2019-I01-013369

INFORME N° 00202-2019-OEFA/DEAM-STEC

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía

ASUNTO : Vigilancia ambiental en el área de influencia de la unidad minera Arasi, de Aruntani S.A.C., ubicada en el departamento de Puno – época de transición de la época de avenida a estiaje.

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0005-6-2019-401

CUE : 2019-02-0006

REFERENCIA : Planefa 2019

FECHA : Lima, 11 de setiembre de 2019

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la Unidad Minera Arasi (en adelante, UM Arasi) de Aruntani S.A.C. son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Información general respecto a la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito de Ocuviri, provincia de Lampa, departamento de Puno
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Área de influencia de la unidad minera Arasi de Aruntani S.A.C., en las microcuencas Luchusani, Azufrini y Chacapalca
c.	Problemática identificada	Afectación de los cuerpos de agua por influencia de las actividades realizadas por la unidad minera Arasi
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019 / POI 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 04 al 14 de junio de 2019

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walter Fajardo Vargas	Ing. Químico	Gabinete
2	Luis Ángel Ancco Pichuilla	Ing. Químico	Gabinete
3	Lisveth Madeleine Valenzuela Mendoza	Bióloga	Campo y gabinete
4	Santos Demetrio Ramos Canales	Ing. Ambiental	Campo y gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la UM Arasi se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros evaluados

Matriz evaluada	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos
Agua superficial	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, cianuro libre*, cianuro wad* y cianuro total*	17
Agua subterránea	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, metales disueltos y sólidos suspendidos totales	1
Agua residual industrial	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, cianuro libre*, cianuro wad* y cianuro total*	3
Efluentes mineros	T, pH, CE, OD, metales totales, sulfatos, metales disueltos y sólidos suspendidos totales	2

(*) Parámetro evaluado solo en los puntos cercanos al PAD de lixiviación Jessica

3. OBJETIVO

Evaluar la calidad ambiental del agua en el área de influencia de la Unidad Minera Arasi en la época de transición de la época de avenida a estiaje (en adelante, época de transición).

4. METODOLOGÍA

En esta sección se proporciona la información de la metodología aplicada en la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Arasi.

4.1 Protocolos de monitoreo

Los protocolos de monitoreo nacionales e internacionales; así como, las guías que se utilizaron para la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Arasi se describen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Protocolos de monitoreo utilizados para el monitoreo de agua

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Agua superficial	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	6.14 Medición de los parámetros de campo (pp. 24–25) 6.15 Procedimiento para la toma de muestras (pp. 25–28) 6.16 Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras (pp. 28–30) 6.17 Aseguramiento de la calidad del monitoreo (pp. 30–31)	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	R.J. N.°010-2016-ANA	2016
Agua subterránea	*National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data*	A.1 *Preparations for water sampling*	EE. UU.	*U.S. Geological Survey* (USGS)	----	2015
Agua residual industrial y	Protocolo de monitoreo de calidad	Sección 2.0. Estaciones de muestreo	Perú	Dirección General de Asuntos	R.D. N.° 004-94-EM/DGAA	1994

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
efluentes mineros	de agua sub sector – minería			Ambientales Mineros (DGAAM) del MINEM		
Medición de caudal: agua superficial	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	Sección 6.12	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	R.J. N.º 010-2016-ANA	2016
	Manual de hidrometría	Todo el manual	Perú	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)	----	2016

4.2 Ubicación de los puntos

La ubicación de los puntos de monitoreo ambiental de agua se presenta en la Tabla 4.2, de los que se evaluaron 23 puntos de agua de los 25 evaluados en la época de avenida, debido a que el punto EW-1 se encontró sin flujo y el punto E-41 estuvo inaccesible.

Tabla 4.2. Puntos de monitoreo de la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Arasi

N.º	Cuerpo de agua o cuerpo receptor	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
1	Quebrada Luchusani	Agua superficial	E-1	306704	8312634	4812	Quebrada Luchusani (naciente) aguas arriba de un bofedal
2	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	SW-08	306416	8312724	4828	Poza N° 1 del subdrenaje del pad Jessica
3	Afloramiento subterráneo	Agua superficial	SW-09	306189	8312914	4802	Poza N° 2 del subdrenaje del pad Jessica
4	Afloramiento subterráneo	Agua residual industrial	SW-10	306046	8312623	4784	Poza N°3 del subdrenaje de la poza de mayores eventos del pad Jessica.
5	Quebrada Luchusani	Agua superficial	EE-1	305633	8312284	4757	Confluencia de la quebrada Luchusani y el agua de las pozas de subdrenaje N° 1 y N° 2
6	Quebrada Luchusani	Agua superficial	EE-3	304600	8312241	4666	Quebrada Luchusani, aguas arriba de la descarga proveniente del botadero Jessica
7	Afloramiento subterráneo	Agua residual industrial	EE-2	304571	8312235	4668	Tubería que capta las surgencias de agua provenientes de la zona donde se ubica el botadero Jessica
8	Quebrada Luchusani	Agua superficial	EE-4	304390	8312140	4663	Quebrada Luchusani, aguas abajo de la descarga proveniente del botadero Jessica
9	Quebrada Huarucani	Agua superficial	E-4	303524	8311327	4589	Quebrada Huarucani, 100 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Luchusani
10	Río Huarucani	Agua superficial	E-5	303417	8311397	4585	Río Huarucani, 200 m aguas abajo de la confluencia de las quebradas Luchusani y Huarucani
11	Río Azufrini	Agua superficial	EE-11	301412	8311672	4492	Río Azufrini, aguas arriba del vertimiento VBOT-3.
12	Quebrada sin nombre	Agua residual industrial	EW-4	301573	8312520	4601	Flujo de agua (drenaje) con dirección norte-sur,

N.º	Cuerpo de agua o cuerpo receptor	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
							proveniente de la zona intermedia entre el tajo Valle y el botadero N° 3
13	Quebrada sin nombre	Agua superficial	SW-26	301365	8311688	4487	Quebrada sin nombre, al lado del vertimiento VBOT-3
14	Río Pataqueña	Agua superficial	E-11	300952	8310155	4475	Río Pataqueña, 100 m al suroeste del campamento Arasi
15	Río Azufrini	Agua superficial	E-10	300570	8311660	4450	Río Azufrini, 85 m aguas arriba de la confluencia con el río Pataqueña
16	Río Chacapalca	Agua superficial	M-1	300007	8312250	4449	Río Chacapalca, 190 m aguas arriba del vertimiento V-1
17	Río Chacapalca	Agua superficial	M-2	299956	8312452	4448	Río Chacapalca, 150 m aguas abajo del vertimiento V-1
18	Río Chacapalca	Agua superficial	EE-14	299882	8313002	4433	Río Chacapalca, ubicado en el embalse.
19	Río Chacapalca	Agua superficial	EE-15	299712	8313740	4408	Río Chacapalca, agua abajo del vertimiento PDC-A
20	Río Chacapalca	Agua superficial	E-39	299125	8315421	4381	Río Chacapalca, a 450 m de la confluencia de la Quebrada Joillone con el río Chacapalca
21	Agua subterránea (piezómetro)	Agua subterránea	PZ-1	304598	8312301	4687	Piezómetro ubicado al pie del botadero Jessica
22	Efluente minero	Efluente minero	V-J	304568	8312227	4664	Vertimiento de la zona del botadero Jessica.
23	Efluente minero	Efluente minero	V-1	299980	8312342	4450	Vertimiento de la zona del botadero Andrés

4.3 Equipos utilizados y metodologías de análisis

Los equipos utilizados en la ejecución de la vigilancia ambiental de la UM Arasi se presentan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Equipos utilizados en la vigilancia ambiental de la UM Arasi

Matriz	Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Agua superficial, agua subterránea, agua residual industrial y efluentes	pH, OD, CE y T	Equipo multiparámetro	HACH	HQ40d
Agua superficial	Caudal	Correntómetro	Global Water	FP111
Agua subterránea	Profundidad	Sonda para nivel piezométrico	Solinst	122
Agua	-	Cámara fotográfica digital	Canon	POWERSHOT D30BL
	-	Equipo de georreferenciación satelital (GPS)	Garmin	MONTANA 680

(-) No corresponde

La Tabla 4.4 presenta los parámetros definidos para la vigilancia, y los métodos de ensayo y técnicas empleadas en el análisis de agua por el laboratorio acreditado por Inacal.

Tabla 4.4. Parámetros, métodos y técnicas empleadas en el análisis de agua

Matriz	Parámetro	Método	Técnica Empleada
Agua superficial	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	*Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente*
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		

Matriz	Parámetro	Método	Técnica Empleada
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	*Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography*
	Cianuro Libre	EPA METHOD 9016, Rev. 0, 2010	*Free Cyanide in Water, Soils and Soild Wastes by Microdiffsion*
	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN^-C, 22nd Ed. 2012	*Cyanate: Colorimetric Method*
	Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN^- I,E, 23 rd Ed. 2017	*Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide. Colorimetric Method*
Agua subterránea	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	*Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente*
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	*Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography*
	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	*Solids: Total Suspende Solids Dried at 103-105 °C*
Efluente minero	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	*Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente*
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	*Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography*
	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	*Solids: Total Suspende Solids Dried at 103-105 °C*
Agua residual industrial	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	*Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente*
	Metales disueltos por ICP-MS (incluido Hg)		
	Sulfato(s)	EPA METHOD 30.1 Rev. 1, 1997 (validado). 2015	*Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography*
	Cianuro Libre	EPA METHOD 9016, Rev. 0, 2010	*Free Cyanide in Water, Soils and Soild Wastes by Microdiffsion*
	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN^-C, 22nd Ed. 2012	*Cyanate: Colorimetric Method*
	Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN^- I,E, 23 rd Ed. 2017	*Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide. Colorimetric Method*

Fuente: Informe de Ensayo N.° 38136/2019 ALS Perú S.A.C., Informe de Ensayo SAA-19/00417 AGQ Perú S.A.C.

