concentraciones promedio diarias de PM₁₀ por punto de monitoreo comparados con los ECA para Aire (2001).



De acuerdo con los resultados de las estaciones de monitoreo CA-MBaj1, CA-MAIt1, CA-SJos1 y CA-MFlo1, todas las concentraciones reportadas en mayo-2017 se encontraron en conformidad con los ECA para Aire (2001). La máxima concentración de $132,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fue obtenida en el punto de monitoreo CA-SJos1 el día 13 de mayo de 2017, dicho punto se encuentra ubicada en una zona con la mayor densidad población en comparación a las demás estaciones.

Los menores valores de concentración se registraron en el punto ubicado en el caserío Máximas Flores (CA-MFlo1), donde las concentraciones diarias de PM_{10} variaron entre $20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $25,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe señalar que el punto CA-MFlo1 se encuentra fuera del área de influencia directa ambiental de la UM Shahuindo.

Los resultados en general muestran valores que cumplen con los ECA para Aire (2001); asimismo, los resultados obtenidos en el punto ubicado a sotavento (CA-SJos1) presentan valores superiores en comparación a los resultados obtenidos en los puntos ubicados a sotavento.

7.2 Comparación con la norma vigente

7.2.1 Agua



En este subcapítulo se muestra la comparación de las concentraciones de los parámetros analizados respecto al ECA para Agua 2017 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), la cual será dividida en tres partes: 7.1.1.1. Agua superficial (evaluación en ríos y quebradas), 7.1.1.2 manantiales y 7.1.1.3 Agua subterránea; la evaluación para los dos últimos es referencial.

En este sentido, los resultados de las evaluaciones ambientales tempranas del 2017 y 2018 (mayo-2017 y marzo-2018) serán comparados con los valores establecidos en los ECA para Agua, categoría 3 (2017) «Riego de vegetales y bebidas de animales», subcategorías D1 «Riego de vegetales» (para riego restringido y no restringido) y D2, «Bebida de animales» (Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

Para realizar el análisis de resultados, los puntos de muestreo de calidad de agua superficial, manantial y agua subterránea se han dividido en siete zonas de acuerdo a las ubicaciones de cada punto según se detalla en el Capítulo 4, ítem a.

7.2.1.1 Agua superficial

Se muestra la comparación de las concentraciones obtenidas de los parámetros analizados respecto al ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017), actualmente vigente.

Se graficarán los parámetros que superaron los ECA para Agua (2017) según sus categorías, de acuerdo con las zonas establecidas en el Capítulo 4, ítem a.

Respecto a los puntos Qs/n1 (Bocamina abandonada) y EF-Alg1 (Bocamina nivel 5), serán comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2, ya que sus aguas desembocan en el curso de las quebradas.

Cabe resaltar que las concentraciones de los parámetros conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, cianuro WAD y la mayoría de los metales totales (a excepción del aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso,



níquel, plomo y zinc), cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

a) pH

En la Figura 7-2 se presentan los resultados de los valores de pH comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que los valores de pH de los puntos QChu1b, QCho1A y QCho2A obtenidos en marzo-2018 se encuentran dentro del rango establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017); sin embargo, en los puntos QLVie1 y Qs/n2 muestran valores de pH de 5,71 y 5,42 respectivamente, presentando características ácidas, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2.

Respecto de los puntos QChu1 y QCho1, presentaron valores de pH de 7,88 y 7,41 en mayo-2017, y en la marzo-2018, valores de 6,59 y 7,08; en ambos casos se encuentran dentro del rango de la norma de comparación.

Los valores de pH obtenidos en mayo-2017 para los puntos QChu2 y QSha1 fueron 5,67 y 6,45, los cuales se encuentran fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2; sin embargo, en marzo-2018, dichos valores fueron 6,5 y 7,61 unidades de pH, encontrándose dentro del rango establecido en esta norma.

En el punto Qs/n1, el valor encontrado en mayo-2017 y marzo-2018 fueron de 3,52 y 3,84 unidades de pH respectivamente, en ambos casos se encuentran fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (referencialmente), presentando características ácidas; este comportamiento se observó también en el punto QCho2, donde se obtuvo un pH de 5,32 unidades de pH en la mayo-2017 y 6,16 unidades de pH en marzo-2018, encontrándose en el rango ácido.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Los valores de pH en el punto QARA1 fueron 7,27 y 8,31 en mayo-2017 y marzo-2018, encontrándose dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto QARA2 presentó valores de pH en mayo-2017 de 8,33, encontrándose dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017), sin embargo, en la marzo-2018 presentó un valor de 8,44; el cual se encuentra dentro de lo establecido en los ECA para Agua Cat3D2, pero fuera del rango de la Cat3D1 (2017), presentando características ligeramente ácidas.

En el punto QCol1 se obtuvo un valor de pH de 6,27 en mayo-2017, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017), presentando características ácidas; sin embargo, en marzo-2018 presentó un valor de 8,09 unidades de pH, encontrándose dentro del rango establecido en esta norma de comparación.



En el punto QCol2 los valores de pH obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 6,5 y 8,27, encontrándose dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Los valores de pH en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, se encuentran dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto RCon1, en mayo-2017 presentó un valor de 6,65 unidades de pH, encontrándose dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018, presentó un valor de 8,49 unidades de pH, dentro del rango de la Cat3D2, pero incumpliendo ligeramente los ECA para agua Cat3D1.

- Zona IV: microcuenca Cañaris

El punto QTEAg1 evaluado en marzo-2018 presentó un valor de 7,83 unidades de pH encontrándose dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, el punto EF-Alg1 tuvo un valor de 2,49 unidades de pH, presentando características ácidas, encontrándose fuera del rango establecido en la norma de comparación.

El valor de pH obtenido en el punto QCai1 en mayo-2017 fue de 3,28; presentando características ácidas y encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018, el valor fue 7,54 unidades de pH, encontrándose dentro del rango establecido en la norma de comparación.

Respecto al punto RCañ1, los valores de pH obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 se encuentran dentro rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017), sin embargo, en el punto RCañ2, se obtuvo un valor de 6,38 unidades de pH en marzo-2018, presentando características ácidas, encontrándose dentro del rango establecido en la norma de comparación.

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca los valores de pH obtenidos en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1 y QEPac1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018 presentaron características ácidas, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto a los puntos QSau1 y QHig1, en mayo-2017 y marzo-2018 los valores de pH obtenidos se encuentran dentro del rango establecido en la norma de comparación.

El punto QCHie1 presentó un valor de 6,37 unidades de pH en mayo-2017, presentó características ácidas; sin embargo, en marzo-2018 el valor reportado fue 7,46 unidades de pH, el cual se encuentran dentro del rango establecido en la norma de comparación.



↑
J

G

Cy

S



- Zona VI: microcuenca Chiraque

Los valores obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QMoy1 ubicado en la quebrada Moyán se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en el punto QMoy2, el valor de pH obtenido en marzo-2018 fue de 8,47, el cual se encuentra dentro del rango de la Cat3D2, pero incumpliendo ligeramente los ECA para agua Cat3D1.

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Los valores de pH obtenidos en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QEGra1, QCab1, QLFil1; y en mayo-2017 y marzo-2018, los puntos QShi1 y QShi2 se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Los puntos QShi1, QShi1b y QShi1c presentaron características ácidas, con valores de pH de 4,89; 2,58 y 2,68, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

b) Oxígeno disuelto (OD)

En la Figura 7-3 se presentan los resultados de las concentraciones de OD comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que de las concentraciones de OD de los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A obtenidos en marzo-2018, así como los puntos QChu1, QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto Qs/n1, en mayo-2017 se obtuvo una concentración de OD de 5,33 mg/L, el cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018, la concentración fue de 1,75 mg/L, incumpliendo referencialmente lo establecido en la norma de comparación.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de OD obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QARA1, QARA2, QCol1 y QCol2 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de OD obtenidas en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

El punto QTEAg1 evaluado en marzo-2018, así como los puntos QCai1, RCañ1 y RCañ2 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018 presentaron concentraciones que cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Respecto al punto EF-Alg1, se obtuvo un valor de 2,86 mg/L, incumpliendo lo establecido en la norma de comparación.

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca, las concentraciones de OD obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones de OD obtenidas en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QShi1, QShi1b, QEGra1, QShi1c, QCab1, QLFil1; y en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QShi1 y QShi2 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



↑

j

j

w

g



c) Sulfatos

En la Figura 7-4 se presentan los resultados de las concentraciones de sulfatos comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de sulfatos en los puntos QChu1, QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A obtenidos en marzo-2018, así como las concentraciones en los puntos QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1 de mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto Qs/n1, presentó una concentración de 1069 mg/L en mayo-2017 y 1603 mg/L en marzo-2018, excediendo referencialmente en ambos casos la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de sulfatos en los puntos QARA1, QARA2, QCol1 y QCol2 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de sulfatos en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de sulfatos en el punto QTEAg1 evaluado en marzo-2018, así como los puntos QCai1, RCañ1 y RCañ2 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto EF-Alg1 evaluado en marzo-2018, presentó una concentración de sulfato de 2397 mg/L, siendo el valor más alto reportado en toda la evaluación realizada, por lo que excedió referencialmente lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

Las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como en los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Los valores obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

categoría 3 (2017); sin embargo, se observa una concentración mayor en el punto QMoy2 respecto al punto QMoy1.

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018, asimismo, en los puntos QShi1 y QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto a los puntos QShi1b y QShi1c, ubicados en la quebrada Shingomate, presentaron una concentración de 1489 y 1414 mg/L respectivamente, las que excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3D1 y 3D2 (2017).

d) Aluminio total (Al)

En la Figura 7-5 se presentan los resultados de las concentraciones de aluminio total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de aluminio total obtenidas en marzo-2018, en los puntos QCho1A y QCho2A, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017); mientras que los puntos QChu1b, QLVie1 y Qs/n2 excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones obtenidas en el punto QCho1 en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Los puntos QChu1, QCho2 y QSha1 presentaron una concentración de 2,19; 4,02 y 3,24 mg/L respectivamente en mayo-2017, cumpliendo con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017); mientras que en marzo-2018, presentaron concentraciones de 7,233, 10,2 y 5,725 mg/L respectivamente excediendo la concentración establecida en la referida norma.

Respecto a los puntos Qs/n1 y QChu2, presentaron concentraciones de 66,5 y 20,96 mg/L respectivamente en mayo-2017, asimismo, en marzo-2018 reportaron concentraciones de 47,74 y 6,726 mg/L, excediendo en ambos casos la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); cabe señalar que el punto Qs/n1 presentó la mayor concentración de esta microcuenca.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de aluminio total en los puntos QAra1, QAra2, QCol1 y QCol2 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de aluminio total en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



Los puntos RCon2 y RCon3, en mayo-2017, presentaron concentraciones de 8,76 y 9,12 mg/L respectivamente, asimismo en marzo-2018, concentraciones de 11,51 y 13,48 mg/L; en ambas evaluaciones excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto RCon1, en mayo-2017 presentó una concentración de 8,93 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 0,63 mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca las concentraciones de aluminio total obtenidas en marzo-2018 en el punto QTEAg1, así como en los puntos RCañ1 y Rcañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

La concentración obtenida en el punto EF-Alg1 en marzo-2018 fue de 49,1 mg/L, la cual excedió referencialmente la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto QCai1, presentó una concentración de 10,25 mg/L en mayo-2017, excediendo la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 se obtuvo una concentración de 3,34 mg/L, la cual cumplió con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

Las concentraciones obtenidas en los puntos LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1 y QLMer1A, evaluados en marzo-2018, fueron 6,993 y 6,591 mg/L respectivamente, las que excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto QHig1, en mayo-2017 se obtuvo una concentración de 0,517 mg/L; la cual no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017); sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 18,64 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



↑

J

↓

u

A



- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018, asimismo, en los puntos QShi1 y QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones de aluminio total en los puntos QShi1b y QShi1c, obtenidas en marzo-2018, presentaron concentraciones de 54,78 y 66,74 mg/L respectivamente, las cuales excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).



Handwritten signatures and initials in blue ink.



Handwritten signatures and initials in blue ink at the top of the page.



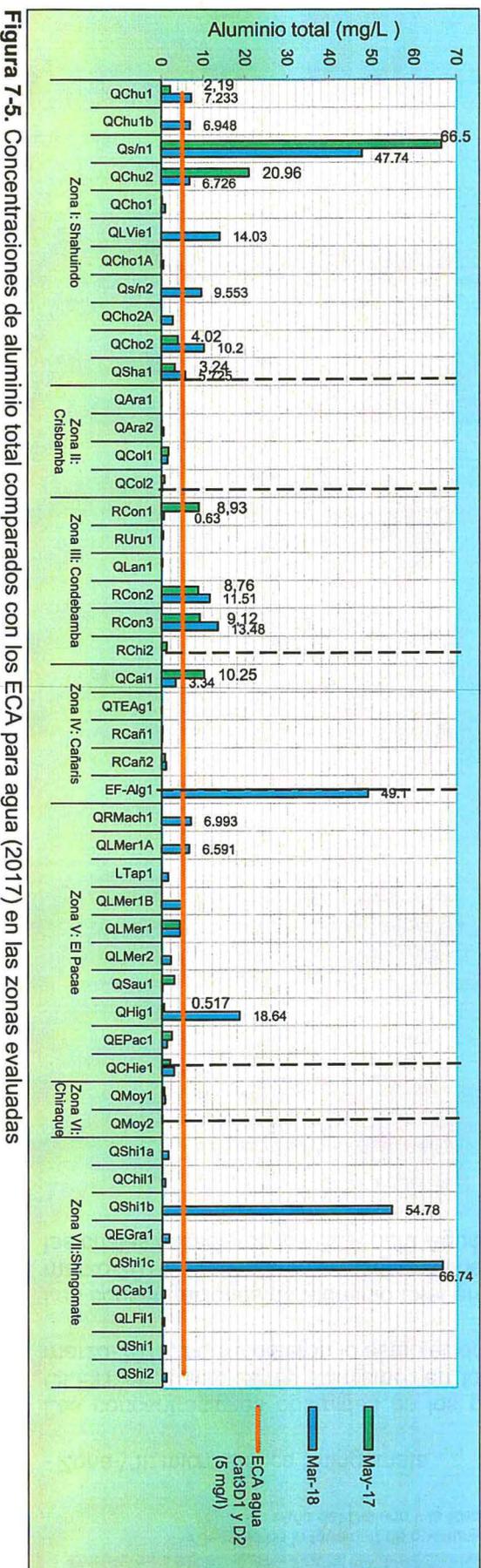
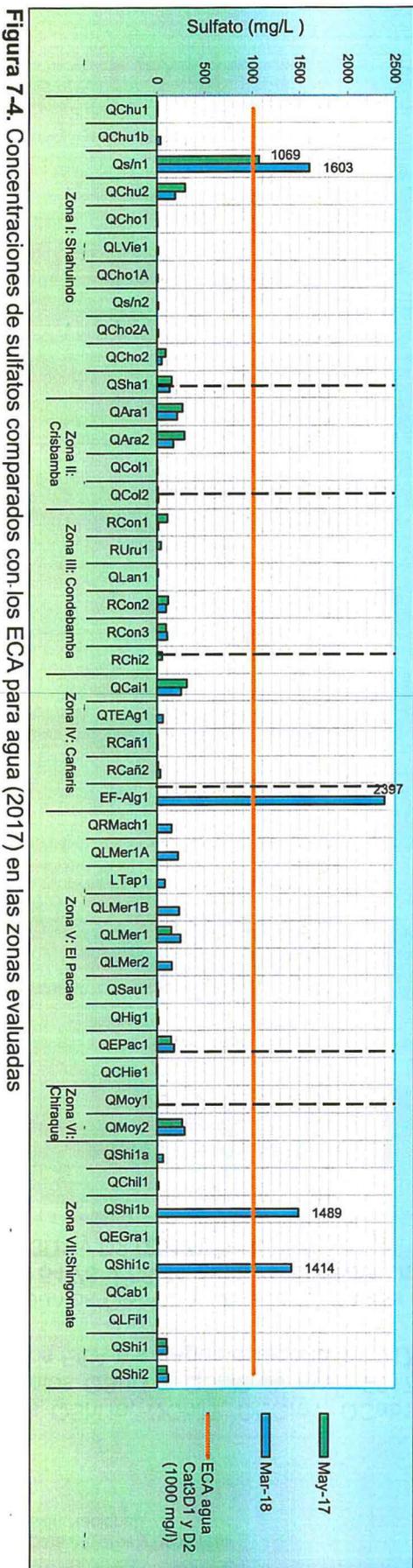
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»



**e) Arsénico total (As)**

En la Figura 7-6 se presentan los resultados de las concentraciones de arsénico total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017) en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de arsénico total en los puntos QCho1A y QCho2A obtenidos en marzo-2018, así como las concentraciones en los puntos QCho1 y QSha1 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones en los puntos QLVie1 y Qs/n2 obtenidas en marzo-2018 fueron 0,38602 y 0,23262 mg/L, por lo que excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1y Cat3D2 (2017); mientras que en el punto QChu1b, la concentración fue 0,15355 mg/L, la cual excedió solo la Cat3D1 de la referida norma.

El punto QCho2 presentó en mayo-2017 una concentración de 0,091 mg/L, la cual cumple lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017), sin embargo, en marzo-2018 reportó una concentración de 0,12551mg/L, que cumple lo establecido en la Cat3D2, pero excedió los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

El punto QChu1 presentó en mayo-2017 una concentración de 0,043 mg/L, la cual cumple lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017); sin embargo, en marzo-2018 reportó una concentración de 0,21531 mg/L, que excedió los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto a los puntos Qs/n1 y QChu2, presentaron una concentración de 1,740 y 0,232 mg/L respectivamente en mayo-2017; asimismo, en marzo-2018 el punto Qs/n1 presentó una concentración de 1,588 mg/L, excediendo referencialmente lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en el punto QChu2 la concentración en marzo-2018 fue 0,17235 mg/L, excediendo lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de arsénico total en los puntos QAra1, QAra2, QCol1 y QCol2 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de arsénico total en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca las concentraciones de arsénico total obtenidas en marzo-2018 en el punto QTEAg1 fue de 0,06969 mg/L, la cual no excedió los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D1 (2017), mientras que el punto EF-Alg1 presentó una concentración 15,97 mg/L, que excedió lo establecido en la norma de comparación.