4.4 Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos, tanto en campo como los analíticos de laboratorio, pasaron por filtros de calidad que aseguraron la inexistencia de datos erróneos; de esta manera, fueron incorporados a un sistema de control de datos. Luego, fueron digitalizados y ordenados en una base de datos (hojas de cálculo), para posteriormente graficarlos en barras y/o líneas, según los criterios de evaluación presentados.

4.5 Criterios de evaluación

Los cuerpos de agua superficiales se clasificaron dentro de la categoría 3 de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (en adelante, ECA para Agua) establecido en el Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Categoría y normativa de comparación empleada para evaluar la calidad de agua

Cuerpo de agua	Categoría de comparación	Normativa de comparación
Quebrada Luchusani	Categoría 3	Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM
Quebrada Huarucani		
Río Huarucani		
Río Azufrini		
Quebrada sin nombre		
Río Pataqueña		
Río Chacapalca		
Afloramiento subterráneo	Categoría 3 (referencialmente)	Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM
Agua subterránea (piezómetro)		

Asimismo, los resultados obtenidos de los puntos de muestreo de agua subterránea (piezómetro) y afloramientos subterráneos fueron comparados de forma referencial con la normativa mencionada, cuyos valores se presentan en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Estándares de comparación para agua superficial de la categoría 3

Parámetro	Unidad	ECA para agua D.S. N.° 015-2015-MINAM Categoría 3	
		D1: Riego de cultivo de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales
FISICO-QUÍMICOS			
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Temperatura	ºC	Δ3	Δ3
Oxígeno disuelto	mg/L	≥4	≥5
Conductividad	µS/cm	2500	5000
Bicarbonatos	mg/L	518	---
Cloruros	mg/L	500	---
Cianuro wad	mg/L	0,1	0,1
Sulfatos	mg/L	1000	1000
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	---
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo total	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	5	---
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	--	250
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,05
Zinc	mg/L	2	24

--: Valores no contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Respecto a los efluentes mineros registrados, fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles aprobado mediante D. S. N.° 010-2010-MINAM (Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Límites Máximos Permisibles para efluente mineros

Parámetro	Unidad	LMP para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero Metalúrgicas Decreto Supremo N.º 010 -2010-MINAM
		Límite en cualquier momento
FISICO-QUÍMICOS		
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6 – 9
Sólidos totales en suspensión	mg/L	50
Cianuro total	mg/L	1
INORGÁNICOS		
Arsénico (As)	mg/L	0,1
Cadmio (Cd)	mg/L	0,05
Cobre (Cu)	mg/L	0,5
Hierro disuelto (Fe)	mg/L	2
Plomo (Pb)	mg/L	0,2
Mercurio (Hg)	mg/L	0,002
Zinc (Zn)	mg/L	1,5

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la finalidad de mejorar la interpretación y el análisis de los resultados de agua, el estudio se dividió en 2 zonas correspondientes a las microcuencas Huarucani y Chacapalca, las cuales se detallan a continuación:

- Zona 1 - Microcuenca Huarucani: conformada por las quebradas Luchusani (E-1, EE-1, EE-3 y EE-4) y Huarucani (E-4), el río Huarucani (E-5), agua subterránea (piezómetro PZ-1), afloramientos subterráneos (SW-08, SW-09, SW-10 y EE-2) y el efluente minero V-J. Asimismo, en esta zona se encuentran el PAD de lixiviación y botadero Jessica.

- Zona 2 - Microcuenca Chacapalca: conformada por las quebradas sin nombre (EW-4, EW-1 y SW-26), los ríos Azufrini (EE-11 y E-10), Pataqueña (E-11) y Chacapalca (M-1, M-2, E-41, EE-14, EE-15 y E-39), y el efluente minero V-1. En esta zona se encuentran los botaderos N.° 1 y 3.

Los resultados de los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental, realizada en la época de transición (2019), se muestran en el Anexo 8. A continuación, se presentan solamente los resultados de los parámetros que superaron los ECA para agua 2015, categoría 3 (D.S. N.° 015-2015-MINAM) para los cuerpos de agua superficial; siendo referencial la comparación para los afloramientos subterráneos y agua subterránea (piezómetro). Los efluentes mineros metalúrgicos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (Decreto Supremo N.° 010-2010-MINAM).

5.1. Zona 1 – Microcuenca Huarucani

5.1.1. Calidad de agua

PAD Jessica

Las concentraciones de aluminio y manganeso se incrementaron aguas abajo (EE-1) de los afloramientos captados provenientes del PAD Jessica (SW-08, SW-09 y SW-10) hasta incumplir con los ECA para agua 2015, categoría 3, en comparación con el punto E-1, ubicado aguas arriba; a diferencia del pH que disminuyó de 5,27 a 4,41 unidades. Asimismo, la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos, arsénico, cianuro wad, cobalto, cobre, hierro, níquel y selenio se incrementaron, pero no excedieron el estándar mencionado (Figuras 5.1, 5.2 y 5.3), similar comportamiento se observa en bario, boro, cadmio, litio, magnesio, plomo y zinc (Anexo 8).

Además, no se descarta posibles filtraciones de aguas ácidas en este tramo porque los afloramientos evaluados presentaron pH ácido y concentraciones de aluminio, manganeso (SW-08, SW-09 y SW-10); cobalto, cobre y hierro (SW-08, SW-10); cianuro wad, níquel y selenio (SW-10) que excedieron referencialmente los ECA para agua 2015, categoría 3, (Figuras 5.1, 5.2 y 5.3) y a la fecha de la evaluación se encontraron colectadas en pozas impermeabilizadas con geomembrana; sin embargo, se observó un flujo de agua en dirección a la quebrada Luchusani proveniente de la parte baja de la poza que capta el afloramiento SW-10 (Figura 5.5B).

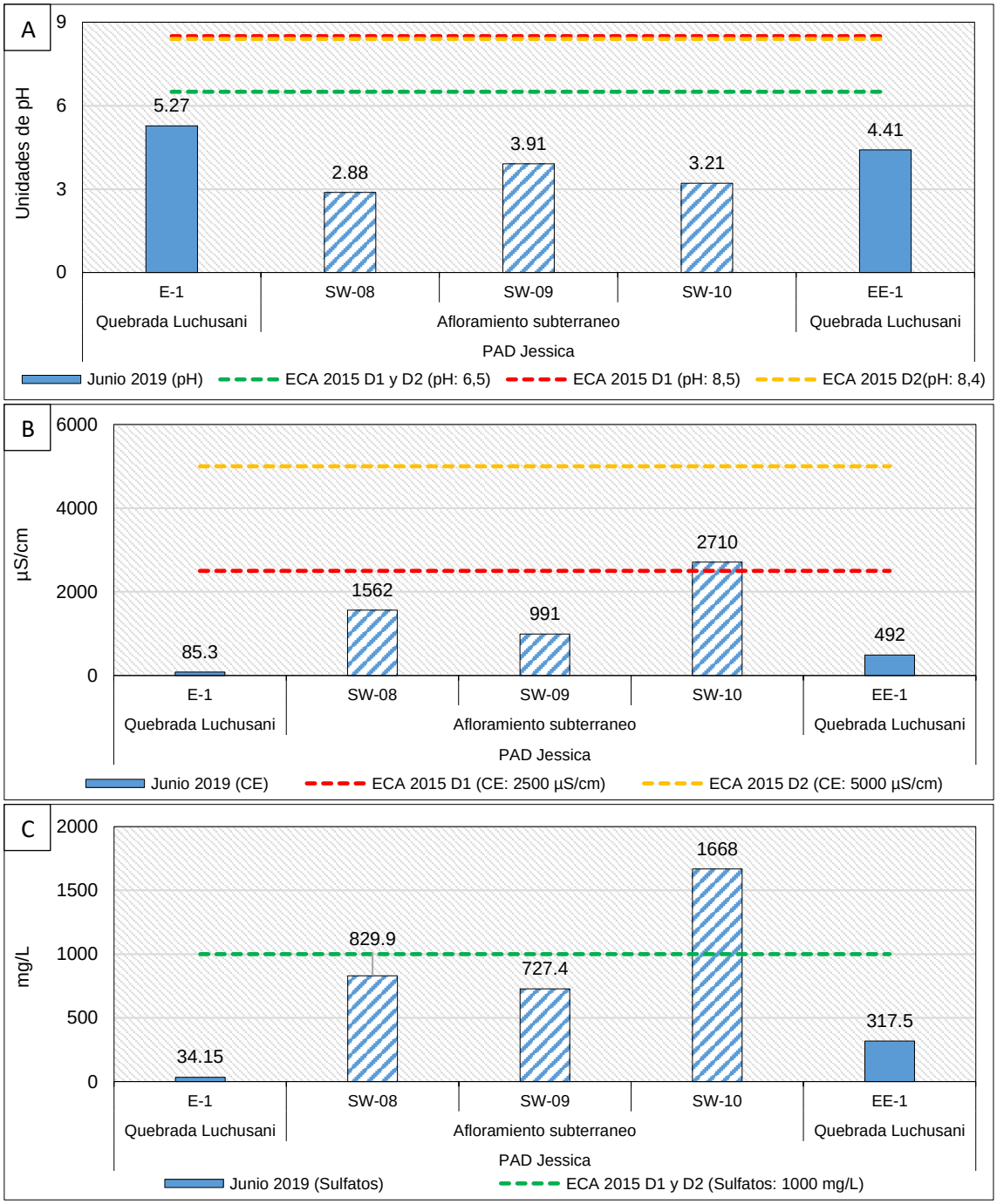

Figura 5.1. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en la quebrada Luchusani y afloramientos