Las concentraciones obtenidas en el punto RCañ1 en mayo-2017 y marzo-2018, cumplieron con la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en el punto RCañ2, las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 0,115 y 0,15392 mg/L respectivamente, las cuales cumplen con lo establecido en la Cat3D2, pero excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

Respecto al punto QCai1, presentó una concentración de 1,82 mg/L en mayo-2017, excediendo la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017); mientras que en marzo-2018 se obtuvo una concentración de 0,13413 mg/L, la cual cumple con lo establecido en la Cat3D2, pero excedió los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

Las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018, asimismo, en los puntos QShi1 y QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

En los puntos QShi1b y QShi1c (quebrada Shingomate), las concentraciones de arsénico total obtenidas en marzo-2018 fueron 29,71 y 15,6 mg/L respectivamente, las cuales excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).

f) Cadmio total

En la Figura 7-7 se presentan los resultados de las concentraciones de cadmio total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de cadmio total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).

Las concentraciones obtenidas en los puntos QChu1, QCho1, QCho2 y QSha1 en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

El punto QChu1b presentó una concentración de 0,01692 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017), pero no excedió lo establecido en la Cat3D2.



Respecto al punto QChu2, presentó una concentración de 0,022 mg/L en mayo-2017, y en marzo-2018 la concentración fue 0,01134 mg/L, excediendo en ambos casos solo la concentración establecida en la Cat3D1 de los ECA para Agua (2017).

El punto Qs/n1 presentó una concentración de 0,0968 mg/L en mayo-2017, excediendo referencialmente la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017), mientras que en marzo-2018 la concentración fue 0,04291 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017), pero cumple lo establecido en la Cat3D2.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de cadmio total en los puntos QARA1, QARA2, QCOL1 y QCOL2 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de cadmio total en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en el punto RCañ1 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración obtenida en marzo-2018 en el punto QTEAg1, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto RCañ2, en mayo-2017 presentó una concentración de 0,012 mg/L; asimismo, en marzo-2018 se obtuvo una concentración de 0,01117 mg/L, ambas concentraciones cumplen lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2 (2017), pero excedieron lo establecido en la Cat3D1.

El punto QCai1 presentó una concentración de 0,144 mg/L en mayo-2017, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 la concentración fue de 0,00951 mg/L, la cual cumple con lo establecido en la referida norma.

El punto EF-Alg1 presentó una concentración 1,114 mg/L, que excedió referencialmente los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observó que las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, LTap1 y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Los puntos QLMer1A y QLMer1B evaluados en marzo-2018, presentaron concentraciones de 0,01679 y 0,01008 mg/L respectivamente, las cuales cumplen lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).



- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018, asimismo, en el punto QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones de cadmio total en los puntos QShi1b y QShi1c (quebrada Shingomate), obtenidas en marzo-2018, presentaron concentraciones de 1,661 y 1,559 mg/L respectivamente, las cuales excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones obtenidas en el punto QShi1a en marzo-2018 fue 0,01411 mg/L, y en el punto QShi1 en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 0,018 y 0,01581 mg/L respectivamente, las cuales cumplen lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).



↑
J
P
y
A



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

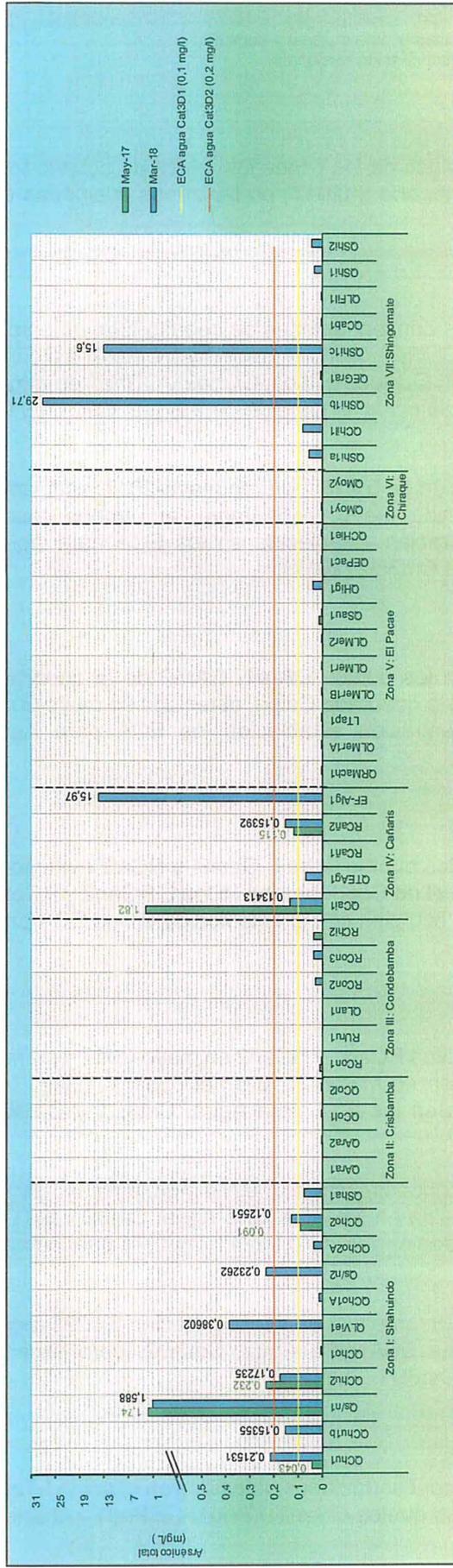


Figura 7-6. Concentraciones de arsénico total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas

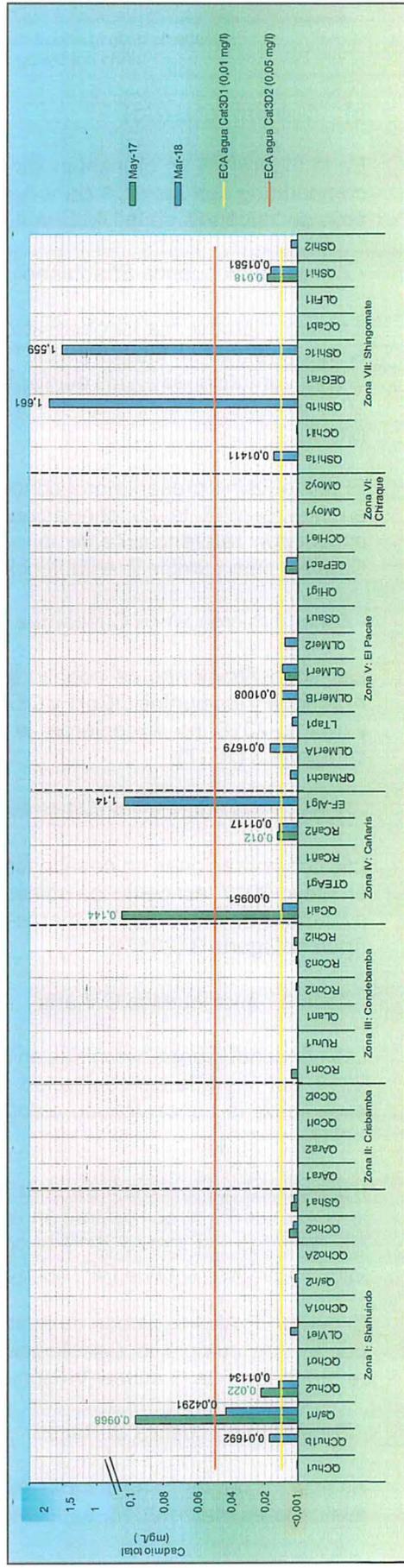


Figura 7-7. Concentraciones de cadmio total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas



Handwritten signatures and initials in blue ink



g) Cobalto total (Co)

En la Figura 7-8 se presentan los resultados de las concentraciones de cobalto total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017) en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de cobalto total obtenidas en marzo-2018, en los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A, así como las concentraciones en los puntos QChu1, QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).

El punto Qs/n1 presentó una concentración de 0,216 mg/L en mayo-2017, asimismo, en marzo-2018 la concentración obtenida fue 0,17651 mg/L, en ambos casos, excedieron referencialmente la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1, pero cumple lo establecido en la Cat3D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de cobalto total en los puntos QARA1, QARA2 de la quebrada Araqueda y los puntos QCol1 y QCol2 de la quebrada Colpa, obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de cobalto total en los puntos RUru1, Qlan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos Rcañ1 y Rcañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración obtenida en marzo-2018 en el punto QTEAg1, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto QCai1, presentó una concentración de 0,0974 mg/L en mayo-2017, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017), sin embargo, en marzo-2018 la concentración fue de 0,02241 mg/L, la cual cumple con lo establecido en la referida norma.

El punto EF-Alg1 evaluado en marzo-2018, presentó una concentración 0,5275 mg/L, por lo que cumple lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedió referencialmente la concentración de la Cat3D1 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa que las concentraciones obtenidas en el punto LTap1 evaluado en marzo-2018, así como en los puntos QSau1, QHig1, QEPac1 y QChie1



Handwritten signatures and initials in blue ink: an arrow pointing up, a signature, and initials 'cy' and 'ST'.



evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Los puntos QRMach1, QLMer1A, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, presentaron concentraciones de 0,06818, 0,09451, 0,07437 y 0,05697 mg/L respectivamente, las cuales cumplieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018, asimismo, en los puntos QShi1 y QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

En los puntos QShi1b y QShi1c (quebrada Shingomate), las concentraciones de cobalto total obtenidas en marzo-2018 presentaron concentraciones de 0,17851 y 0,16345 mg/L respectivamente, las cuales cumplen lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).

h) Cobre total (Cu)

En la Figura 7-9 se presentan los resultados de las concentraciones de cobre total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de cobre total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A, así como las concentraciones en los puntos QChu1, Qs/n1, QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de cobre total en los puntos QARA1, QARA2 de la quebrada Araqueda; y los puntos QCol1 y QCol2 de la quebrada Colpa, obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de cobre total en los puntos RUru1 y QLAN1 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



Respecto al punto RChi2 en mayo-2017, la concentración obtenida fue 0,927 mg/L, la cual excedió lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos RCañ1 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración obtenida en el punto QTEAg1 en marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto los puntos QCai1 y RCañ2, presentaron concentraciones de 48,34 y 3,59 mg/L en mayo-2017, y en marzo-2018 las concentraciones fueron 2,219 y 3,259 mg/L respectivamente, las cuales excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto EF-Alg1 evaluado en marzo-2018 presentó una concentración de 291,6 mg/L, la cual excedió referencialmente la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observó que las concentraciones obtenidas en los puntos LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como en los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Los puntos QRMach1 y QLMer1A evaluados en marzo-2018, presentaron concentraciones de 0,22443 y 0,23908 mg/L respectivamente, las cuales cumplen lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones en los puntos QShi1b y QShi1c obtenidas en marzo-2018 fueron 150 y 107,7 mg/L respectivamente, las que excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto QShi1 presentó una concentración de 0,476 mg/L en mayo-2017, la cual cumple lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedió los ECA Agua Cat3D1 (2017); mientras que la concentración obtenida en marzo-2018 fue 0,5656 mg/L, la que excedió la concentración establecida en ambas categorías. En el punto QShi2, la concentración obtenida en mayo-2017 fue 0,049 mg/L, la cual cumple lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017); sin embargo, en marzo-2018, la concentración fue 0,26275 mg/L, la que cumple lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedieron la concentración de la Cat3D1 (2017).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

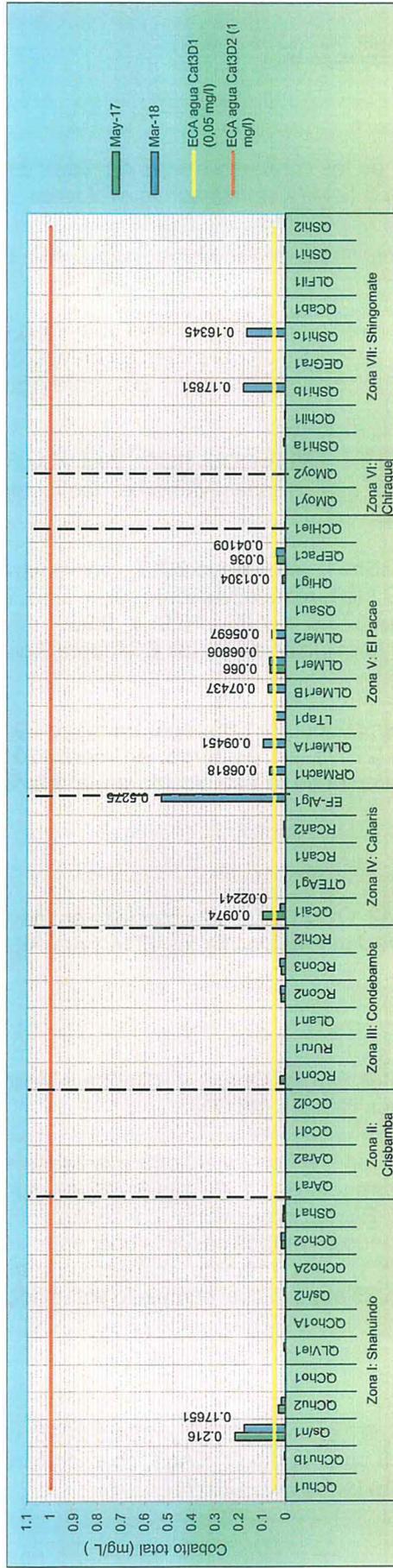


Figura 7-8. Concentraciones de cobalto total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas

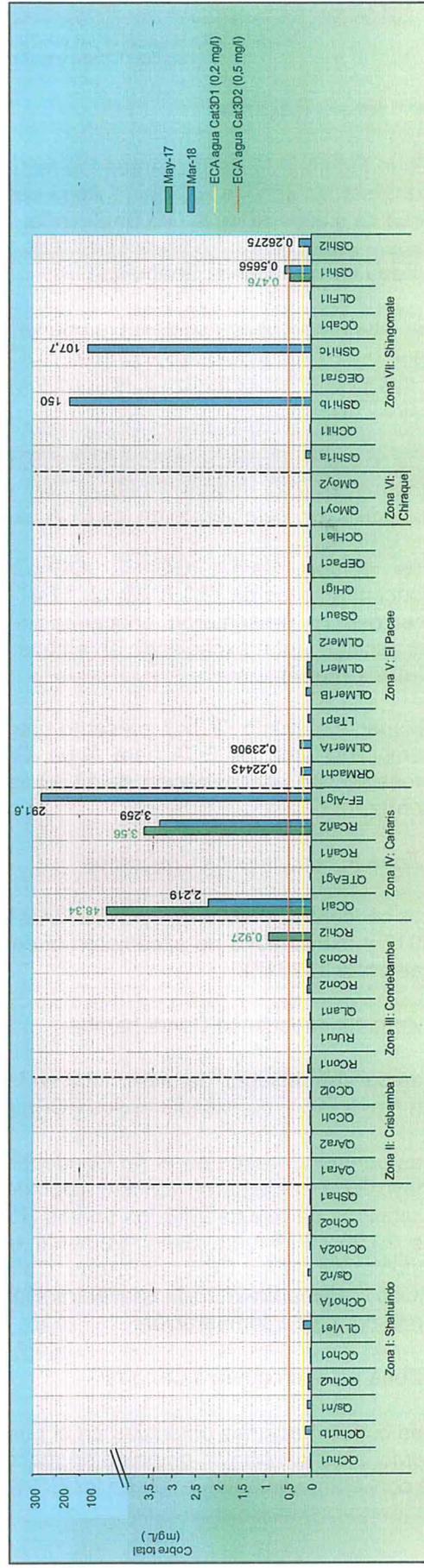


Figura 7-9. Concentraciones de cobre total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas



Handwritten signatures and initials in blue ink.

**i) Hierro total (Fe)**

En la Figura 7-10 se presentan los resultados de las concentraciones de hierro total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observa que las concentraciones de hierro total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QCho1A y QCho2A, así como las obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QCho1, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

Las concentraciones de hierro total obtenidas en los puntos QChu1b, QLVie1 y Qs/n2, en marzo-2018, fueron 11,08, 17,35 y 13,55 mg/L respectivamente, las cuales excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

Los puntos Qs/n1, QChu2, QCho2 y QSha1 en mayo-2017 presentaron concentraciones de 480,7, 65,12, 11,47 y 8,49 mg/L respectivamente; asimismo, en marzo-2018 presentaron concentraciones de 373,8, 27,06, 15,9 y 9,939 mg/L respectivamente, excediendo en ambos casos lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

Respecto al punto QChu1 presentó una concentración de 1,63 mg/L en mayo-2017 cumpliendo con los ECA para Agua, Cat3D1 (2017), sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 11,99mg/L, excediendo lo establecido en la referida norma.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones en los puntos QAra1, QAra2, QCol1 y QCol2 obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de hierro total en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, no excedieron los ECA para agua Cat3D1 (2017).

Los puntos ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 presentaron concentraciones de hierro total de 21,76, 19,63 y 22,46 mg/L; asimismo, en marzo-2018 los puntos RCon2 y RCon3 presentaron concentraciones de 25,06 y 30,9 mg/L respectivamente; excediendo en ambos casos la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017); sin embargo, respecto al punto RCon1, en marzo-2018, la concentración fue 1,035 mg/L la cual cumple lo establecido en la norma de comparación.

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en el punto RCañ1 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración obtenida en marzo-2018 en el punto QTEAg1, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).



Respecto al punto RCañ2, en mayo-2017 presentó una concentración de 4,77 mg/L, la cual cumple lo establecido en los ECA para Agua (2017); sin embargo, en marzo-2018, la concentración fue 6,586 mg/L la cual excedió la concentración establecida en la norma de comparación.

En el punto QCai1 las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 42,32 y 6,084 mg/L respectivamente, las cuales excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

El punto EF-Alg1 presentó una concentración 474,6 mg/L, que excedió referencialmente los ECA para Agua, Cat3D1 (2017) y presentó la mayor concentración de hierro total de todas las zonas evaluadas.

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 (2017).

El punto QHig1 presentó una concentración de 0,632 mg/L en mayo-2017, la cual no excedió los ECA para Agua Cat3D1 (2017); sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 22,04 mg/L, excediendo lo establecido en la referida norma.

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QSha1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1, así como en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QShi1 y QShi2, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones de hierro total en los puntos QShi1b y QShi1c, obtenidas en marzo-2018, presentaron concentraciones de 421 y 317,3 mg/L respectivamente, las cuales excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

j) Mercurio total (Hg)

En la Figura 7-11 se presentan los resultados de las concentraciones de mercurio total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de mercurio total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A, así como las obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QChu1, Qs/n1, QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones en los puntos QAra1 y QAra2 ubicados en la quebrada Araqueda y los puntos QCol1 y QCol2 en la quebrada Colpa, obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de mercurio total en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los puntos ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos QCai1, RCañ1 y RCañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, así como el punto QTAg1 evaluado en marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto EF-Alg1 en marzo-2018 presentó una concentración 0,00147 mg/L, la cual no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D2; sin embargo, excedió referencialmente lo establecido en la Cat3D1 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicado en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones de mercurio total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QChil1, QShi1b, QEGra1, QShi1c, QCab1 y QLFil1, así como en los puntos QShi1 y QShi2 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



J
A



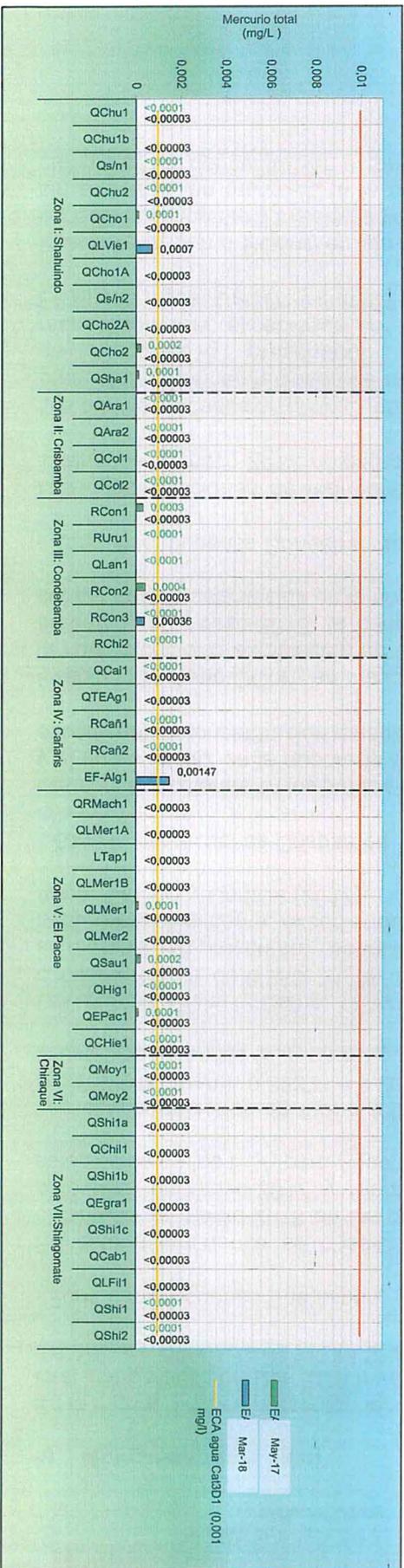
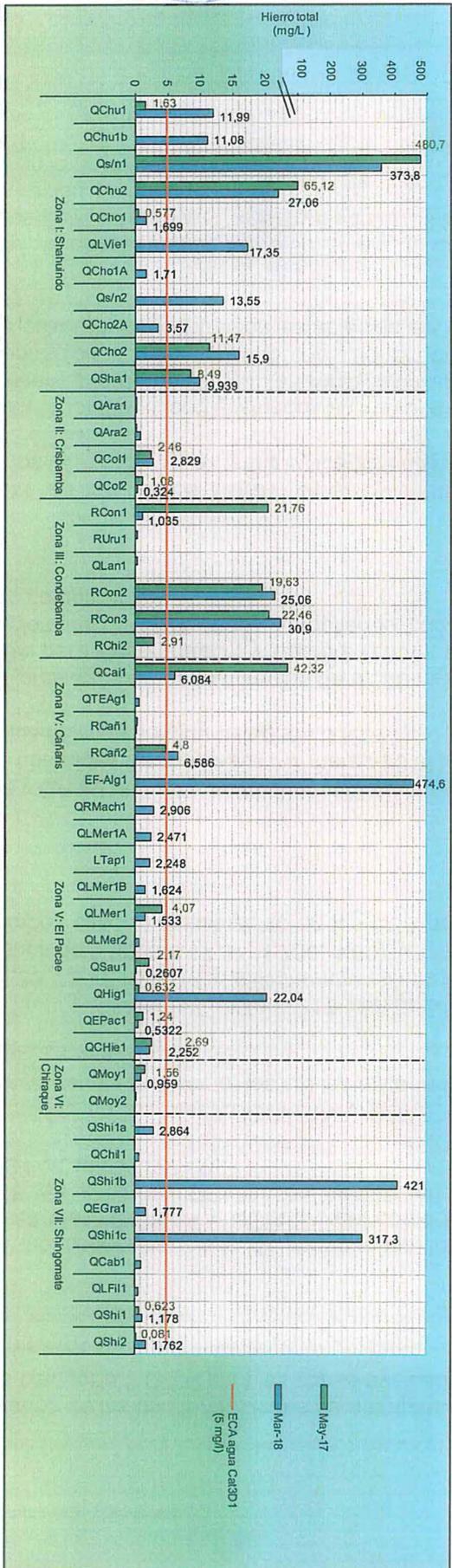
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»





k) Manganeso total (Mn)

En la Figura 7-12 se presentan los resultados de las concentraciones de manganeso total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de manganeso total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QLVie1, QCho1A y QCho2A, así como las obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QCho1, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones de hierro total obtenidas en los puntos QChu1b y Qs/n2, en marzo-2018, fueron 0,22394 y 0,29735 mg/L respectivamente, las cuales excedieron lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Los puntos QChu1, Qs/n1, QChu2, QCho2 y QSha1 en mayo-2017 presentaron concentraciones de 0,253, 21,19, 3,25, 4,33 y 2,42 mg/L respectivamente; asimismo, en marzo-2018 presentaron concentraciones de 0,22504, 17,97, 1,786, 1,807 y 1,238 mg/L respectivamente, excediendo en ambos casos lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones en los puntos QAra1 y QAra2 ubicados en la quebrada Araqueda y el punto QCol2 en la quebrada Colpa, obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto QCol1, en mayo-2017 presentó una concentración de 0,369 mg/L, la cual excedió lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017), sin embargo, en marzo-2018, la concentración fue 0,10678 mg/L, cumpliendo con la concentración establecida en la norma de comparación.

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de manganeso total en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2, evaluados en mayo-2017, no excedieron los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Los puntos ubicados en el río Condebamba RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 presentaron concentraciones de manganeso total de 0,827 y 0,745 mg/L, asimismo en marzo-2018 presentaron concentraciones de 0,7845 y 0,9021mg/L respectivamente; excediendo en ambos casos la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto al punto RCon1 en mayo-2017, la concentración fue 0,902 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 la concentración obtenida fue 0,03772 mg/L, la cual cumple con la concentración establecida en la norma de comparación.



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin.



- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos RCañ1 y RCañ2 en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Los puntos QTEAg1 y EF-Alg1 en marzo-2018 presentaron concentraciones de 0,49846 y 1,853 mg/L respectivamente; asimismo, en el punto QCai1 las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 2,06 y 1,88 mg/L respectivamente, dichas concentraciones excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1 y QEPac1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones obtenidas en los puntos QSau1 y QCHie1 de mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto QHig1 presentó una concentración de 0,067 mg/L en mayo-2017, la cual no excedió los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018, presentó una concentración de 0,4198 mg/L, excediendo lo establecido en la referida norma.

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QMoy2 ubicado en la quebrada Moyán cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto QMoy1, en mayo-2017 se obtuvo una concentración de 0,219 mg/L, la que excedió la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 la concentración fue 0,0485 mg/L, la cual cumple lo establecido en la referida norma.

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QChil1, QShi1b, QEGra1, QShi1c, así como en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QShi1, excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QCab1 y QLFil1, así como en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto QShi2, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



↑

J

f

u

g



I) Níquel total (Ni)

En la Figura 7-13 se presentan los resultados de las concentraciones de níquel total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observa que las concentraciones de níquel total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A; asimismo, las concentraciones en los puntos QChu1, QChu2, QCho1, QCho2 y QSha1 en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto Qs/n1, presentó una concentración de 0,258 mg/L en mayo-2017 y 0,2045 mg/L en marzo-2018, excediendo referencialmente en ambos casos la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1; sin embargo, cumplió con lo establecido en la Cat3D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones de níquel total en los puntos QAra1, QAra2, QCol1 y QCol2 obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de níquel total en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos QCai1, RCañ1 y RCañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración obtenida en el punto QTEAg1 en marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto EF-Alg1 en marzo-2018, presentó una concentración 0,2938 mg/L, la que excedió referencialmente los ECA para Agua, Cat3D1; sin embargo, cumplió con lo establecido en la Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa que las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, QLTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QChie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos QShi1a, QChil1, QShi1b, QEGra1, QShi1c, QCab1 y QLFil1 en marzo-2018; asimismo, en los puntos QShi1 y QShi2 de mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



Handwritten initials and marks in blue ink, including a vertical line, a stylized 'j', a stylized 'f', a stylized 'y', and a stylized 's'.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

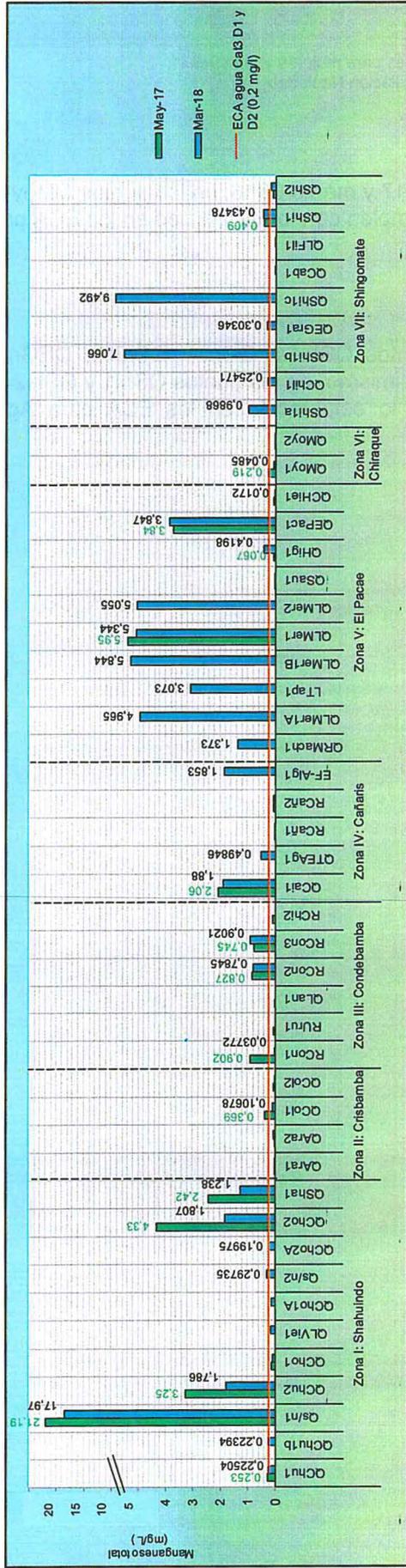


Figura 7-12. Concentraciones de manganeso total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas

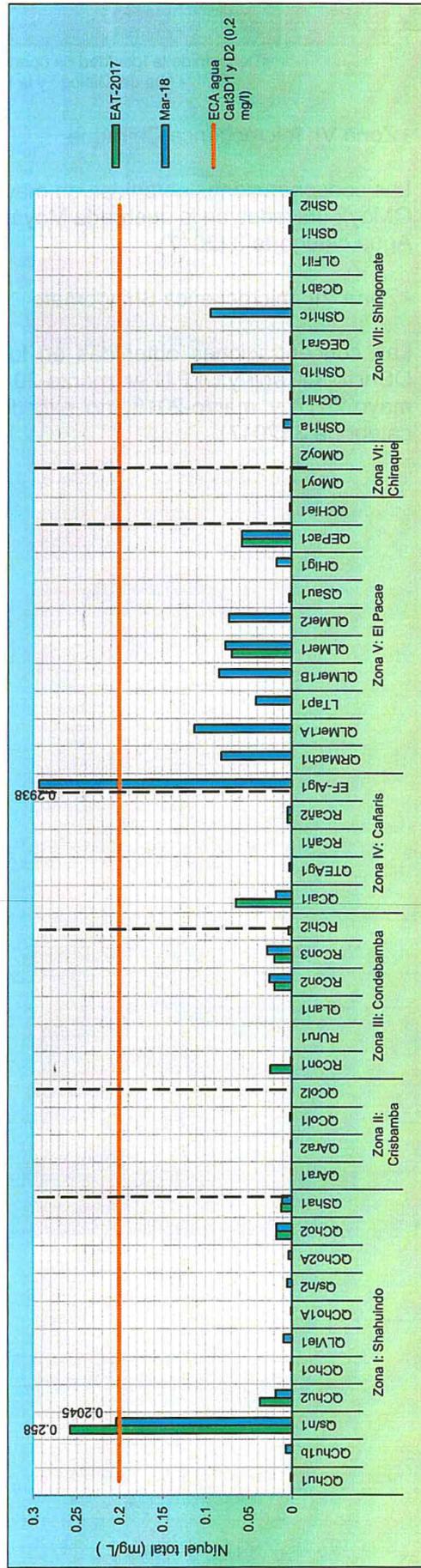


Figura 7-13. Concentraciones de níquel total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas



m) Plomo total (Pb)

En la Figura 7-14 se presentan los resultados de las concentraciones de plomo total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de plomo total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QCho1A y QCho2A, así como las obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos Qs/n1, QChu2, QCho1 y QSha1, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones de plomo total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QChu1b, QLVie1 y Qs/n2 excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Los puntos QChu1 y QCho2 en mayo-2017 presentaron concentraciones menores a 0,001mg/L y 0,045mg/L respectivamente, cumpliendo con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 presentaron concentraciones de 0,143 y 0,0861 mg/L, excediendo lo establecido en la norma de comparación.

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones en los puntos QAra1 y QAra2 ubicados en la quebrada Araqueda y los puntos QCol1 y QCol2 en la quebrada Colpa, obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de plomo total en los puntos RUru1, QLAN1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los puntos ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

Las concentraciones obtenidas en los puntos RCañ1 y RCañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, así como las concentraciones en los puntos QTEAg1 y EF-Alg1 obtenidas en marzo-2018, no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto a la concentración obtenida en el punto QCai1 en mayo-2017, fue 0,073 mg/L, la cual excedió lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 la concentración fue 0,0097 mg/L, la cual cumple con lo establecido en la referida norma de comparación.

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observa las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así



como los puntos QLMer1, QSau1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto QHig1 presentó una concentración menor a 0,001mg/L en mayo-2017, la cual no excedió los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 0,0664 mg/L, excediendo lo establecido en la referida norma.

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1, así como en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QShi1 y QShi2, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1b y QShi1c excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

n) Zinc total (Zn)

En la Figura 7-15 se presentan los resultados de las concentraciones de zinc total comparados con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de zinc total obtenidas en marzo-2018 en los puntos QChu1b, QLVie1, QCho1A, Qs/n2 y QCho2A, así como las obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QChu1, QCho1, QCho2 y QSha1, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Las concentraciones de plomo total obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en el punto Qs/n1 fueron 20,46 y 15,99 mg/L respectivamente, las cuales excedieron lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1; sin embargo, cumplieron con la Cat3D2 (2017).

El punto QChu2 en mayo-2017 presentó una concentración de 2,46mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedió la Cat3D1 (2017), sin embargo, en marzo-2018 presentó una concentración de 1,075mg/L, cumpliendo con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona II: microcuenca Crisbamba

Las concentraciones en los puntos QARA1 y QARA2 ubicados en la quebrada Araqueda y los puntos QCOL1 y QCOL2 en la quebrada Colpa, obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron la concentración establecida los ECA para Agua categoría 3 (2017).



- Zona III: subcuenca Condebamba

Las concentraciones de zinc total en los puntos RUru1, QLan1 y RChi2 evaluados en mayo-2017, así como los puntos ubicados en el río Condebamba RCon1, RCon2 y RCon3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañaris

Las concentraciones obtenidas en los puntos RCañ1 y RCañ2 en mayo-2017 y marzo-2018, así como la concentración en el punto QTEAg1 obtenida en marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Respecto a la concentración obtenida en el punto QCai1 en mayo-2017 fue 3,88 mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D2, pero excedió la Cat3D1 (2017); Sin embargo, en marzo-2018 la concentración fue 0,5168 mg/L, la cual cumple con lo establecido en la referida norma de comparación.