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los afloramientos

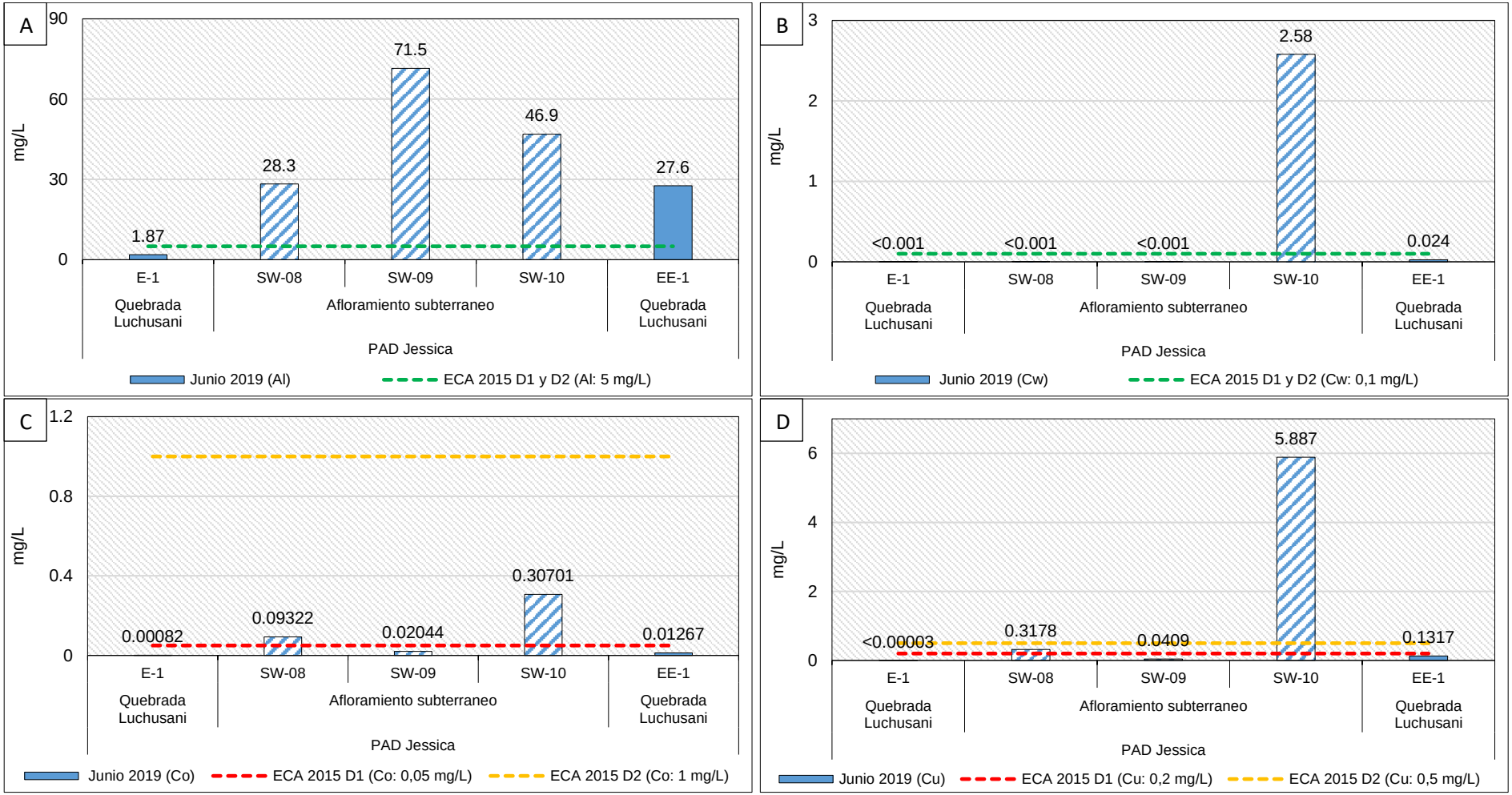

Figura 5.2. Concentración de aluminio (A), cianuro wad (B), cobalto (C) y cobre (D) en la quebrada Luchusani y afloramientos
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los afloramientos y Cw: cianuro wad

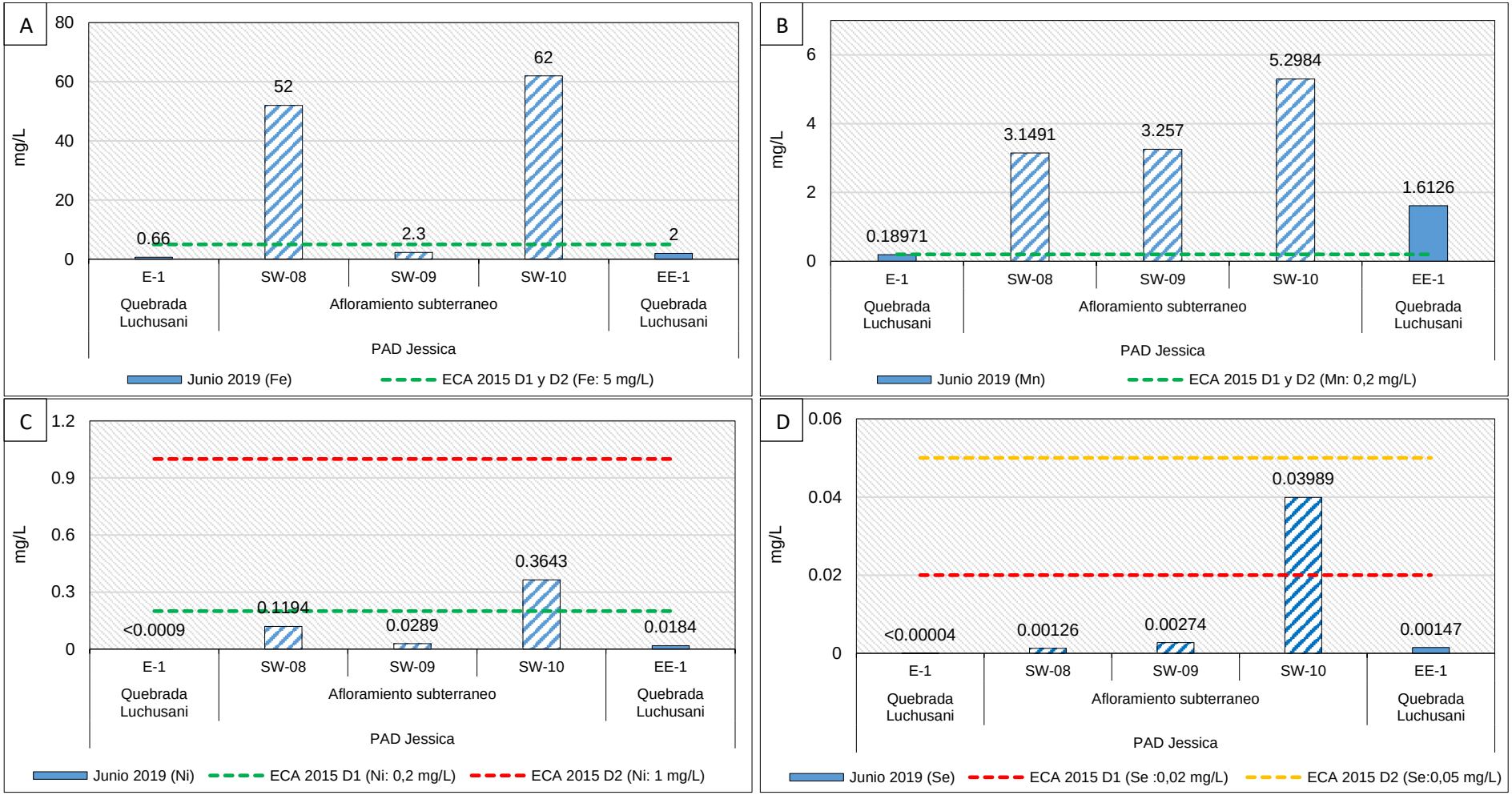

Figura 5.3. Concentración de hierro (A), manganeso (B), níquel (C) y selenio (D) en la quebrada Luchusani y afloramientos
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los afloramientos

En la Figura 5.4, se observa que el punto E-1 ubicado aguas arriba de los afloramientos captados (SW-08, SW-09 y SW-10) no superó los ECA para agua 2015, categoría 3, en las evaluaciones realizadas por el OEFA en 2017 y 2019, a excepción del pH en junio (2019); sin embargo, los afloramientos mencionados y el punto ubicado aguas abajo de ellos en la quebrada Luchusani (EE-1) si superaron la normativa mencionada para metales como aluminio y manganeso en los meses evaluados.