En el punto EF-Alg1 evaluado en marzo-2018, la concentración de zinc total fue 27,74 mg/L, la cual excedió lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se observó las concentraciones obtenidas en los puntos QRMarch1, QLMer1A, LTap1, QLMer1B y QLMer2 evaluados en marzo-2018, así como los puntos QLMer1, QSau1, QHig1, QEPac1 y QCHie1 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QMoy1 y QMoy2 ubicados en la quebrada Moyán cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1a, QChil1, QEGra1, QCab1 y QLFil1, así como en mayo-2017 y marzo-2018 en los puntos QShi1 y QShi2, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos QShi1b y QShi1c fueron 45,31 y 33,95 mg/L respectivamente, las cuales excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



↑
J
S
cy
A



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

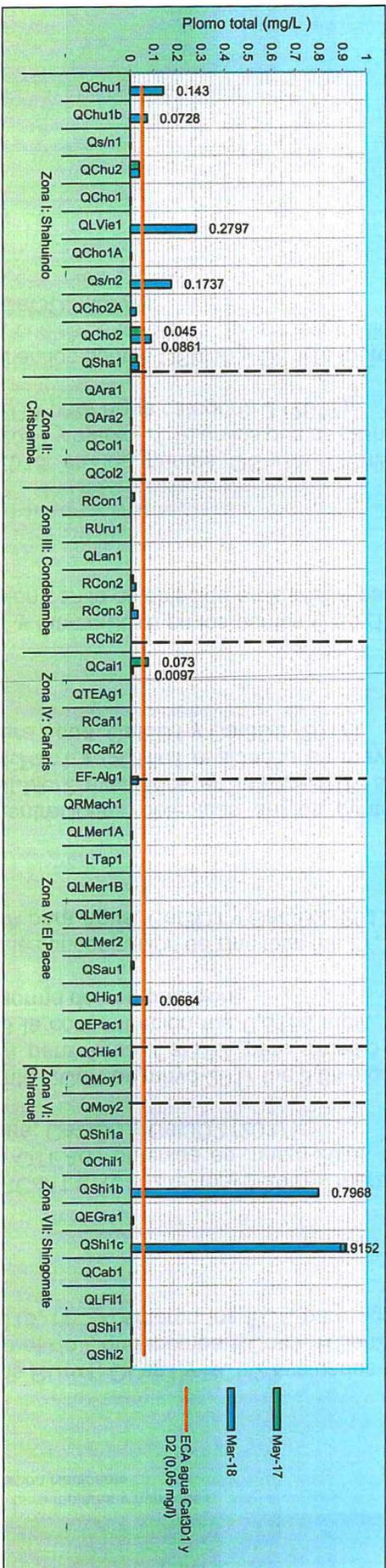


Figura 7-14. Concentraciones de plomo total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas

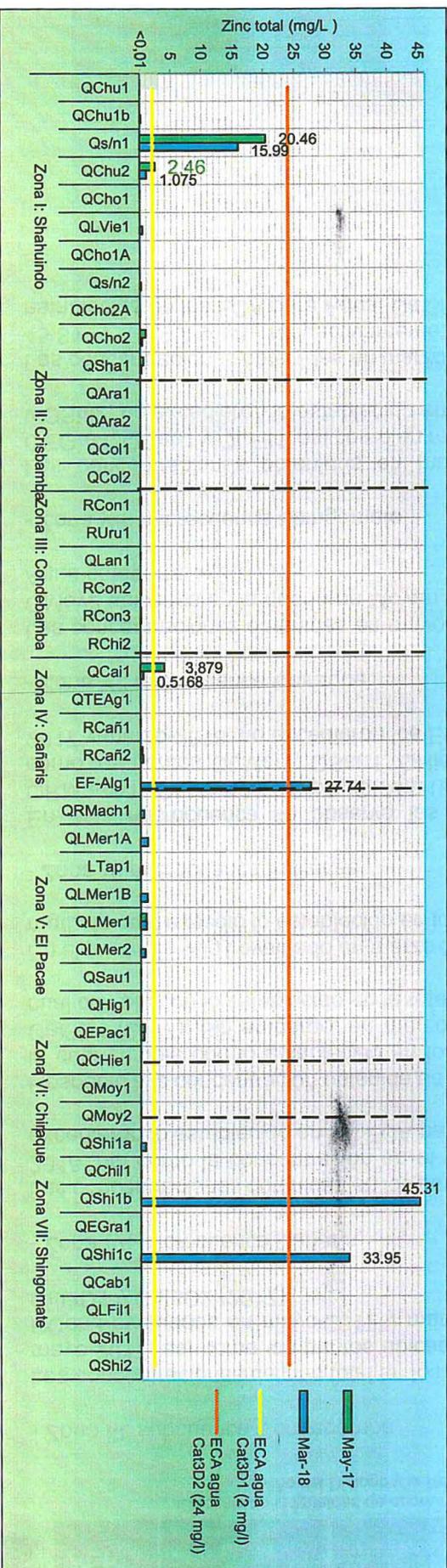


Figura 7-15. Concentraciones de zinc total comparados con los ECA para agua (2017) en las zonas evaluadas



7.2.1.2 Manantiales

Se muestra la comparación realizada de las concentraciones obtenidas en los manantiales evaluados del área de influencia de la UM Shahuindo, respecto al ECA vigente para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Cabe resaltar que la comparación es referencial con la categoría 3, ya que las aguas de los manantiales se mezclan en el curso de las quebradas, las que son utilizadas con fines agrarios.

Se graficarán los parámetros que superaron los ECA para Agua (2017) según sus categorías, de acuerdo con las zonas establecidas en el Capítulo 4, ítem a.

Cabe resaltar que las concentraciones de los parámetros evaluados conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, cianuro WAD, y la mayoría de los metales totales (a excepción del bario, arsénico, cobalto, hierro, manganeso y plomo), cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

a) pH

En la Figura 10-16 se presentan los resultados de los valores de pH comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017) en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que los valores de pH obtenidos en marzo-2018 en el punto Filtración 1, así como en el punto FNat1 que fue evaluado en mayo-2017, se encuentran dentro del rango establecido en los ECA para Agua (2017).

El valor obtenido en marzo-2018 en el punto FNat6 fue 5,24 unidades de pH, el cual presentó características ácidas, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

El punto FNat2 presentó un valor de 6,24 unidades de pH en mayo-2017, el que se encuentra abajo del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017), mientras que en marzo-2018 presentó un valor de 6,75 unidades de pH, la cual cumple con lo establecido en la referida norma.

Respecto al punto FNat3, los valores obtenidos en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 3,89 y 4,03 unidades de pH, presentando este punto características ácidas, encontrándose fuera del rango establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca el valor de pH obtenido en marzo-2018 en el punto FNat23 se encuentra dentro del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

El valor de pH obtenido en los puntos FNat8 y FNat14, evaluados en marzo-2018, fue 7,46 y 3,9 unidades de pH respectivamente, observándose que el punto FNat8 se



encuentra dentro del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, el punto FNat14 presentó características ácidas, incumpliendo lo establecido en la referida norma.

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Los valores obtenidos en marz-2018 en los puntos FNat11A y FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, el punto FNat11 presentó un valor de 6,35 unidades de pH, teniendo características ácidas, incumpliendo lo establecido en dicha norma.

- Zona VII: microcuenca Shingomate

En esta microcuenca, los valores de pH obtenidos en los puntos FNat24, FNat20, FNat26 y FNat21 evaluados en marzo-2018, se encuentran dentro del rango establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017); sin embargo, el punto FNat21a presentó un valor de 5,62 unidades de pH, presentando características ácidas, incumpliendo lo establecido en la referida norma.

b) Oxígeno disuelto (OD)

En la Figura 7-17 se presentan los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de OD obtenidas en marzo-2018 en los puntos Filtración 1 y FNat6 cumplen lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017); asimismo, el punto FNat1 evaluado en mayo-2017 y el punto FNat3 evaluado en mayo-2017 y marzo-2018 cumplen con la referida norma.

El punto FNat2 presentó una concentración de 4,77 mg/L en mayo-2017 y 4,41 mg/L en marzo-2018, cumplen en ambas evaluaciones con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1, pero incumplen la Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de OD obtenido en marzo-2018 en el punto FNat23 cumple con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1, pero incumple para la Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En marzo-2018, las concentraciones de OD obtenida en los puntos FNat8 y FNat14 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1, pero incumple para la Cat3D2 (2017).



Handwritten blue initials: 'A', 'J', 'S', 'cy', 'S'



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, Fnat21a y FNat21 en marzo-2018 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

Respecto al punto FNat20, la concentración obtenida fue 3,98 mg/L, incumpliendo con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); mientras que el punto FNat26 presentó una concentración de 4,59 mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1, pero incumple para la Cat3D2 (2017).



1
2
g
y
A



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

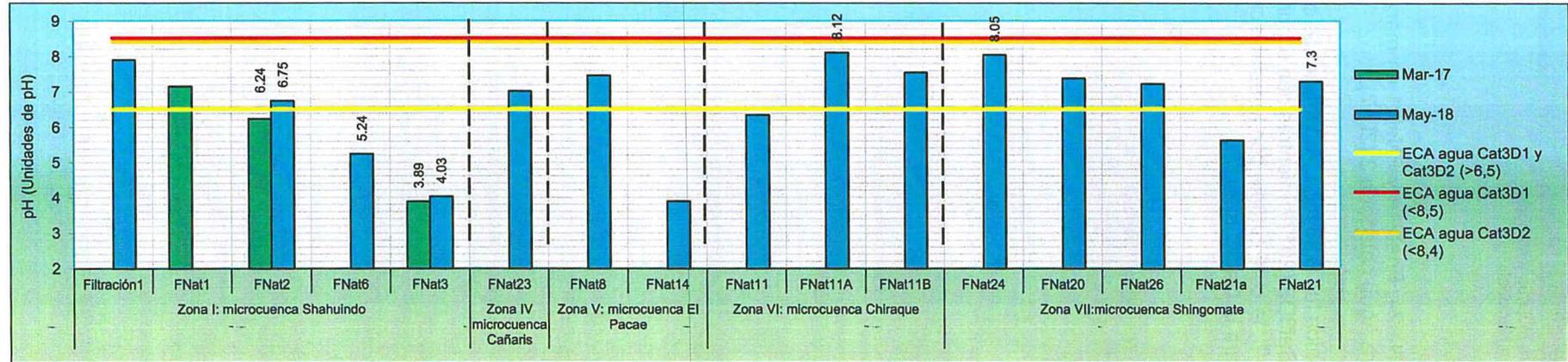


Figura 7-16. Valores de pH en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

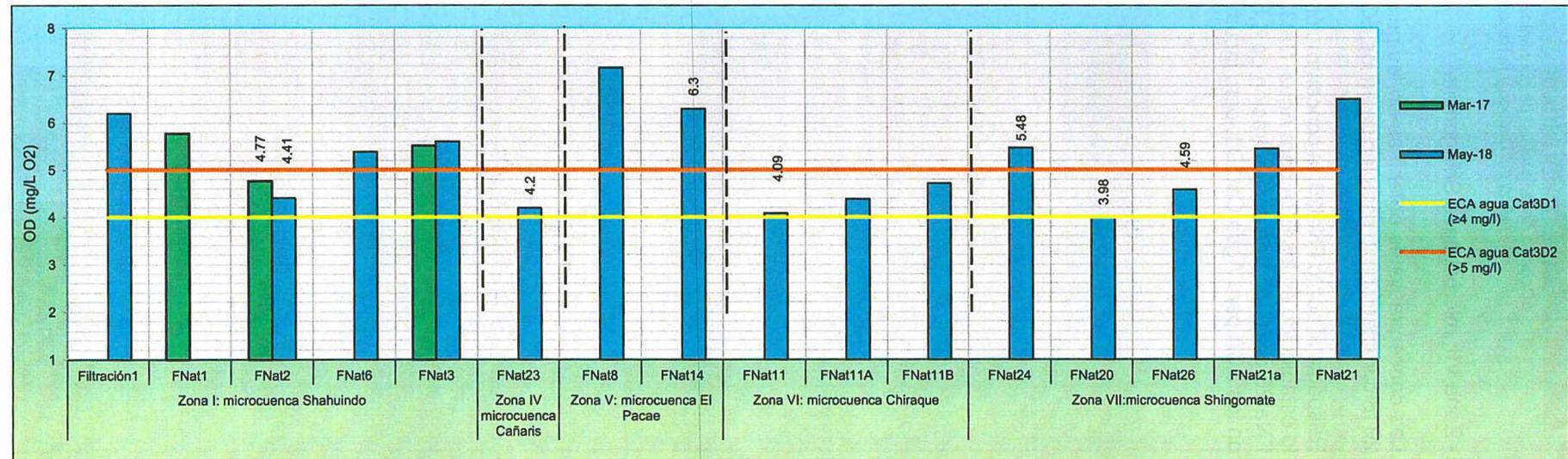


Figura 7-17. Concentraciones de oxígeno disuelto en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



Handwritten signatures and initials in blue ink.

**c) Bario total (Ba)**

En la Figura 7-18 se presentan los resultados de las concentraciones de bario total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017) en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de bario total obtenidas en marzo-2018 en el punto FNat6; asimismo, el punto FNat1 evaluado en mayo-2017 y en los puntos FNat2 y FNat3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018 cumplen lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

El punto Filtración1 presentó una concentración de 1,502 mg/L en marzo-2018, excediendo la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de bario total obtenido en marzo-2018 en el punto FNat23 cumple con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En marzo-2018, las concentraciones de bario total obtenida en los puntos FNat8 y FNat14 cumplen con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

En esta microcuenca, las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, FNat21a y FNat21 en marzo-2018, cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría Cat3D1 (2017).

d) Arsénico total (As)

En la Figura 7-19 se presentan los resultados de las concentraciones de arsénico total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que la concentración de arsénico total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat6 no excedió lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); mientras que el punto filtración 1 presentó una concentración de 0,16612 mg/L que cumple con la Cat3D2, pero excedió lo establecido en la Cat3D1 de la referida norma.

Las concentraciones obtenidas en el punto FNat1 evaluado en mayo-2017, así como en los puntos FNat2 y FNat3 evaluados en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



Handwritten initials and signature in blue ink.



- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de arsénico total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat23 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

Las concentraciones obtenidas en los puntos FNat8 y FNat14 evaluados en marzo-2018 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

En esta microcuenca, las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, FNat21a y FNat21 en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a vertical line, 'J', 'g', 'y', and 'st'.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

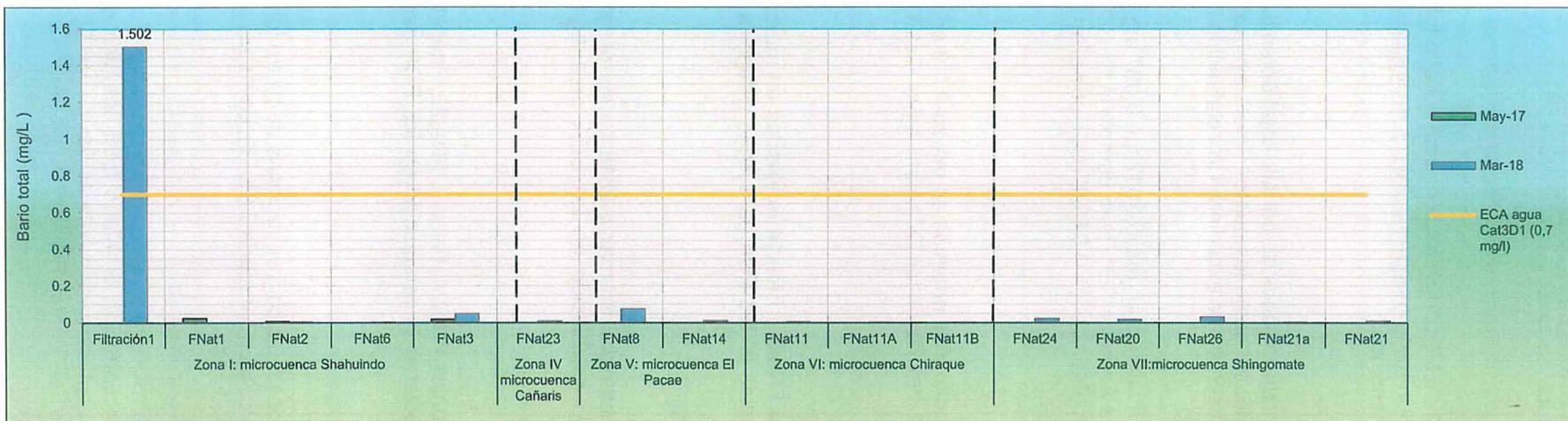


Figura 7-18. Concentraciones de bario total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

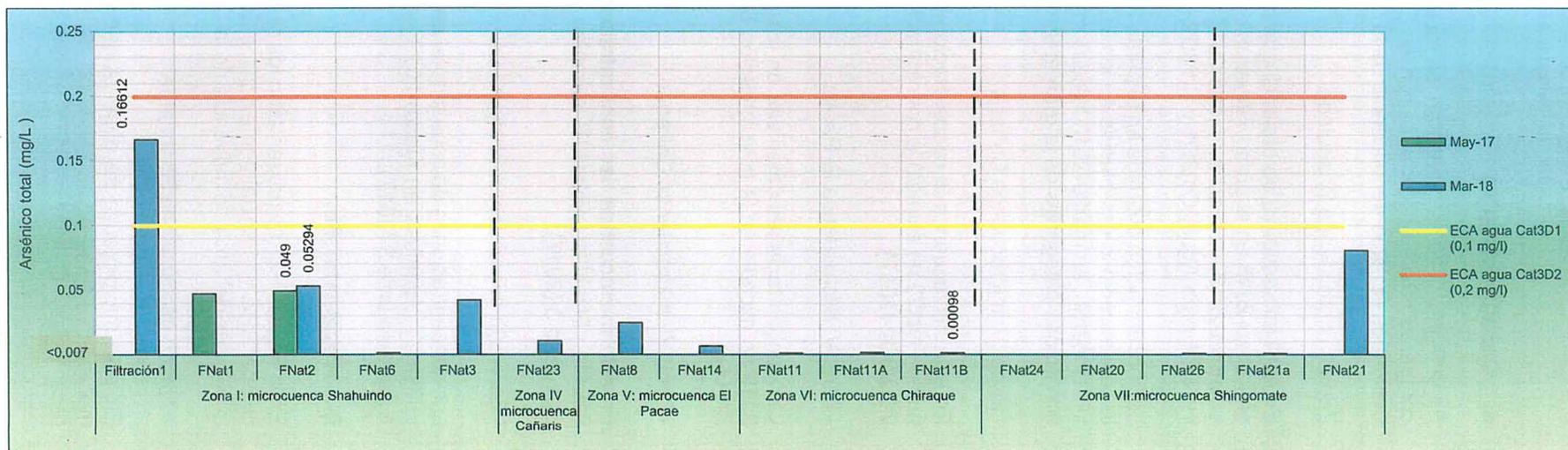


Figura 7-19. Concentraciones de arsénico total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



e) Cobalto total (Co)

En la Figura 7-20 se presentan los resultados de las concentraciones de cobalto total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que las concentraciones de cobalto total obtenidas en marzo-2018 en el punto Filtración1 y FNat6, así como los puntos FNat1 evaluado en mayo-2017, y FNat2 en mayo-2017 y marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

La concentración obtenida en el punto FNat3 evaluado en mayo-2017 fue 0,067 mg/L, la cual excedió lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1, pero cumple la Cat3D2; sin embargo, en marzo-2018 la concentración obtenida fue 0,04525 mg/L cumpliendo con ambas categorías de la referida norma.

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de cobalto total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat23 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

Las concentraciones obtenidas en los puntos FNat8 y FNat14 evaluados en marzo-2018 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

En esta microcuenca, las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

Las concentraciones de cobalto total en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, FNat21a y FNat21 obtenidas en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

f) Hierro total (Fe)

En la Figura 7-21 se presentaron los resultados de las concentraciones de hierro total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observa que la concentración de hierro total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat6 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017); mientras que el punto Filtración1 presentó una



Handwritten blue marks: an arrow pointing up, followed by the letters 'j', 'f', 'y', and 'g' arranged vertically.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

concentración de 6,818 mg/L que excedió la concentración establecida en la referida norma.

Las concentraciones obtenidas en el punto FNat1 evaluado en mayo-2017, como las concentraciones en los puntos FNat2 y FNat3 obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de hierro total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat23 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En marzo-2018, las concentraciones obtenidas en los puntos FNat8 y FNat14 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplen con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

En esta microcuenca se observa que las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, FNat21a y FNat21 en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



J

G

W



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

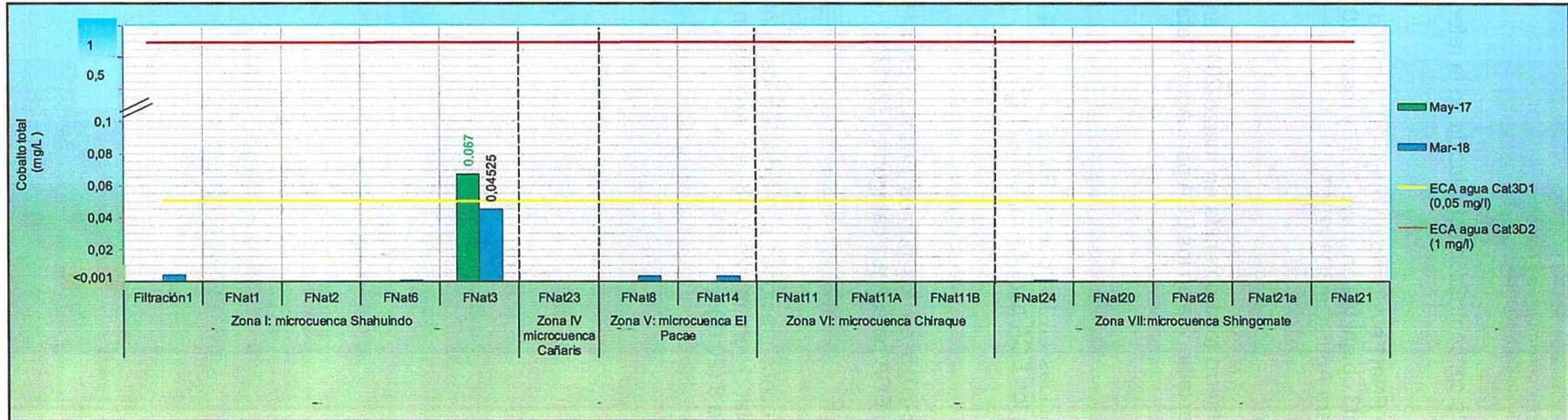


Figura 7-20. Concentraciones de cobalto total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

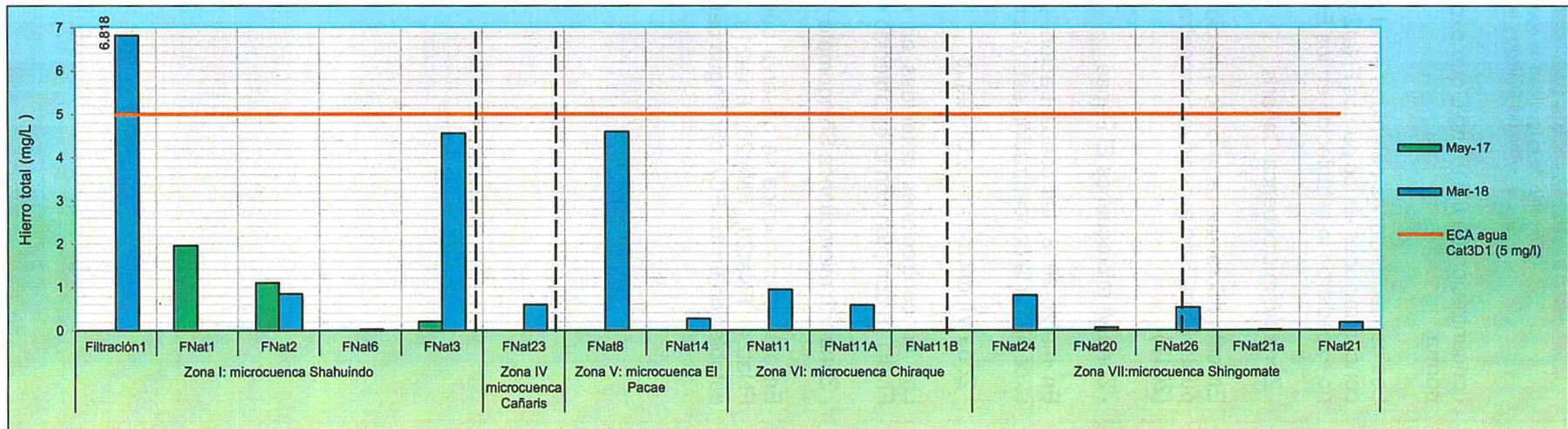


Figura 7-21. Concentraciones de hierro total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

g) Manganeso total (Mn)

En la Figura 7-22 se presentan los resultados de las concentraciones de manganeso total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que la concentración de manganeso total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat6 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); mientras que el punto Filtración1 presentó una concentración de 0,38097 mg/L que excedió la concentración establecida en la referida norma.

Las concentraciones obtenidas en el punto FNat1 evaluado en mayo-2017, así como las concentraciones en el punto FNat2 obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

En el punto FNat3, las concentraciones obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018 fueron 12,1 y 7,991 mg/L, las cuales excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca la concentración de manganeso total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat23 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En marzo-2018, la concentración obtenida en el punto FNat8 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); mientras que en el punto FNat14, la concentración obtenida fue 0,21749 mg/L, la cual excedió lo establecido en la referida norma.

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

En esta microcuenca se observa que las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, Fnat21a y FNat21 en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

h) Plomo total (Pb)

En la Figura 7-23 se presentan los resultados de las concentraciones de plomo total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.





- Zona I: microcuenca Shahuindo

En esta microcuenca se observó que la concentración de plomo total obtenida en marzo-2018 en el punto FNat6 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017); mientras que el punto Filtración1 presentó una concentración de 0,0557 mg/L que excedió la concentración establecida en la referida norma.

Las concentraciones obtenidas en el punto FNat1 evaluado en mayo-2017, así como las concentraciones en los puntos FNat2 y FNat3 obtenidas en mayo-2017 y marzo-2018, no excedieron lo establecido en los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona IV: microcuenca Cañarís

En esta microcuenca las concentraciones de plomo total obtenido en marzo-2018 en el punto FNat23 no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En marzo-2018, las concentraciones obtenidas en los puntos FNat8 y FNat14 no excedieron la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona VI: microcuenca Chiraque

Las concentraciones obtenidas en marzo-2018 en los puntos FNat11, FNat11A, FNat11B cumplieron con lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).

- Zona VII: microcuenca Shingomate

En esta microcuenca se observa que las concentraciones obtenidas en los puntos FNat24, FNat20, FNat26, FNat21a y FNat21 en marzo-2018 no excedieron lo establecido en los ECA para Agua categoría 3 (2017).



J

C

cy

st



«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

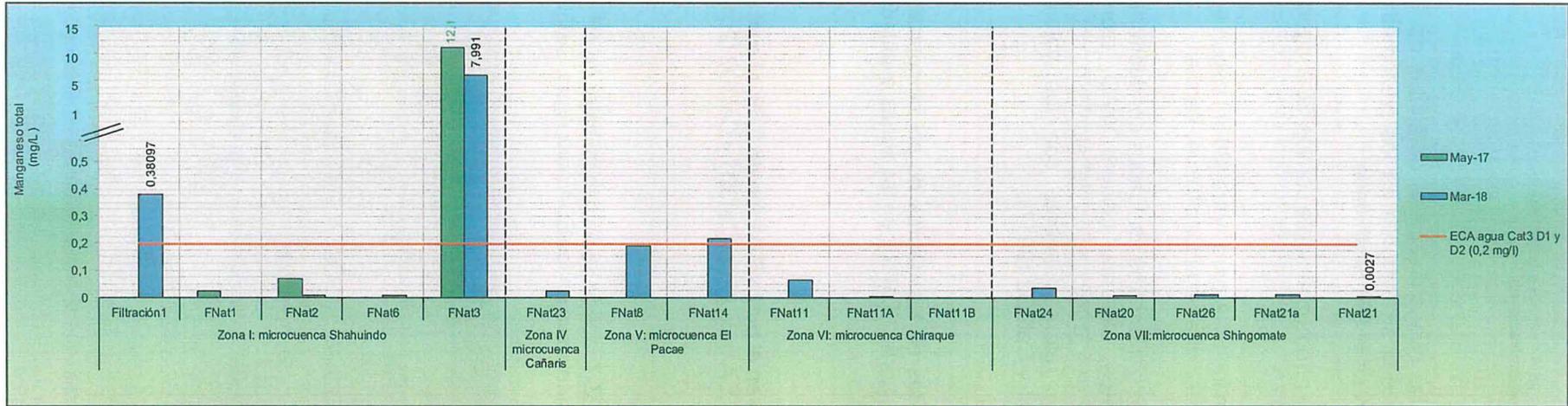


Figura 7-22. Concentraciones de manganeso total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

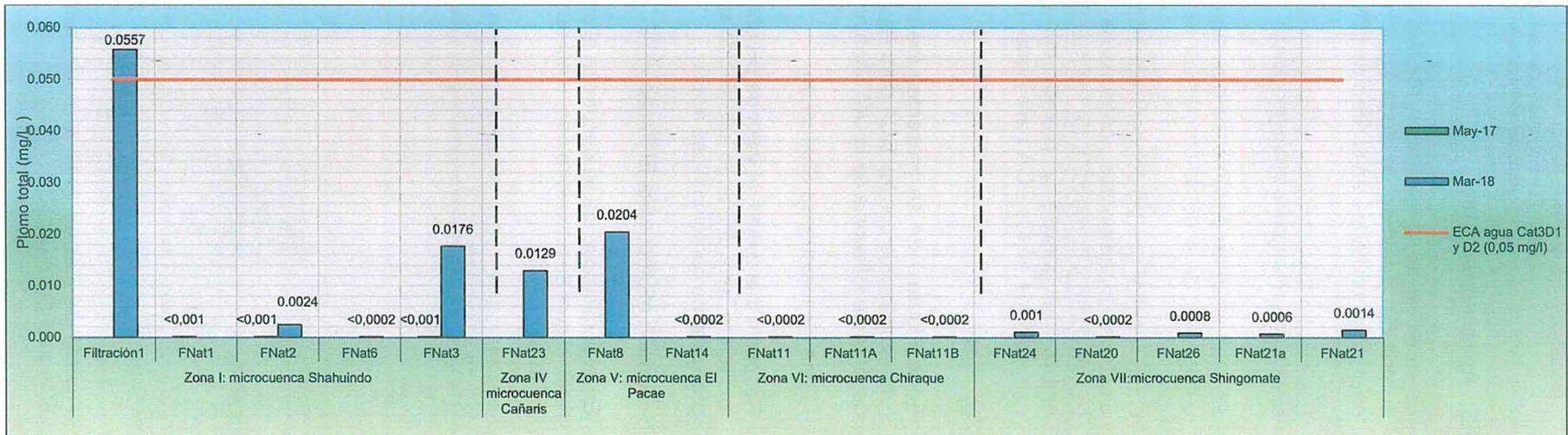


Figura 7-23. Concentraciones de plomo total en los manantiales comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



J
S
E
7



7.2.1.3 Agua subterránea

Se muestra la comparación realizada de las concentraciones obtenidas de los puntos de muestreo de agua subterránea que se tomaron en los piezómetros operativos ubicados en el área de influencia de la UM Shahuindo.

Los resultados obtenidos serán comparados referencialmente con los ECA vigente para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

Se graficarán los parámetros que superaron los ECA para Agua (2017) según sus categorías, de acuerdo con las zonas establecidas en el Capítulo 4, ítem a.

Cabe resaltar que las concentraciones de los parámetros evaluados conductividad eléctrica, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, cianuro WAD, cromo hexavalente y la mayoría de los metales totales (a excepción del aluminio, cobre, hierro, manganeso y plomo) cumplieron referencialmente con los valores establecidos en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

a) pH

En la Figura 7-24 se presentan los resultados de los valores de pH comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

Respecto a la zona I, el valor de pH obtenido en el punto PZ-1 fue de 3,68, el cual se encuentra fuera del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017) presentando características ácidas.

- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se encuentra el punto PZ-7, donde se obtuvo un valor de pH de 6,88, el cual se encuentra dentro del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

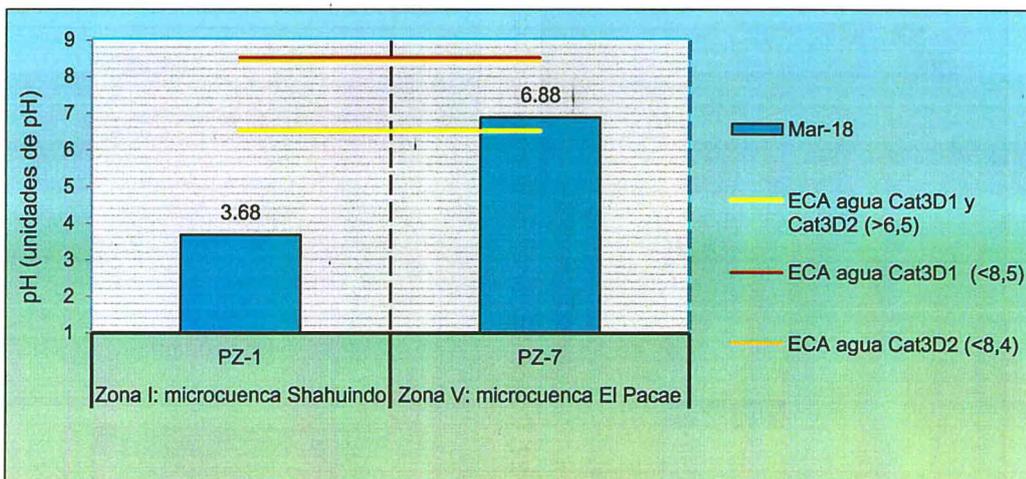


Figura 7-24. Valores de pH en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

**b) Oxígeno disuelto (OD)**

En la Figura 7-25 se presentan los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

La concentración de OD obtenido en el punto PZ-1 fue de 1,68 mg/L, la cual no cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En el punto PZ-7 se obtuvo una concentración de 1,78 mg/L de OD, la cual se encuentra fuera del rango establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

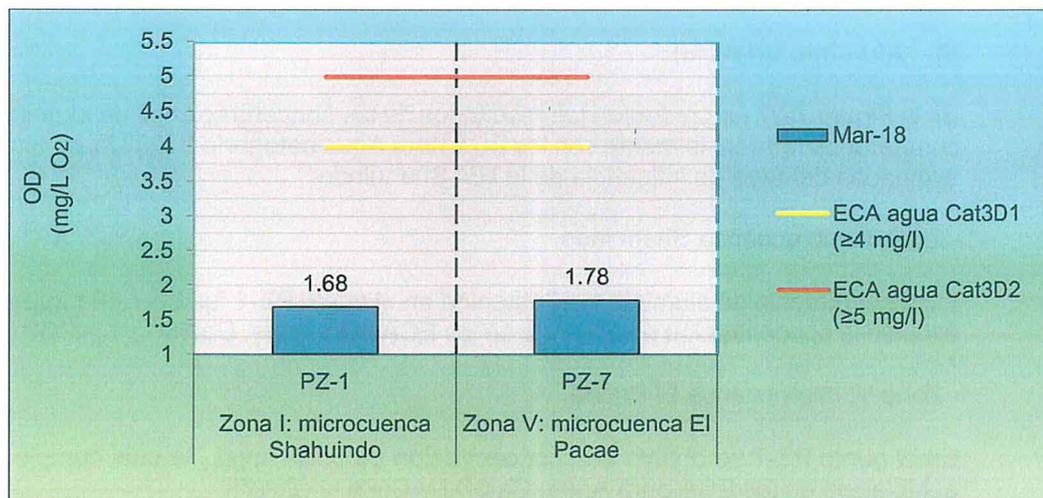


Figura 7-25. Concentraciones de OD en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

c) Demanda química de oxígeno (DQO)

En la Figura 7-26 se presentan los resultados de las concentraciones de la demanda química de oxígeno (DQO) comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

La concentración de DQO obtenida en el punto PZ-1 fue de 358 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En el punto PZ-7 se obtuvo una concentración de 20 mg/L de DQO, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