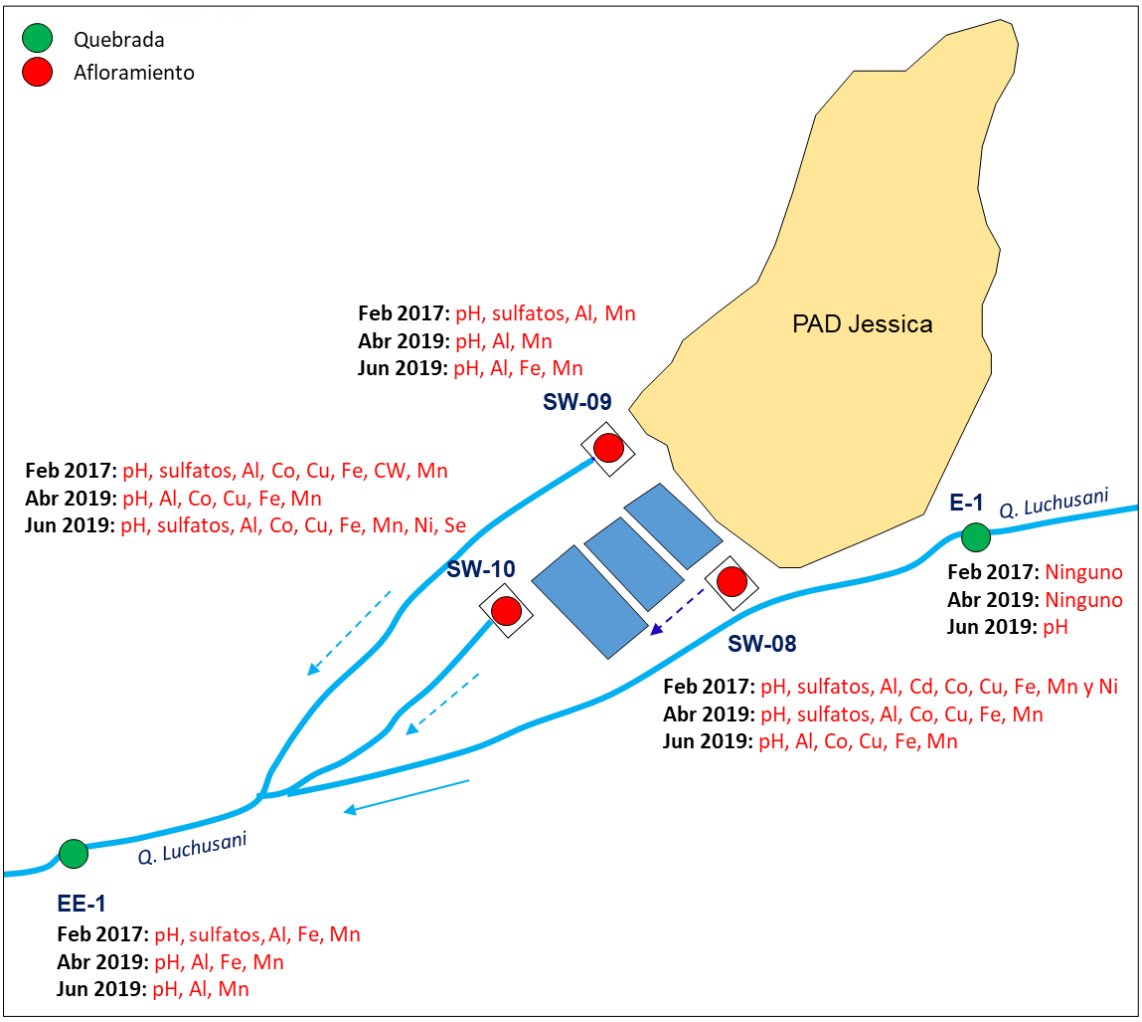

Figura 5.4. Parámetros que superaron los ECA para agua 2015, categoría 3, en la quebrada Luchusani y afloramientos

En junio, la quebrada Luchusani (E-1) se caracterizó por ser ligeramente ácida (5,27 unidades); sin embargo, aguas abajo de los afloramientos captados (SW-08, SW-09 y SW-10) se registraron características aún más ácidas (4,41 unidades) en esta quebrada (EE-1). Tanto en junio (2019) como en abril (2019) y febrero (2017), los sulfatos y la conductividad eléctrica se incrementaron aguas abajo de los afloramientos mencionados (Figura 5.5A), los que se encontraron colectados en pozas impermeabilizadas con geomembrana; sin embargo, no se descarta la posible filtración del afloramiento SW-10, debido a que en la parte baja de esta poza se observó un flujo de agua en dirección a la quebrada Luchusani (Figura 5.5B).

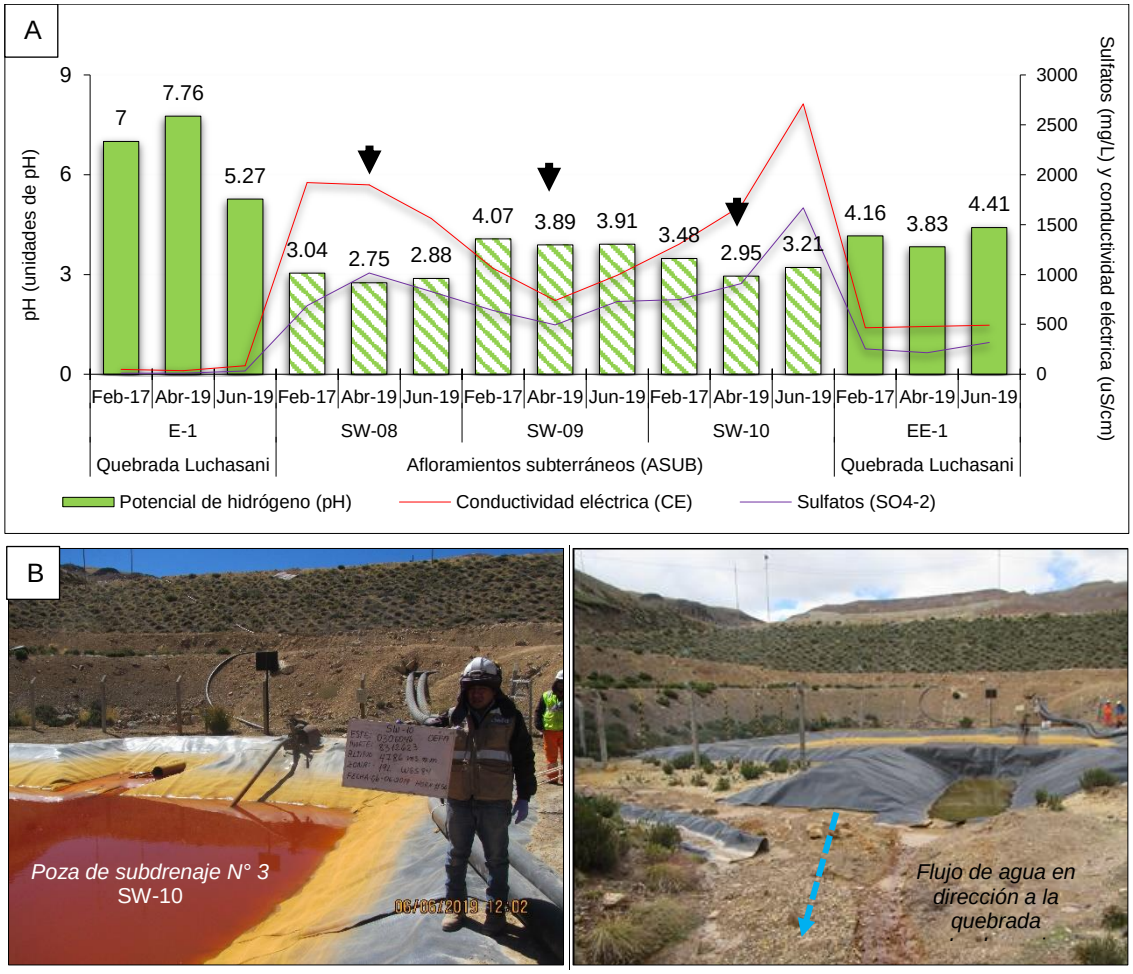

Figura 5.5. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en la quebrada Luchusani y afloramientos captados (A), Coloración rojiza de los afloramientos captados en la poza de subdrenaje N° 3 y (B) flujo de agua proveniente de los afloramientos no captados en dirección a la quebrada Luchusani

Las concentraciones de aluminio, cobalto, cobre, hierro, níquel y manganeso, fueron mayores en el punto aguas abajo de los afloramientos captados SW-08, SW-09 y SW-10 (EE-1) en comparación al punto aguas arriba (E-1) en las evaluaciones realizadas por el OEFA en el 2017 y 2019. Asimismo, en el punto EE-1 se observa el incremento del aluminio, cianuro y manganeso en junio (2019) en comparación con lo registrado en abril (2019) y febrero (2017), a excepción del hierro que disminuyó (Figura 5.6 y Anexo 8).