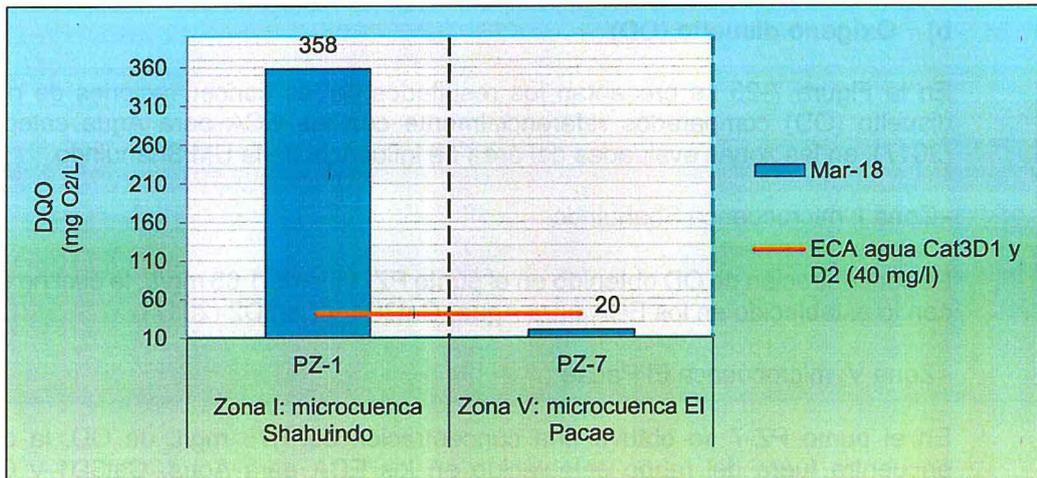


Figura 7-26. Concentraciones de DQO en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

d) Aluminio total (Al)

En la Figura 7-27 se presentan los resultados de las concentraciones de aluminio total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

La concentración de aluminio total obtenida en el punto PZ-1 fue de 7,46 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En el punto PZ-7 se obtuvo una concentración de 0,237 mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

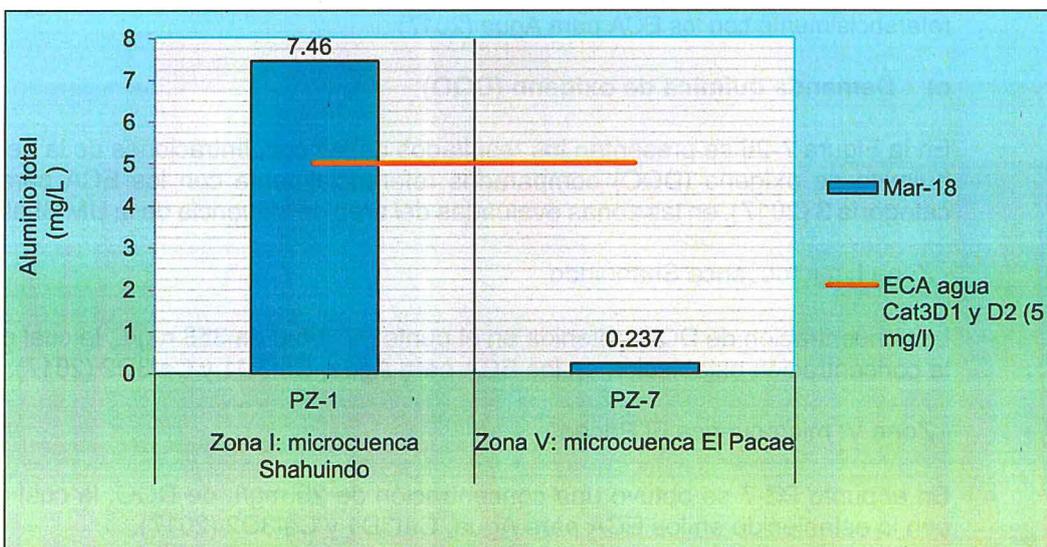


Figura 7-27. Concentraciones de aluminio total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



Handwritten signature and initials in blue ink.



e) Cobre total (Cu)

En la Figura 7-28 se presentan los resultados de las concentraciones de cobre total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

La concentración de cobre total obtenida en el punto PZ-1 fue de 0,43444 mg/L, la cual cumple con la concentración establecida en los ECA para Agua Cat3D2; sin embargo, excedió lo establecido en la Cat3D1 (2017)

- Zona V: microcuenca El Pacae

La concentración obtenida en el punto PZ-7 fue 0,00715 mg/L, la cual cumple con lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

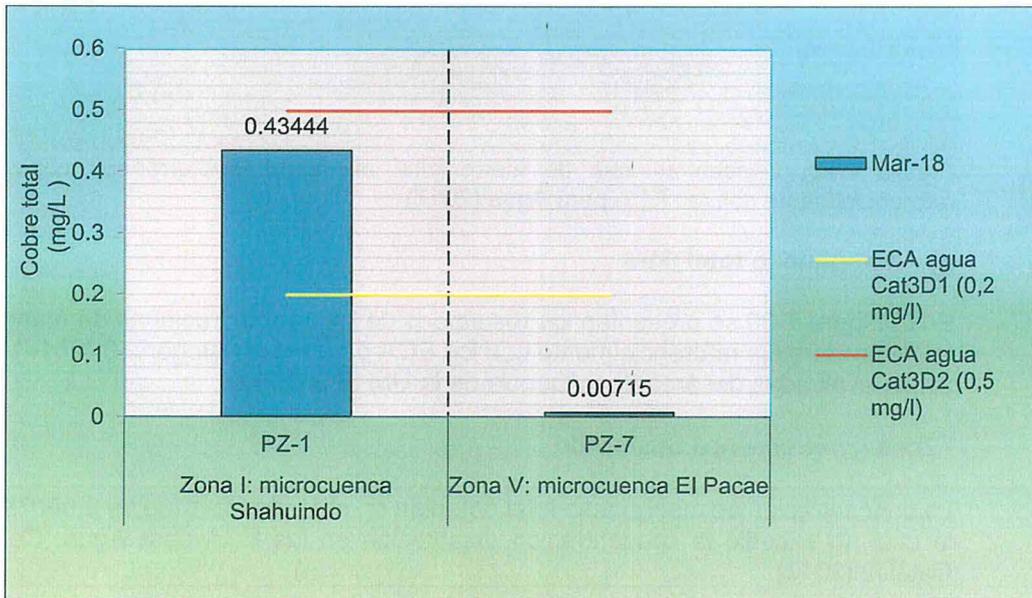


Figura 7-28. Concentraciones de cobre total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

f) Hierro total (Fe)

En la Figura 7-29 se presentan los resultados de las concentraciones de hierro total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

Respecto a la zona I, la concentración hierro total obtenida en el punto PZ-1 fue de 1,190 mg/L, la cual no excedió lo establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).



- Zona V: microcuenca El Pacae

En esta microcuenca se encuentra el punto PZ-2, donde se obtuvo una concentración de hierro total de 7,840 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 (2017).

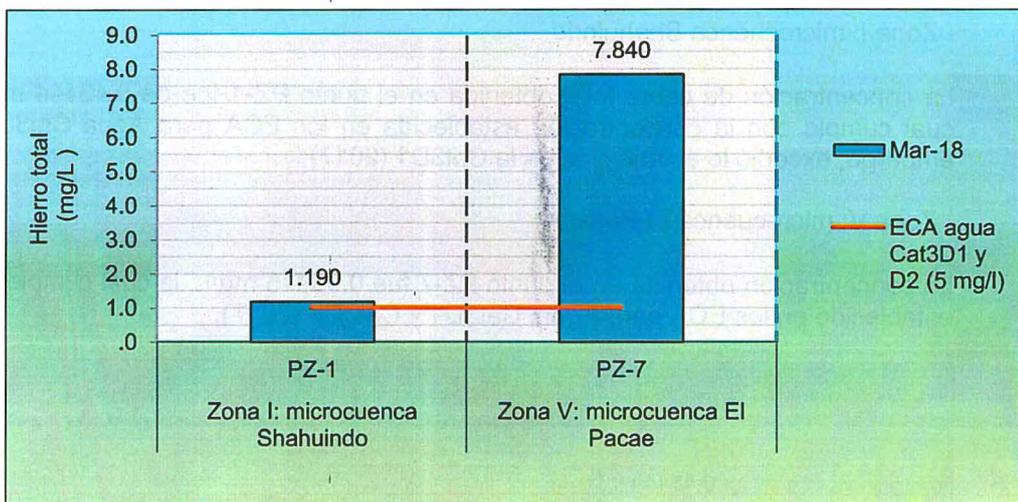


Figura 7-29. Concentraciones de hierro total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

g) Manganeseo total (Mn)

En la Figura 7-30 se presentan los resultados de las concentraciones de manganeseo total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

La concentración de manganeseo total obtenida en el punto PZ-1 fue de 0,06074 mg/L, la cual no excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

En el punto PZ-7 se obtuvo una concentración de 0,7515 mg/L, la cual excedió la concentración establecido en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).



Handwritten signature

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

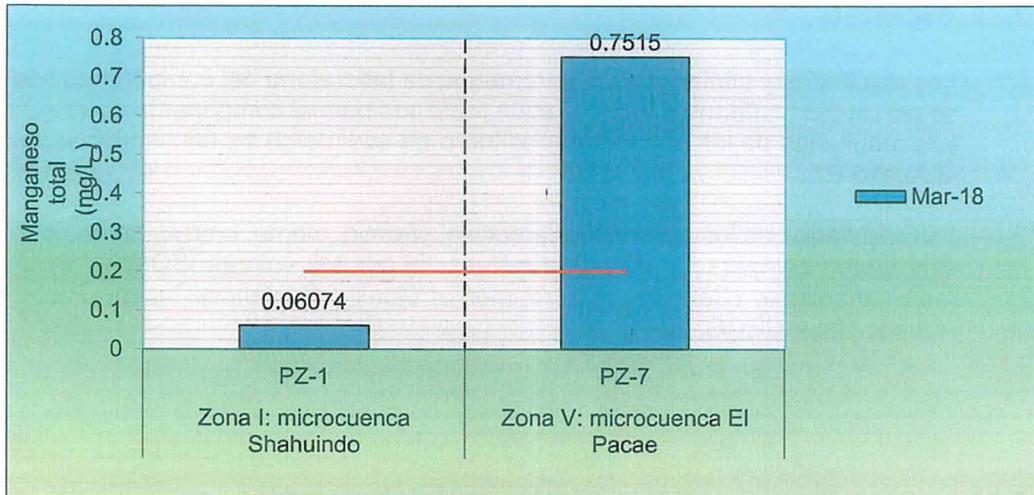


Figura 7-30. Concentraciones de manganeso total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)

h) Plomo total (Pb)

En la Figura 7-31 se presentan los resultados de las concentraciones de plomo total comparados referencialmente con los ECA para Agua categoría 3 (2017), en las zonas evaluadas del área de influencia de la UM Shahuindo.

- Zona I: microcuenca Shahuindo

En el punto PZ-1, la concentración de plomo total obtenida fue de 0,0546 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

- Zona V: microcuenca El Pacae

La concentración en el punto PZ-7 fue 0,0661 mg/L, la cual excedió la concentración establecida en los ECA para Agua, Cat3D1 y Cat3D2 (2017).

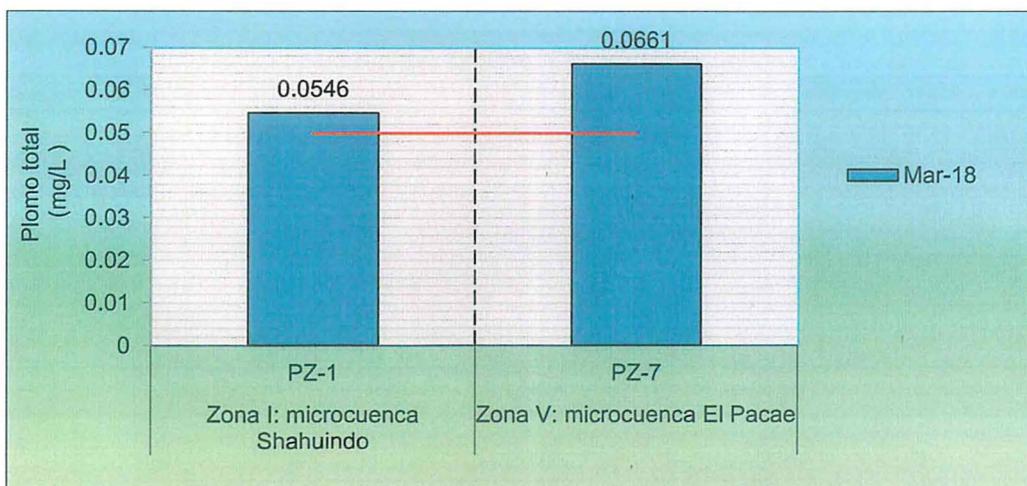


Figura 7-31. Concentraciones de plomo total en aguas subterráneas comparados referencialmente con los ECA para Agua (2017)



Handwritten signatures and initials in blue ink.



7.2.2. Sedimento

Los resultados y análisis de los parámetros de laboratorio del componente sedimento se presentan conforme a la agrupación realizada para el componente agua superficial. Los resultados de los puntos de monitoreo de sedimento se encuentran a detalle en el Anexo E1.

Los resultados de los parámetros arsénico, cadmio, plomo, cromo, mercurio, plomo y zinc fueron comparados de forma referencial con los valores ISQG²⁵ y PEL²⁶ de la guía canadiense (Canadian Environmental Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – CEQG, 2014).

7.2.2.1. Concentraciones de los principales metales pesados

A continuación, se muestran las figuras de los principales metales pesados que presentaron concentraciones que superaron referencialmente la norma canadiense, de acuerdo con las zonas evaluadas durante el 2017 y 2018.

a. Arsénico total

En la Figura 7-32 se presentan las concentraciones de arsénico total en las zonas evaluadas del distrito de Cachachi.



1 J

J

4

5

²⁵ ISQG (Interim Sediment Quality Guideline) es la concentración por abajo de la cual no se esperan efectos biológicos adversos.

²⁶ PEL (Probable Effect Level) es la concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

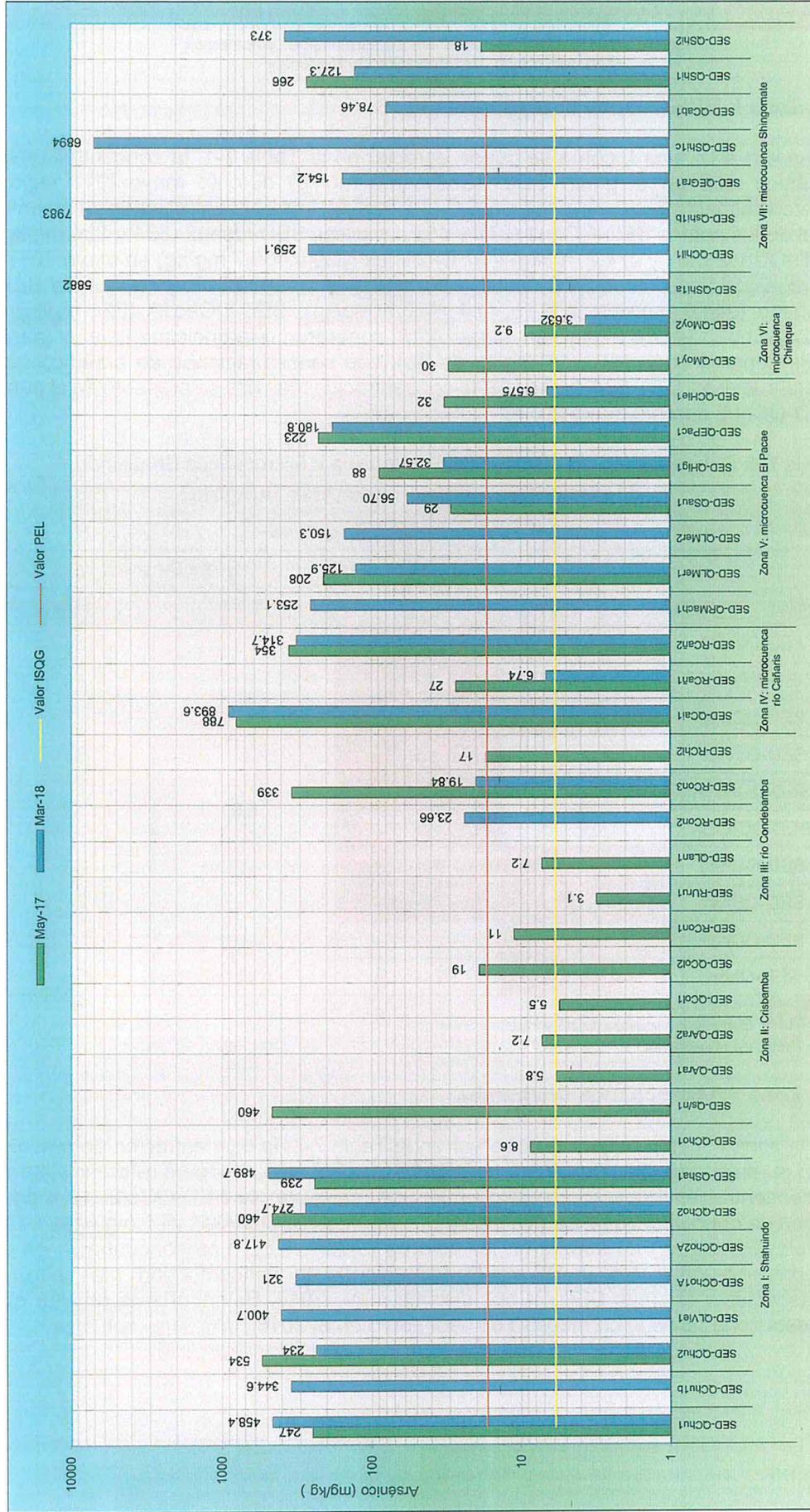


Figura 7-32. Concentraciones de arsénico total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas



Handwritten signatures and initials in blue ink

**- Zona I: Microcuenca Shahuindo**

Respecto a la zona I, como se puede apreciar en la Tabla 7-1, la concentración de arsénico total en el punto SED-QCho1 (8,6 mg/kg) durante mayo-2017 superó referencialmente la concentración ISQG (5,9 mg/kg). Las concentraciones de arsénico total de los puntos SED-QChu1 (247 y 458,4 mg/kg), SED-Qchu2 (534 y 234 mg/kg), SED-QCho2 (287 y 274,7 mg/kg) y SED-QSha1 (239 y 489,7 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018; los puntos SED-Qs/n1 (460 mg/kg) en mayo-2017; y los puntos SED-QChu1b (344,6 mg/kg), SED-QLVie1 (400,7 mg/kg), SED-QCho1A (321 mg/kg) y SED-QCho2A (417,8 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (17 mg/kg de As). Las concentraciones de arsénico total fluctuaron entre 8,6 y 534 mg/kg MS; la concentración más alta se presentó en el punto SED-QChu2 durante mayo-2017.

Tabla 7-1. Concentración de arsénico total en la zona I: Microcuenca Shahuindo

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona I: Microcuenca Shahuindo				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QChu1	247	458,4	5,9	17
SED-QChu1b	-	344,6		
SED-QChu2	534	234		
SED-QLVie1	-	400,7		
SED-QCho1A	-	321		
SED-QCho2A	-	417,8		
SED-QCho2	287	274,7		
SED-QSha1	239	489,7		
SED-QCho1	8,6	-		
SED-Qs/n1	460	-		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

- Punto no muestreado

- Zona II: Microcuenca Crisbamba

En la zona II, como se puede observar en la Tabla 7-2, la concentración de arsénico total durante mayo-2017 en el punto SED-QAra2 (7,2 mg/kg) superó referencialmente la concentración ISQG (5,9 mg/kg); mientras que el punto SED-QCol2 (19 mg/kg) superó la concentración PEL (17 mg/kg). Los puntos SED-QAra1 (5,8 mg/kg) y SED-QCol1 (5,5 mg/kg) no superaron los valores ISQG y PEL. Las concentraciones se encontraron entre 5,5 y 19 mg/kg MS, siendo la concentración más alta, la perteneciente al punto SED-QCol2, durante mayo-2017. Es importante resaltar que en esta zona no se sacó muestra de sedimento en el 2018.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'J' and 'S'.

**Tabla 7-2.** Concentración de arsénico total en la zona II: Microcuenca Crisbamba

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona II: Microcuenca Crisbamba				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QAra1	5,8	-	5,9	17
SED-QAra2	7,2	-		
SED-QCol1	5,5	-		
SED-QCol2	19	-		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona III: Subcuenca Condebamba

Respecto a la zona III, como se puede apreciar en la Tabla 7-3, la concentración de arsénico total en los puntos SED-QLan1 (7,2 mg/kg) y SED-RChi2 (17 mg/kg), en mayo-2017, superaron referencialmente la concentración ISQG (5,9 mg/kg). Las concentraciones de arsénico total de los puntos SED-RCon3 (339 y 19,84 mg/kg en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente) y SED-RCon2 (23,66 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (17 mg/kg de As). Las concentraciones oscilaron entre 3,1 y 339 mg/kg MS, siendo la concentración más alta registrada en el punto SED-RCon3 (río Condebamba, aguas arriba de la confluencia con el río Chimín) en mayo-2017.

Tabla 7-3. Concentración de arsénico total en la zona III: Subcuenca Condebamba

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona III: Subcuenca Condebamba				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-RCon1	11	-	5,9	17
SED-RUru1	3,1	-		
SED-QLan1	7,2	-		
SED-RCon2	-	23,66		
SED-RCon3	339	19,84		
SED-RChi2	17	-		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona IV: Microcuenca Cañarís

En la zona IV, como se puede observar en la Tabla 7-4, la concentración de arsénico total en el punto SED-RCañ1 (27 y 6,74 mg/kg) en mayo-2017 superó referencialmente el valor de concentración PEL (17 mg/kg) y en marzo-2018 superó referencialmente el valor de concentración ISQG (5,9 mg/kg); mientras que los puntos SED-QCai1 (788 y 893,6 mg/kg), SED-RCañ2 (354 y 314,7 mg/kg) superaron referencialmente la concentración PEL (17 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018. Las



concentraciones oscilaron entre 6,74 y 893,6 mg/kg MS; la concentración más alta se encontró en el punto SED-QCai1 en marzo-2018.

Tabla 7-4. Concentración de arsénico total en la zona IV: Microcuenca Cañarís

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona IV: Microcuenca Cañarís				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QCai1	788	893,6	5,9	17
SED-RCañ1	27	6,74		
SED-RCañ2	354	314,7		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

- **Zona V: Microcuenca El Pacae**

Respecto a la zona V, como se puede apreciar en la Tabla 7-5, la concentración de arsénico total en el punto SED-QChie1 (32 y 6,575 mg/kg en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente) superó referencialmente la concentración ISQG (5,9 mg/kg) en marzo-2018 y PEL (17 mg/kg) en mayo-2017. Las concentraciones de arsénico total de los puntos SED-QLMer1 (208 y 125,9 mg/kg), SED-QSau1 (29 y 56,70 mg/kg), SED-QHig1 (88 y 32,57 mg/kg) y SED-QEPac1 (223 y 180,8 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, y SED-QRMach1 (253,1 mg/kg) y SED-QLMer2 (150,3 mg/kg) en marzo-2018 superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (17 mg/kg de As). Las concentraciones oscilaron entre 6,575 y 253,1 mg/kg MS; la concentración más alta se registró en el punto SED-QRMach1 en marzo-2018.

Tabla 7-5. Concentración de arsénico total en la zona V: Microcuenca El Pacae

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona V: Microcuenca El Pacae				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QRMach1	-	253,1	5,9	17
SED-QLMer1	208	125,9		
SED-QLMer2	-	150,3		
SED-QSau1	29	56,70		
SED-QHig1	88	32,57		
SED-QEPac1	223	180,8		
SED-QChie1	32	6,575		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

:- Punto no muestreado

- **Zona VI: Microcuenca Chiraque**

En la zona VI, como se puede observar en la Tabla 7-6, la concentración de arsénico total en el punto SED-QMoy2 (9,2 mg/kg) en mayo-2017 superó referencialmente el valor de concentración ISQG (5,9 mg/kg); mientras que el punto SED-QMoy1 (30



mg/kg) en marzo-2018 superó referencialmente la concentración PEL (17 mg/kg). El punto SED-QMoy2 (3,632 mg/kg) en marzo-2018 no superó los valores ISQG y PEL. Las concentraciones oscilaron entre 9,2 y 30 mg/kg MS; la concentración más alta se presentó en el punto SED-QMoy1 en mayo-2017.

Tabla 7-6. Concentración de arsénico total en la zona VI: Microcuenca Chiraque

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona VI: Microcuenca Chiraque				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QMoy1	30	-	5,9	17
SED-QMoy2	9,2	3,632		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona VII: Microcuenca Shingomate

Respecto a la zona VII, como se puede apreciar en la Tabla 7-7, la concentración de arsénico total en los puntos SED-QShi1 (266 y 127,3 mg/kg) y SED-QShi2 (18 y 373 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, SED-QShi1a (5882 mg/kg), SED-QChil1 (259,1 mg/kg), SED-QShi1b (7983 mg/kg), SED- QEGra1 (154,2 mg/kg), SED-QShi1c (6894 mg/kg) y SED-QCab1 (78,46 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el valor de la concentración PEL (17 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 18 y 7983 mg/kg MS; la concentración más alta se presentó en el punto SED-QShi1b en marzo-2018.

Tabla 7-7. Concentración de arsénico total en la zona VII: Microcuenca Shingomate

Concentración de arsénico total (As) – mg/kg MS				
Zona VII: Microcuenca Shingomate				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QShi1a	-	5882	5,9	17
SED-QChil1	-	259,1		
SED-Qshi1b	-	7983		
SED-QEGra1	-	154,2		
SED-QShi1c	-	6894		
SED-QCab1	-	78,46		
SED-QShi1	266	127,3		
SED-QShi2	18	373		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

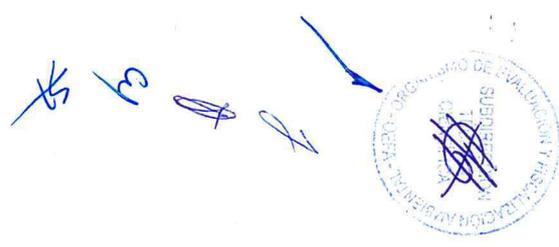
-: Punto no muestreado

b. Cadmio total

En la Figura 7-33, se presentan las concentraciones de cadmio total en las 7 zonas evaluadas en mayo-2017 y marzo-2018.



Handwritten blue ink marks: an upward arrow, a vertical line, and several initials.



PERÚ

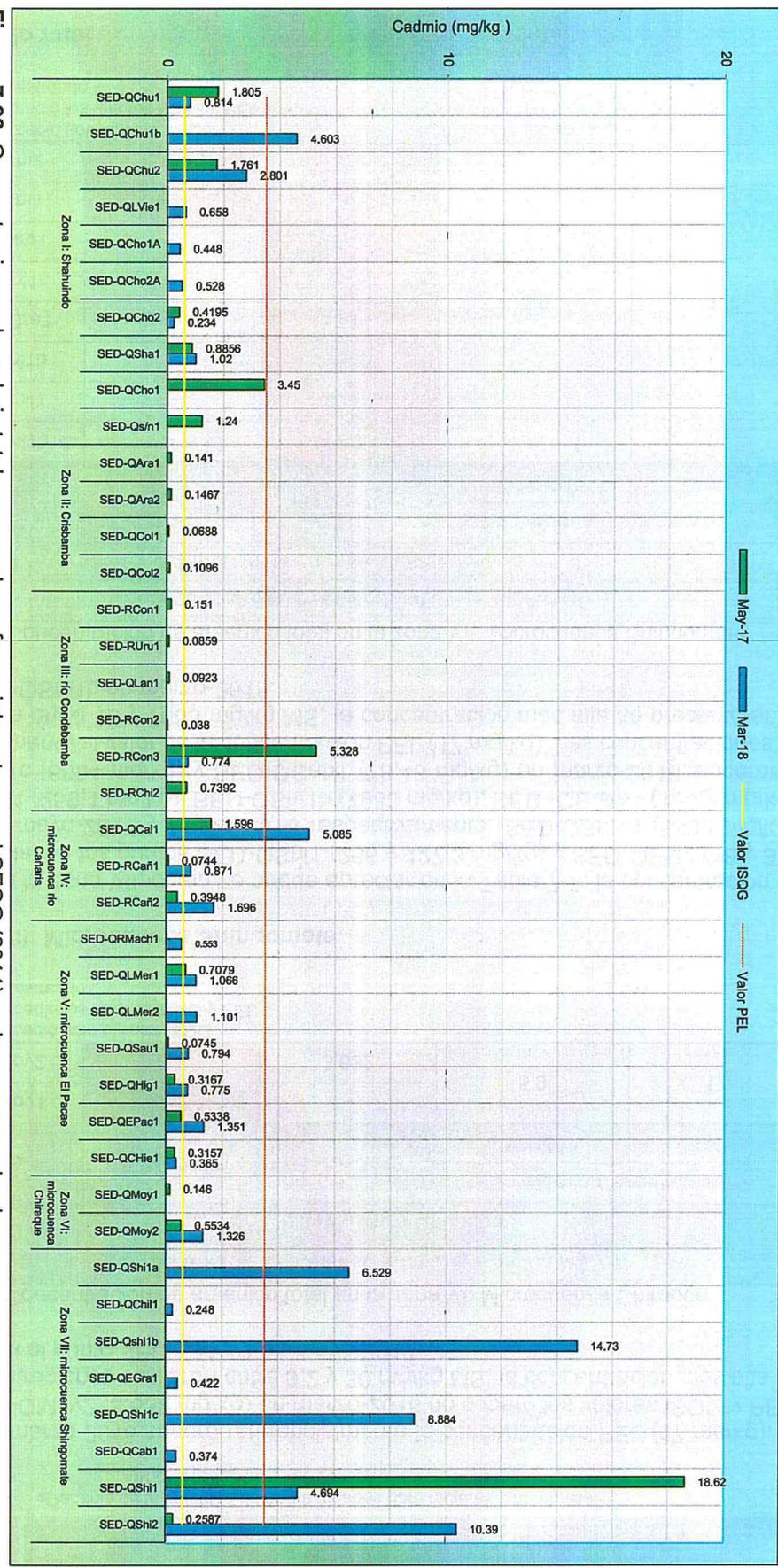
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Figura 7-33. Concentraciones de cadmio total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas



**- Zona I: Microcuenca Shahuindo**

Respecto a la zona I, como se puede apreciar en la Tabla 7-8, la concentración de cadmio total en el punto SED-QCho1 (3,45 mg/kg) y SED-Qs/n1 (1,24 mg/kg) en mayo-2017; los puntos SED-QChu1 (1,805 y 0,814 mg/kg), SED-QChu2 (1,761 y 2,801 mg/kg) y SED-QSha1 (0,8856 y 1,02 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, y SED-QLVie1 (0,658 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (0,6 mg/kg). La concentración de cadmio total en el punto SED-QChu1b (4,603 mg/kg) en marzo-2018 superó referencialmente el estándar de la concentración PEL (3,5 mg/kg). Los puntos SED-QCho2 (0,4195 y 0,234 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente; los puntos SED-QCho1A (0,448 mg/kg) y SED-QCho2A (0,528 mg/kg) en marzo-2018, no superaron los valores ISQG y PEL. Las concentraciones oscilaron entre 0,234 y 4,603 mg/kg MS; la concentración más alta se encontró en el punto SED-QChu1b en marzo-2018.

Tabla 7-8. Concentración de cadmio total en la zona I: Microcuenca Shahuindo

Concentración de cadmio, total (Cd) – mg/kg MS				
Zona I: Microcuenca Shahuindo				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QChu1	1,805	0,814	0,6	3,5
SED-QChu1b	-	4,603		
SED-QChu2	1,761	2,801		
SED-QLVie1	-	0,658		
SED-QCho1A	-	0,448		
SED-QCho2A	-	0,528		
SED-QCho2	0,4195	0,234		
SED-QSha1	0,8856	1,02		
SED-QCho1	3,45	-		
SED-Qs/n1	1,24	-		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona II: Río Crisbamba

En la zona II, como se puede observar en la Tabla 7-9, la concentración de cadmio total en mayo-2017 en los puntos SED-QAra1 (0,141 mg/kg), SED-QAra2 (0,1467 mg/kg), SED-QCol1 (0,0688 mg/kg) y SED-QCol2 (0,1096 mg/kg) no superaron los estándares de la concentración ISQG (0,6 mg/kg) y PEL (3,5 mg/kg). La concentración de cadmio se encontró entre 0,0688 y 0,1467 mg/kg MS; la concentración más alta se encontró en el punto SED-QAra2 en mayo-2017. Es importante resaltar que para esta zona evaluada no se sacó muestra de sedimento en el 2018.



Tabla 7-9. Concentración de cadmio total en la zona II: Microcuenca Crisbamba

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona II: Microcuenca Crisbamba				
Código	mayo- 2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QAra1	0,141	-	0,6	3,5
SED-QAra2	0,1467	-		
SED-QCol1	0,0688	-		
SED-QCol2	0,1096	-		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona III: Río Condebamba

Respecto a la zona III, como se puede apreciar en la tabla 7-10, las concentraciones de cadmio total en los puntos SED-RChi2 (0,7392 mg/kg) y SED-RCon3 (0,774 mg/kg) en mayo-2017, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (0,6 mg/kg). La concentración de cadmio total en el punto SED-RCon3 (5,328mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (3,5 mg/kg). Los puntos SED-RCon1 (0,151 mg/kg), SED-Uru1 (0,0859 mg/kg), SED-QLan1 (0,0923 mg/kg) para el 2017 y SED-RCon2 (0,038 mg/kg) en marzo-2018, no superaron los valores ISQG y PEL. Las concentraciones se encontraron entre 0,038 y 5,328 mg/kg MS, siendo la más alta encontrada en el punto SED-RCon3 (río Condebamba, aguas arriba de la confluencia con el río Chimín) en mayo-2017.

Tabla 7-10. Concentración de cadmio total en la zona III: Subcuenca Condebamba

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona III: Subcuenca Condebamba				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-RCon1	0,151	-	0,6	3,5
SED-RUru1	0,0859	-		
SED-QLan1	0,0923	-		
SED-RCon2	-	0,038		
SED-RCon3	5,328	0,774		
SED-RChi2	0,7392	-		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona IV: Río Cañarís

En la zona IV, como se puede observar en la tabla 7-11, la concentración de cadmio total en el punto SED-RCai1 (1,596 mg/kg) en mayo-2017, SED-RCañ1 (0,871 mg/kg) y SED-RCañ2 (1,696 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (0,6 mg/kg). La concentración de cadmio total en el punto SED-QCai1 (5,085 mg/kg) en marzo-2018 superó referencialmente el estándar de



↑

f

cy

st



concentración PEL (3,5 mg/kg). Los puntos SED-RCañ1 (0,0744 mg/kg) y SED-RCañ2 (0,3948 mg/kg) no superaron la concentración ISQG y PEL. Los valores de las concentraciones se encontraron entre 0,0744 y 5,085 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QCai1 en marzo-2018.

Tabla 7-11. Concentración de cadmio total en la zona IV: Microcuenca Cañaris

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona IV: Microcuenca Cañaris				
Código	mayo-2017	marzo- 2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QCai1	1,596	5,085	0,6	3,5
SED-RCañ1	0,0744	0,871		
SED-RCañ2	0,3948	1,696		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

- Zona V: Microcuenca El Pacae

Respecto a la zona V, como se puede apreciar en la Tabla 7-12, la concentración de cadmio total en los puntos SED-QLMer1 (0,7079 y 1,066mg/kg) en mayo-2017 y 2018 respectivamente; los puntos SED-QLMer2 (1,101mg/kg), SED-QSau1 (0,794mg/kg), SED-QHig1 (0,775mg/kg), SED-QEPac1 (1,351mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (0.6 mg/kg). Ningún punto superó referencialmente el estándar de la concentración PEL (3,5 mg/kg). Los puntos SED-QChie1 (0,3157 y 0,365 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, y SED-QRMach1 (0,553 mg/kg) en marzo-2018, no superaron la concentración ISQG y PEL. Las concentraciones se encontraron entre 0,0745 y 1,351 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QEPac1 durante el 2018.