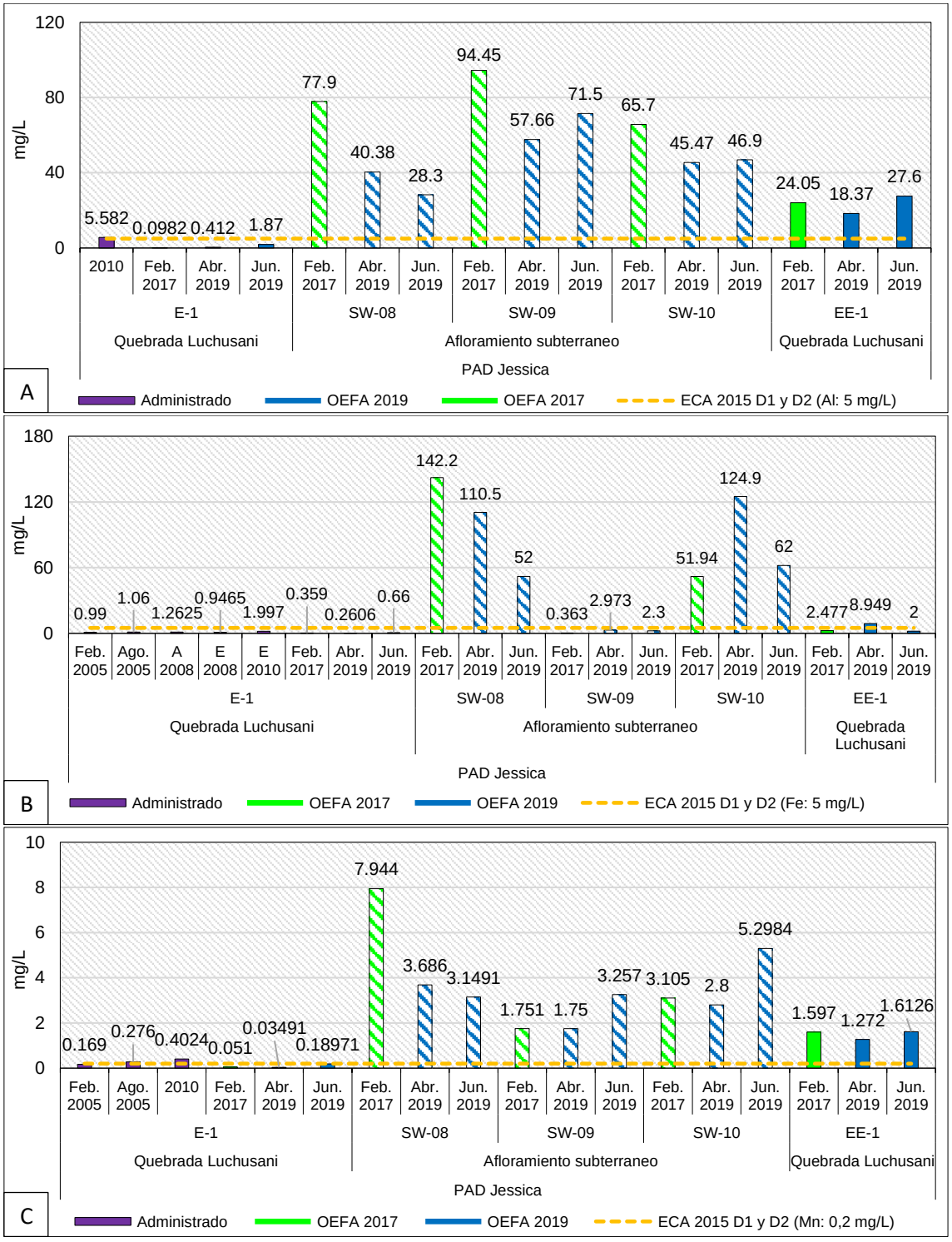

Figura 5.6. Comparación del aluminio (A), hierro (B) y manganeso (C) en la quebrada Luchusani y en los afloramientos captados (2019) con lo reportado en la data histórica (2005, 2010 y 2017)
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

Botadero Jessica

En la quebrada Luchusani (EE-4), el pH disminuyó ligeramente de 3,58 a 3,17 unidades aguas abajo de la poza de captación del afloramientos EE-2 y del agua subterránea (PZ-1), y del efluente minero proveniente del botadero Jessica (V-J) en comparación con el punto EE-3, ubicado aguas arriba, mientras que las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro y níquel se incrementaron a excepción del manganeso que disminuyó ligeramente; sin embargo, todos los parámetros mencionados incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en los puntos evaluados aguas arriba y aguas abajo a excepción del níquel que solamente incumplió aguas abajo (Figuras 5.7, 5.8 y 5.9). Asimismo, la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos (Figura 5.7B y C), arsénico (Figura 5.8B), bario, boro, cromo, litio, magnesio, plomo y zinc se incrementaron, a excepción del selenio que disminuyó, pero no excedieron el estándar mencionado (Anexo 8).

El agua subterránea en el piezómetro (PZ-1) y el afloramiento (EE-2) presentaron pH ácido y concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel que incumplieron referencialmente los ECA para agua 2015 (categoría 3) y solo el arsénico incumplió en el PZ-1 (Figuras 5.7, 5.8 y 5.9). Además, no se descarta posibles filtraciones de aguas ácidas en este tramo, debido a que parte de los afloramientos no son captados en pozas impermeabilizadas con geomembrana y se infiltraban en el suelo (Figuras 5.10). Asimismo, todos los parámetros evaluados en el efluente V-J cumplieron con los LMP para efluentes minero metalúrgicos (2010).

En el río Huarucani (E-5), el valor de pH y la concentración de bario se incrementaron en comparación con el punto EE-4 (Anexo 8), ubicado aguas arriba del aporte de la quebrada Huarucani (E-4); mientras que la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos (Figura 5.7C), aluminio, arsénico cadmio, cobalto (Figura 5.8), cobre, hierro, manganeso, níquel (Figura 5.9), cromo, boro, litio, magnesio, plomo, selenio y zinc (Anexo 8) disminuyeron; sin embargo, solamente el pH, aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro y manganeso excedieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en ambos puntos. Cabe indicar, que todos los parámetros evaluados en la quebrada Huarucani cumplieron con el estándar mencionado, a excepción del manganeso (Figura 5.9C).

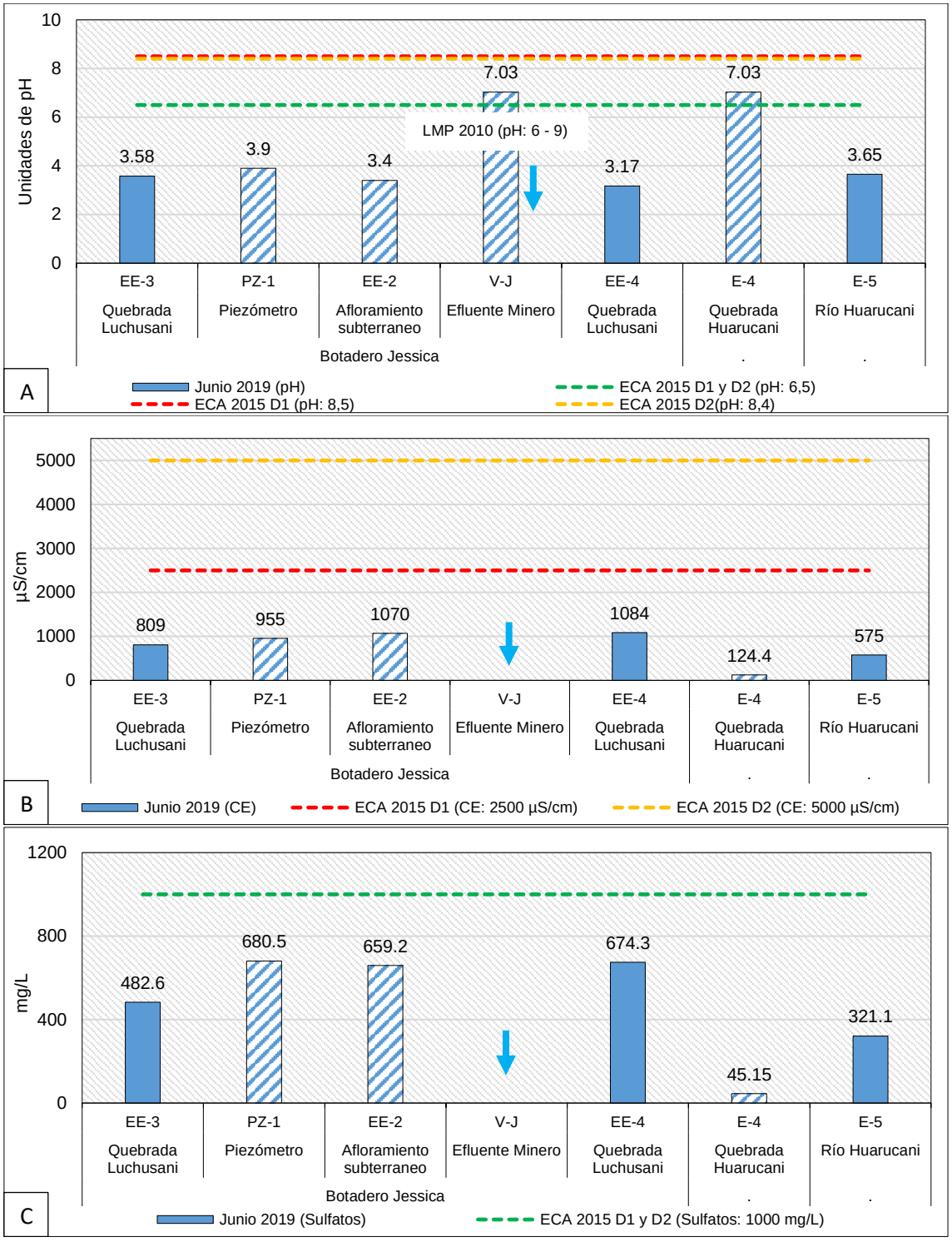

Figura 5.7. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en la quebrada Luchusani y tributarios

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los afloramientos

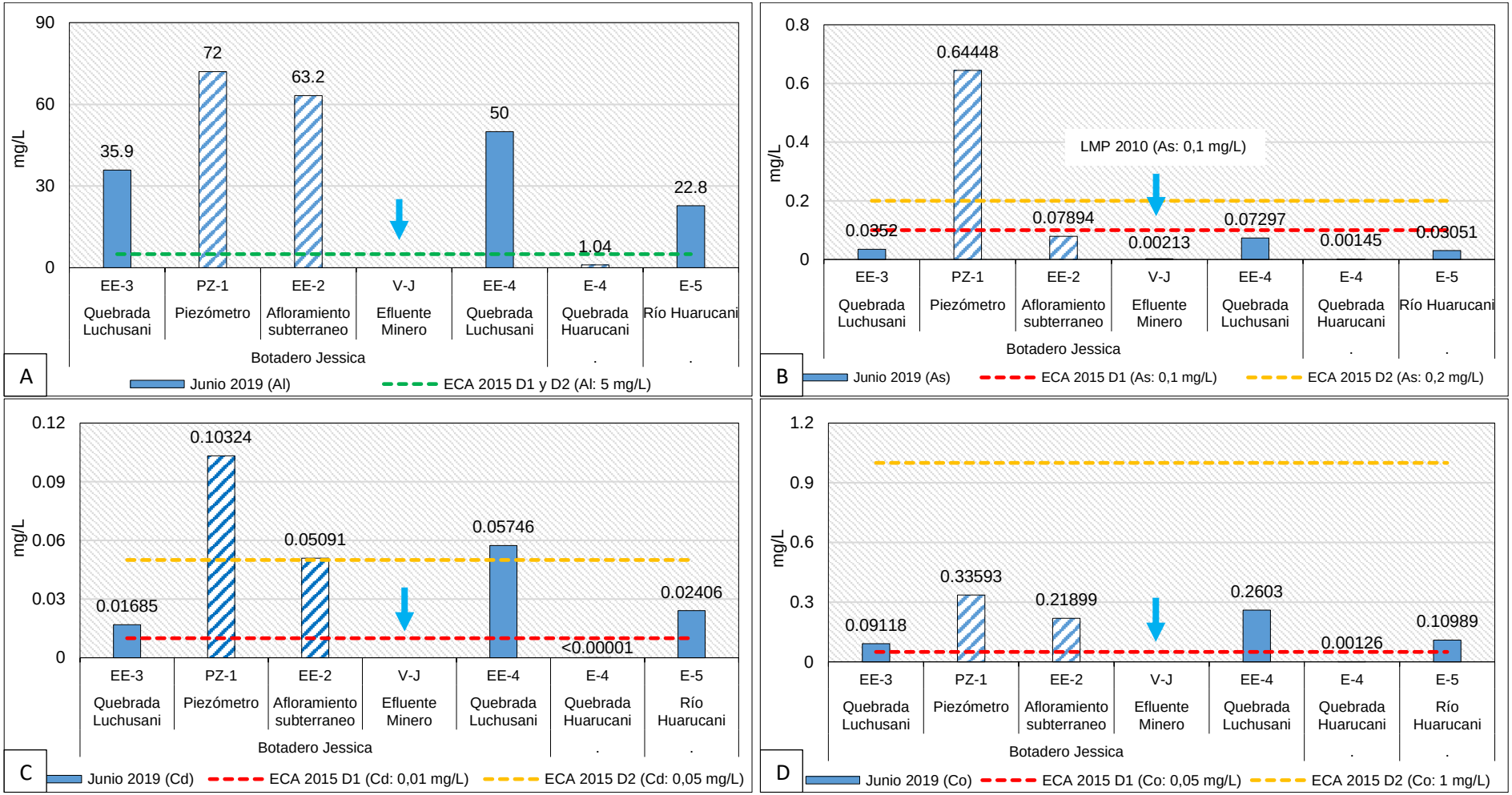

Figura 5.8. Concentración de aluminio (A), arsénico (B), cadmio (C) y cobalto (D) en la quebrada Luchusani y tributarios
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

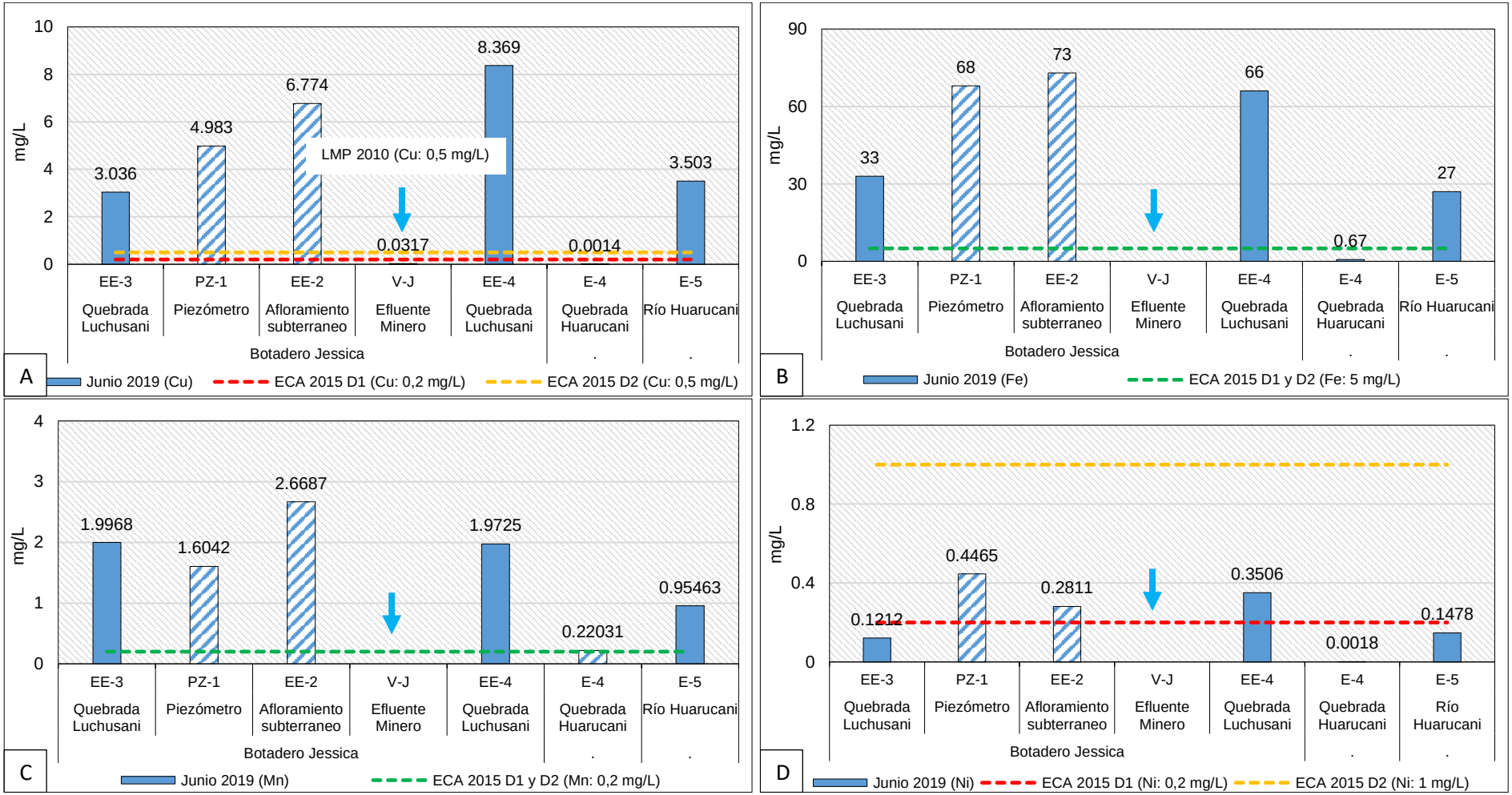

Figura 5.9. Concentración de cobre (A), hierro (B), manganeso (C) y níquel (D) en la quebrada Luchusani y tributarios
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios

En la Figura 5.10, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2015 (categoría 3) en las quebradas Luchusani y Huarucani, y en el río Huarucani; así como, los parámetros que incumplieron referencialmente la normativa mencionada en el afloramiento EE-2 y agua subterránea (PZ-1).