Tabla 7-12. Concentración de cadmio total en la zona V: Microcuenca El Pacae

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona V: Microcuenca El Pacae				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QRMach1	-	0,553	0,6	3,5
SED-QLMer1	0,7079	1,066		
SED-QLMer2	-	1,101		
SED-QSau1	0,0745	0,794		
SED-QHig1	0,3167	0,775		
SED-QEPac1	0,5338	1,351		
SED-QChie1	0,3157	0,365		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
- : Punto no muestreado

**- Zona VI: Microcuenca Chiraque**

En la zona VI, como se puede observar en la Tabla 7-13, la concentración de cadmio total en el punto SED-QMoy2 (1,326 mg/kg) en marzo-2018, superó referencialmente el valor ISQG (0,6 mg/kg), mientras que los puntos SED-QMoy1 (0,146 mg/kg) y SED-QMoy2 (0,5534 mg/kg) en mayo-2017, no superaron la concentración ISQG (0,6 mg/kg) y PEL (3,5 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 0,146 y 1,326 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QMoy2 en marzo-2018.

Tabla 7-13. Concentración de cadmio total en la zona VI: Microcuenca Chiraque

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona VI: Microcuenca Chiraque				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QMoy1	0,146	-	0,6	3,5
SED-QMoy2	0,5534	1,326	0,6	3,5

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

- Zona VII: Microcuenca Shingomate

Respecto a la zona VII, como se puede apreciar en la Tabla 7-14, La concentración de cadmio total en los puntos SED-QShi1 (18,62 y 4,594 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, SED-QShi1a (6,529 mg/kg), SED-QShi1b (14,73 mg/kg), SED-QShi1c (8,884 mg/kg), SED-QCab1 (0,374 mg/kg) y SED-QShi2 (10,39 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (3,5mg/kg). Los puntos SED-QShi2 (0,2587 mg/kg) en mayo-2017, SED-QChi1 (0,248 mg/kg) y SED-QEGra1 (0,422 mg/kg) en marzo-2018, no superaron la concentración ISQG (0,6 mg/kg) y PEL (3,5 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 0,248 y 18,62 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QShi1 en mayo-2017.

Tabla 7-14. Concentración de cadmio total en la zona VII: Microcuenca Shingomate

Concentración de cadmio total (Cd) – mg/kg MS				
Zona VII: Microcuenca Shingomate				
Código	mayo- 2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QShi1a	-	6,529	0,6	3,5
SED-QChi1	-	0,248		
SED-QShi1b	-	14,73		
SED-QEGra1	-	0,422		
SED-QShi1c	-	8,884		
SED-QCab1	-	0,374		
SED-QShi1	18,62	4,694		
SED-QShi2	0,2587	10,39		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

c. Cobre total

En la Figura 7-34, se presentan las concentraciones de cobre total en las siete zonas evaluadas de mayo-2017 y marzo-2018.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

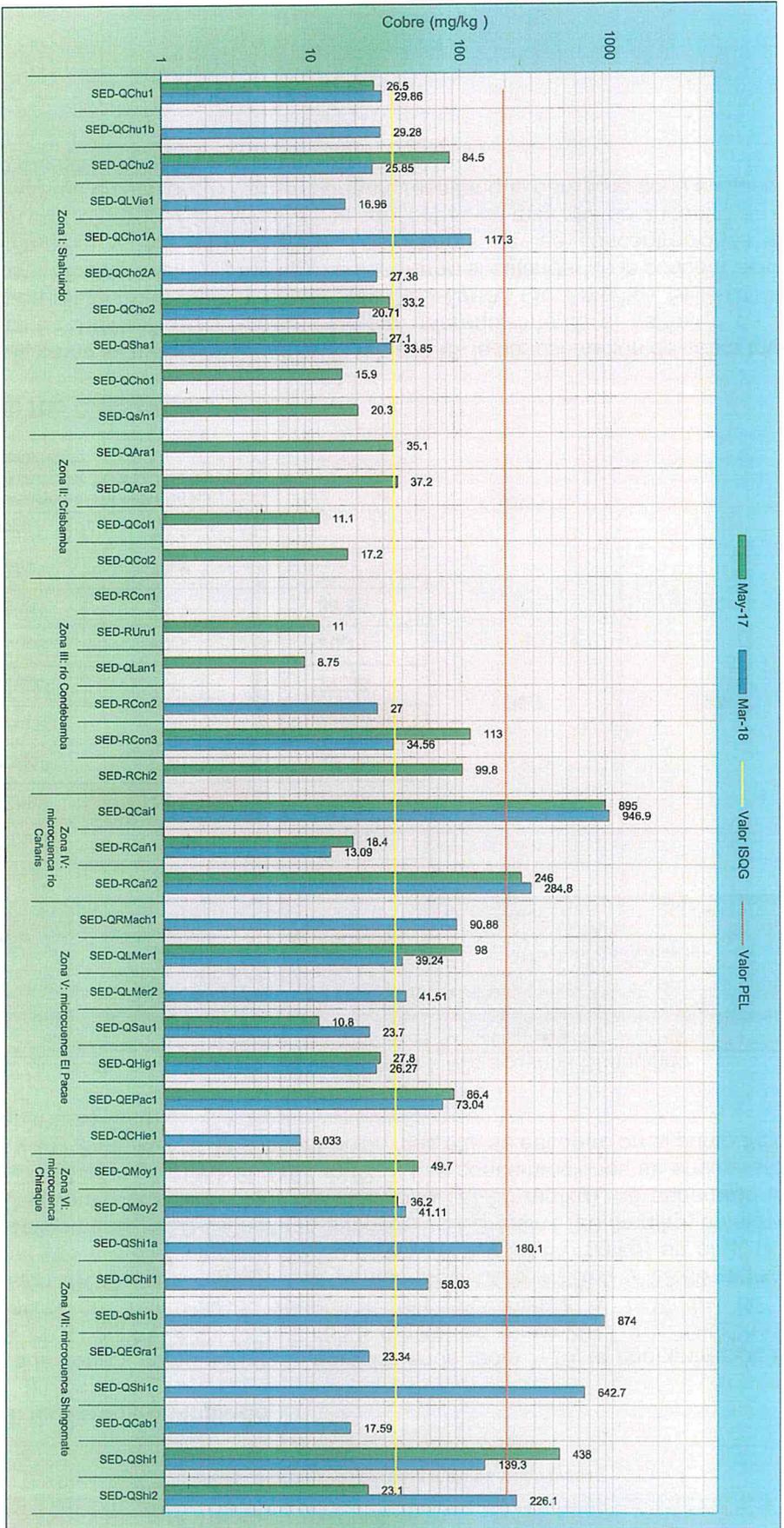


Figura 7-34. Concentraciones de cobre comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas



- Zona I: Quebrada Shahuindo

Respecto a la zona I, como se puede apreciar en la tabla 7-15, la concentración de cobre total en el punto SED- QChu2 (84,5 mg/kg) en mayo-2017 y SED-QCho1A (117,3 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (35,7 mg/kg). Los puntos SED-QChu1 (26,5 y 29,86 mg/kg), SED-QCho2 (33,2 y 20,71 mg/kg), SED-QSha1 (27,1 y 33,85 mg/kg) en el 2017 y 2018 respectivamente, SED-QCho1 (15,9 mg/kg) y SED-Qs/n1 (20,3mg/kg) en mayo-2017, SED-QChu1b (29,28 mg/kg), SED-QCho2A (27,38 mg/kg), no superaron los valores ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 15,9 y 117,3 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QCho1A en marzo-2018.

Tabla 7-15. Concentración de cobre total en la zona I: Microcuenca Shahuindo

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona I: Microcuenca Shahuindo				
Código	mayo- 2017	marzo- 2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QChu1	26,5	29,86	35,7	197
SED-QChu1b	-	29,28		
SED-QChu2	84,5	25,85		
SED-QLVie1	-	16,96		
SED-QCho1A	-	117,3		
SED-QCho2A	-	27,38		
SED-QCho2	33,2	20,71		
SED-QSha1	27,1	33,85		
SED-QCho1	15,9	-		
SED-Qs/n1	20,3	-		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

- Zona II: Río Crisbamba

En la zona II, como se puede observar en la tabla 7-16, la concentración de cobre total en el punto SED-QAra2 (37,2 mg/kg), superó referencialmente el estándar de la concentración ISQG (35,7 mg/kg). Los puntos SED-QAra1 (35,1 mg/kg), SED-QCol1 (11,1 mg/kg) y SED-QCol2 (17,2 mg/kg), no superaron el estándar de la concentración ISQG (35,7mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Los valores de las concentraciones se encontraron entre 11,1 y 37,2 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QAra2 en mayo-2017. Es importante resaltar que para esta zona evaluada no se sacó muestra de sedimento en marzo-2018.



Handwritten blue ink marks, including an arrow pointing up and various initials.

**Tabla 7-16. Concentración de cobre total en la zona II: Microcuenca Crisbamba**

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona II: Microcuenca Crisbamba				
Código	mayo- 2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QAra1	35,1	-	35,7	197
SED-QAra2	37,2	-		
SED-QCol1	11,1	-		
SED-QCol2	17,2	-		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona III: Subcuenca Condebamba

Respecto a la zona III, como se puede apreciar en la Tabla 7-17, las concentraciones de cobre total en los puntos SED-RCon3 (113 mg/kg) y SED- RChi2 (99,8 mg/kg) durante el 2017, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (35,7mg/kg). Los puntos SED-RCon1 (18,6 mg/kg), SED-Uru1 (11 mg/kg), SED-QLan1 (8,75mg/kg) en mayo-2017 y SED-RCon2 (0,27 mg/kg) en marzo-2018, no superaron los valores ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 8,75 y 113 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-RCon3 (río Condebamba, aguas arriba de la confluencia con el río Chimín) en mayo-2017.

Tabla 7-17. Concentración de cobre total en la zona III: Subcuenca Condebamba

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona III: Subcuenca Condebamba				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-RCon1	18.6	-	35,7	197
SED-RUru1	11	-		
SED-QLan1	8,75	-		
SED-RCon2	-	27		
SED-RCon3	113	34,56		
SED-RChi2	99,8	-		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL

-: Punto no muestreado

- Zona IV: Río Cañaris

En la zona IV, como se puede observar en la Tabla 7-18, la concentración de cobre total en el punto SED-RCai1 (895 y 946,9 mg/kg), SED-RCañ2 (246 y 284,8 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración PEL (197 mg/kg). El punto SED-RCañ1 (18,4 y 13,09 mg/kg) no superó el estándar de concentración ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las



concentraciones se encontraron entre 13,09 y 946,9 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QCai1 en marzo-2018.

Tabla 7-18. Concentración de cobre total en la zona IV: Microcuenca Cañarís

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona IV: Microcuenca Cañarís				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QCai1	895	946,9	35,7	197
SED-RCañ1	18,4	13,09		
SED-RCañ2	246	284,8		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

:- Punto no muestreado

- Zona V: Microcuenca El Pacae

Respecto a la zona V, como se puede apreciar en la Tabla 7-19, la concentración de cobre total en los puntos SED-QLMer1 (98 y 39,24 mg/kg) y SED-QEPac1 (86,4 y 73,04 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (35,7 mg/kg). Ningún punto superó el estándar de la concentración PEL (197 mg/kg). Los puntos SED-QSau1 (10,8 y 23,7 mg/kg), SED-QHig1 (27,8 y 26,27 mg/kg) y SED-QChie1 (0,3157 y 8,033 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente; y SED-QRMach1 (0,553 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018, no superaron la concentración ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 0,3157 y 98 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QLMer1 en mayo-2017.

Tabla 7-19. Concentración de cobre total en la zona V: Microcuenca El Pacae

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona V: Microcuenca El Pacae				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QRMach1	-	90,88	35,7	197
SED-QLMer1	98	39,24		
SED-QLMer2	-	41,51		
SED-QSau1	10,8	23,7		
SED-QHig1	27,8	26,27		
SED-QEPac1	86,4	73,04		
SED-QChie1	0,3157	8,033		

Excedió sólo el valor ISQG

Excedió los valores ISQG y PEL

:- Punto no muestreado

- Zona VI: Microcuenca Chiraque

En la zona VI, como se puede observar en la Tabla 7-20, la concentración de cobre total en los puntos SED-QMoy1 (49,7 mg/kg) en mayo-2017 y SED-QMoy2 (36,2 y



41,11 mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, no superaron la concentración ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 36,2 y 49,7 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QMoy2 en mayo-2017.

Tabla 7-20. Concentración de cobre total en la zona VI: Microcuenca Chiraque

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona VI: Microcuenca Chiraque				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QMoy1	49,7	-	35,7	197
SED-QMoy2	36,2	41,11		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

- Zona VII: Microcuenca Shingomate

Respecto a la zona VII, como se puede apreciar en la Tabla 7-21, la concentración de cobre total en los puntos SED-QShi1a (180,1 mg/kg) y SED-QChil1 (58,03 mg/kg) en marzo-2018, superaron referencialmente el estándar de la concentración ISQG (35,7 mg/kg). La concentración de cobre total en los puntos SED-QShi1b (874 mg/kg), SED-QShi1c (642,7 mg/kg), SED-QShi2 (226,1 mg/kg) en marzo-2018 y SED-QShi1 (438 y 139,3mg/kg) en mayo-2017 y marzo-2018 respectivamente, superaron el estándar de la concentración PEL (197 mg/kg). Los puntos SED- QEGra1 (23,34 mg/kg) y SED-QCab1 (17,59 mg/kg) en marzo-2018, no superaron la concentración ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197 mg/kg). Las concentraciones se encontraron entre 17,59 y 874 mg/kg MS, la concentración más alta se encontró en el punto SED-QShi1b en marzo-2018.

Tabla 7-21. Concentración de cobre total en la zona VII: Microcuenca Shingomate

Concentración de cobre total (Cu) – mg/kg MS				
Zona VII: Microcuenca Shingomate				
Código	mayo-2017	marzo-2018	Norma Canadiense	
			ISQG	PEL
SED-QShi1a	-	180,1	35,7	197
SED-QChil1	-	58,03		
SED-Qshi1b	-	874		
SED-QEGra1	-	23,34		
SED-QShi1c	-	642,7		
SED-QCab1	-	17,59		
SED-QShi1	438	139,3		
SED-QShi2	23,1	226,1		

Excedió sólo el valor ISQG
Excedió los valores ISQG y PEL
-: Punto no muestreado

d. Mercurio total

En la Figura 7-35, se presentan las concentraciones de mercurio total en las siete zonas evaluadas en mayo-2017 y marzo-2018.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

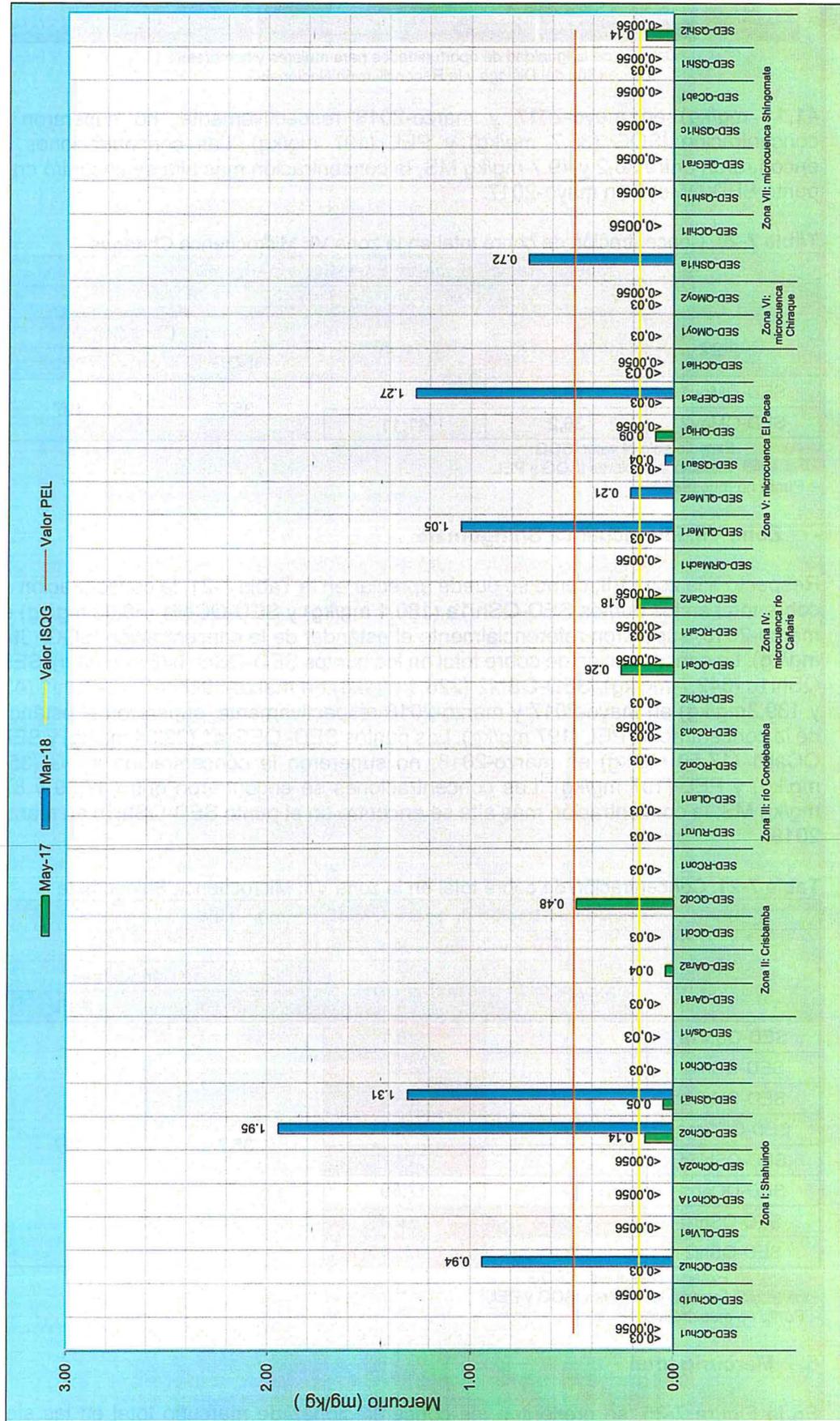


Figura 7-35. Concentraciones de mercurio total comparadas referencialmente con el CEQG (2014) en las zonas evaluadas



Handwritten signatures in blue ink.