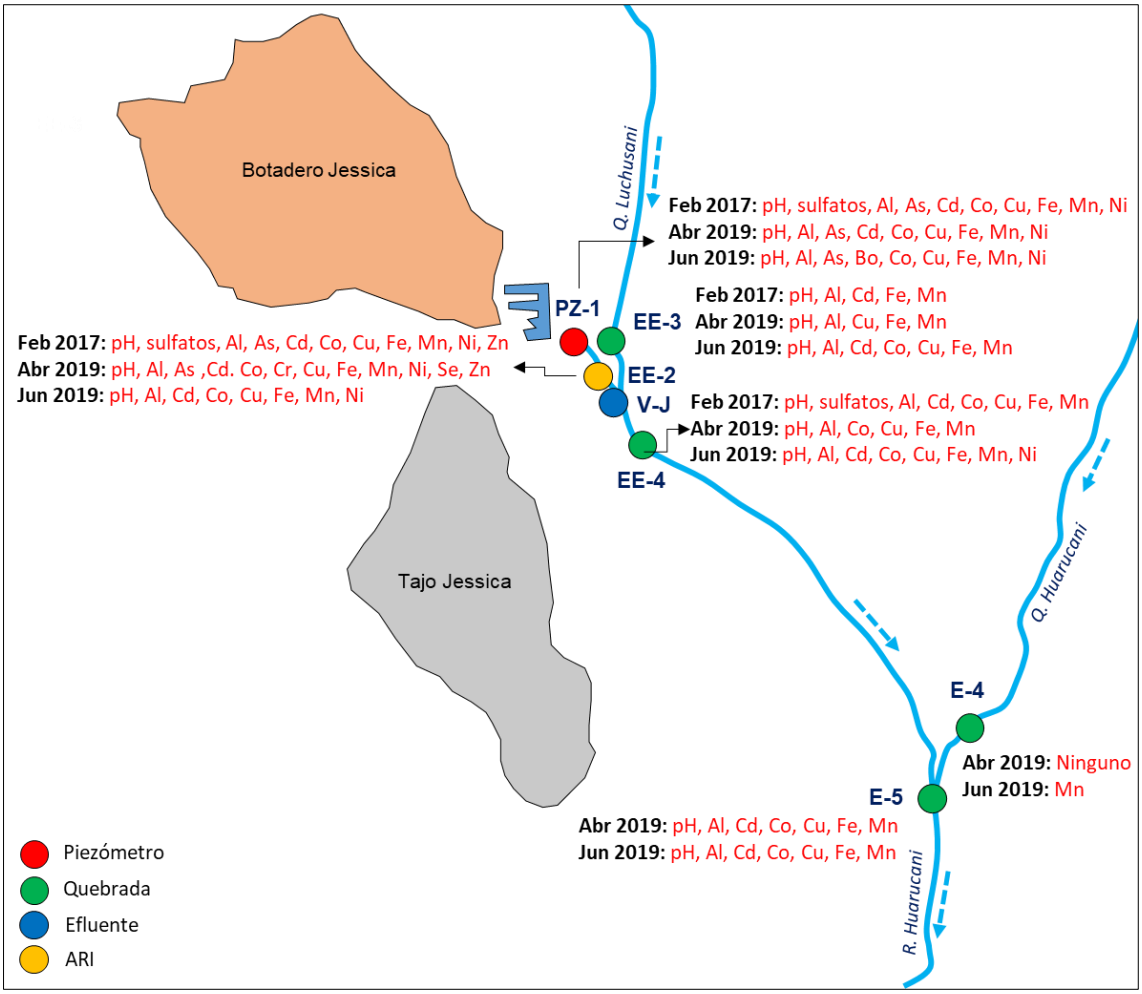

Figura 5.10. Parámetros que incumplieron los ECA para agua 2015, categoría 3, en las quebradas Luchusani, Huarucani y río Huarucani, afloramientos y agua subterránea

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica, la quebrada Luchusani (EE-3) se caracterizó por ser ácida; sin embargo, aguas abajo (EE-4) de la poza de captación, que colecta los afloramientos (EE-2) y agua subterránea (PZ-1), y del efluente minero proveniente del botadero Jessica (V-J) se registraron características aún más ácidas solo en junio (2019) y febrero (2017), mientras que la conductividad y sulfatos se incrementaron, pero luego del aporte de la quebrada Huarucani (E-4) se observa un ligero incremento del pH y disminución de sulfatos y conductividad eléctrica en los meses evaluados (Figura 5.11A).

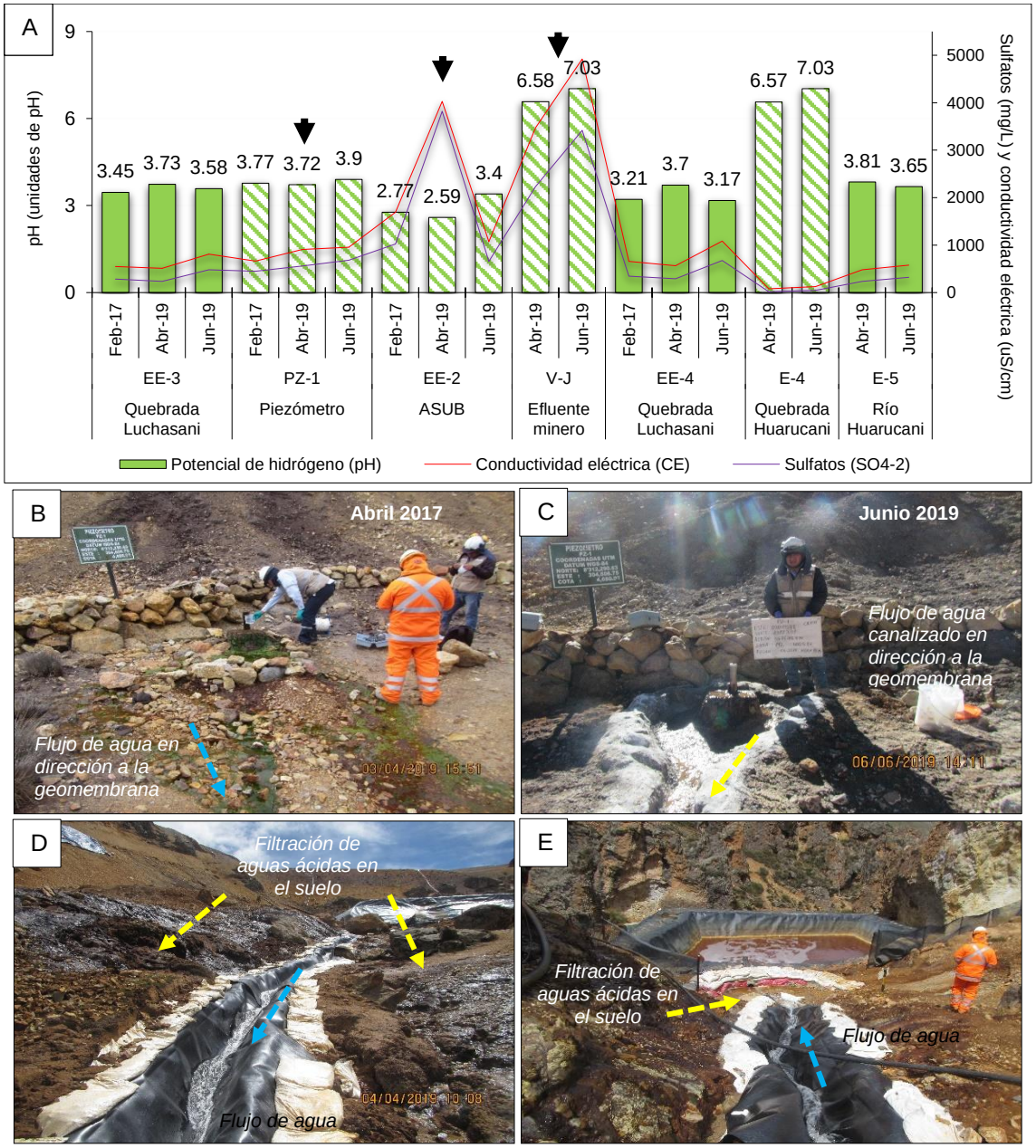

Figura 5.11. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos (A), filtración en el suelo de aguas acidas con elevadas concentraciones de metales que no son colectados (D y E), surgencia del piezómetro no colectado (B) y colectado en un canal de concreto (C)

Las concentraciones de aluminio y cadmio se incrementaron aguas abajo (EE-4) de la poza de captación, que colecta los afloramientos (EE-2) y agua subterránea (PZ-1), y del efluente minero proveniente del botadero Jessica (V-J), a excepción del manganeso que se mantuvo similar. El cobalto, cobre y hierro presentaron el mismo comportamiento que el aluminio y el cadmio en los meses evaluados. Asimismo, en el punto EE-4 se registró el incremento del aluminio, cadmio (Figura 5.12), cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel (Anexo 8) en junio (2019) en comparación con lo registrado en abril (2019) y febrero (2017).

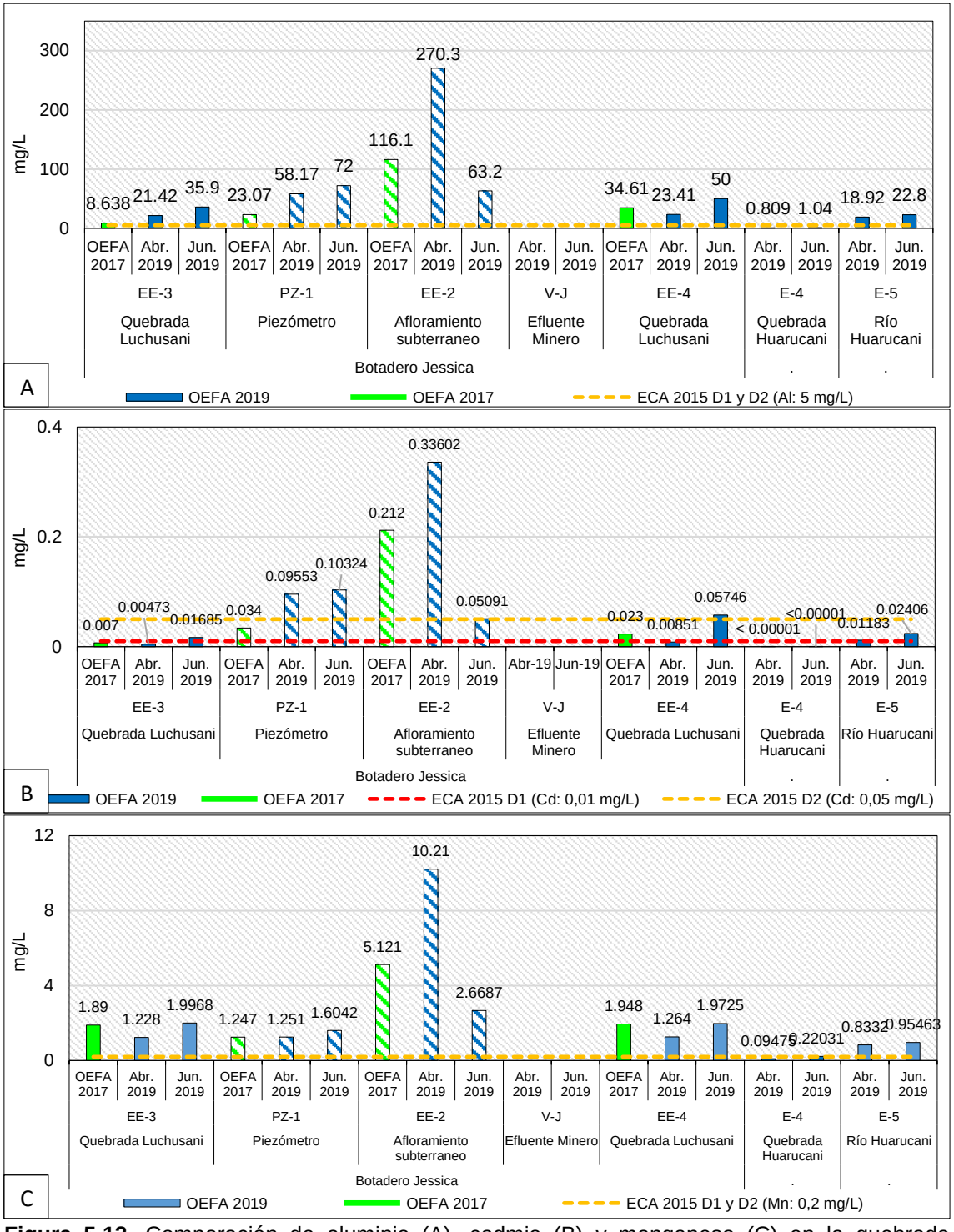

Figura 5.12. Comparación de aluminio (A), cadmio (B) y manganeso (C) en la quebrada Luchusani y tributarios (2019) con lo reportado en la data histórica (2017)

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin flujo

Asimismo, se resalta el progresivo incremento de cobre y hierro (Figura 5.13B y C), manganeso, cadmio, cobalto y níquel (Anexo 8) en el agua subterránea del punto PZ-1 (piezómetro) a lo largo de los años (2011-2019), a excepción del aluminio (Figura 5.13A). De esta manera se evidencia la alteración del agua subterránea por el botadero Jessica.

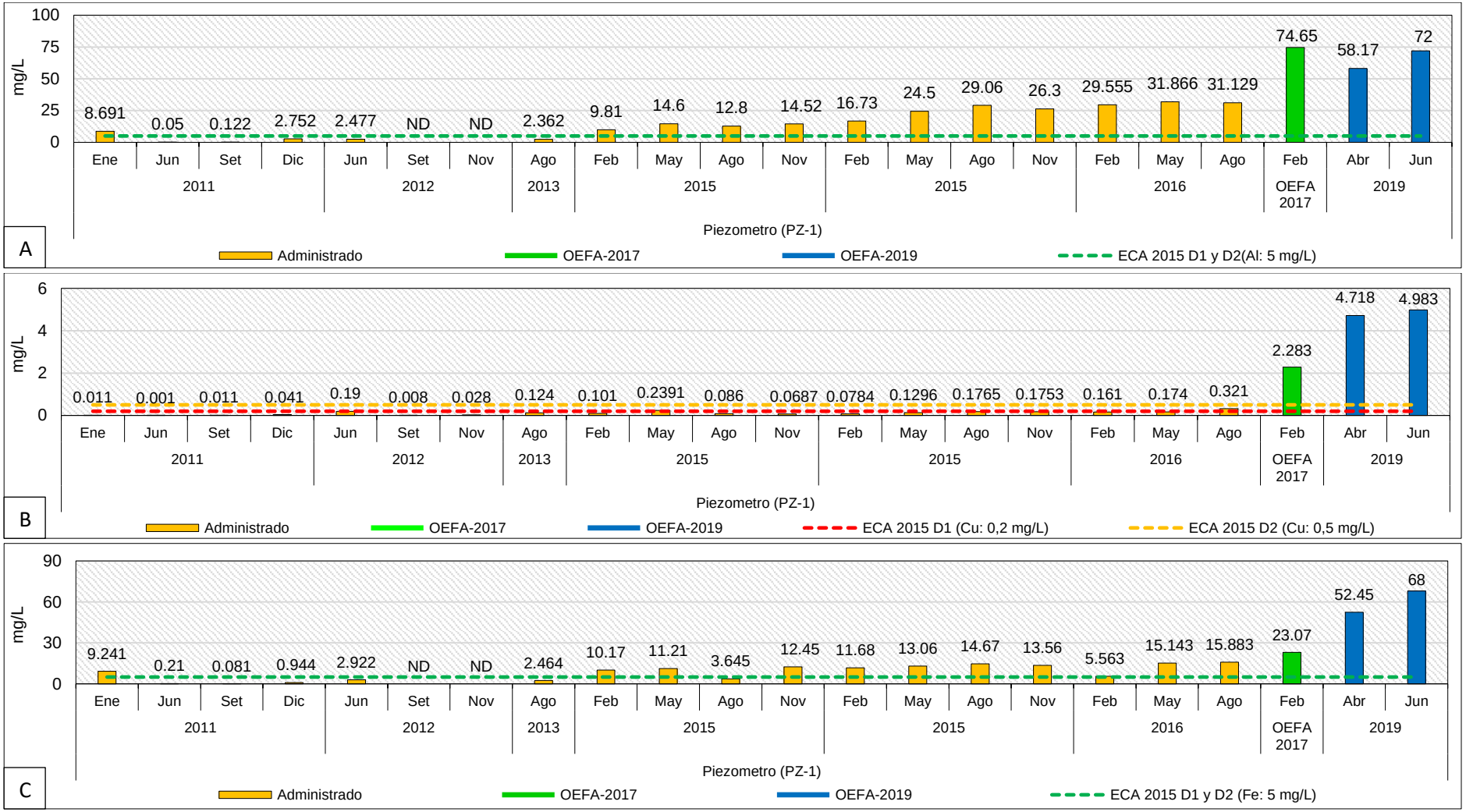

Figura 5.13. Concentración histórica de aluminio (A), cobre (B) y hierro (C) en el agua subterránea (PZ-1).

5.2. Zona 2 – Microcuenca Chacapalca

5.2.1. Calidad de agua

Botadero N° 3

El drenaje proveniente del botadero N.° 3 (EW-4) presentó pH cercano a la neutralidad (6,65 unidades) y concentraciones elevadas de sulfatos y manganeso que incumplieron referencialmente los ECA para agua 2015 (categoría 3). En la quebrada sin nombre (SW-26), aguas abajo del drenaje EW-4, el pH y las concentraciones de cobalto y manganeso incumplieron la normativa señalada (Figuras 5.14 y 5.15). Cabe resaltar que el punto EW-1, ubicado aguas arriba del drenaje mencionado, se encontró congelado por lo que no se pudo tomar muestra (Figura 5.16).

En el río Azufrini - Chacapalca (E-10), el pH y las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel se incrementaron luego del aporte del río Pataqueña (E-11) y de la quebrada sin nombre (SW-26), en comparación con el punto aguas arriba (EE-11) e incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en ambos puntos a excepción del níquel que solamente incumplió aguas abajo (Figuras 5.14 y 5.15). Asimismo, la conductividad eléctrica y la concentración de sulfatos, arsénico, boro, litio, selenio, plomo y zinc se incrementaron, a excepción del bario que disminuyó, pero no incumplieron la normativa señalada. Cabe precisar, que el río Pataqueña presentó pH básico y baja concentraciones de metales que cumplieron con los estándares mencionados (Figuras 5.14 y 5.15, y Anexo 8).

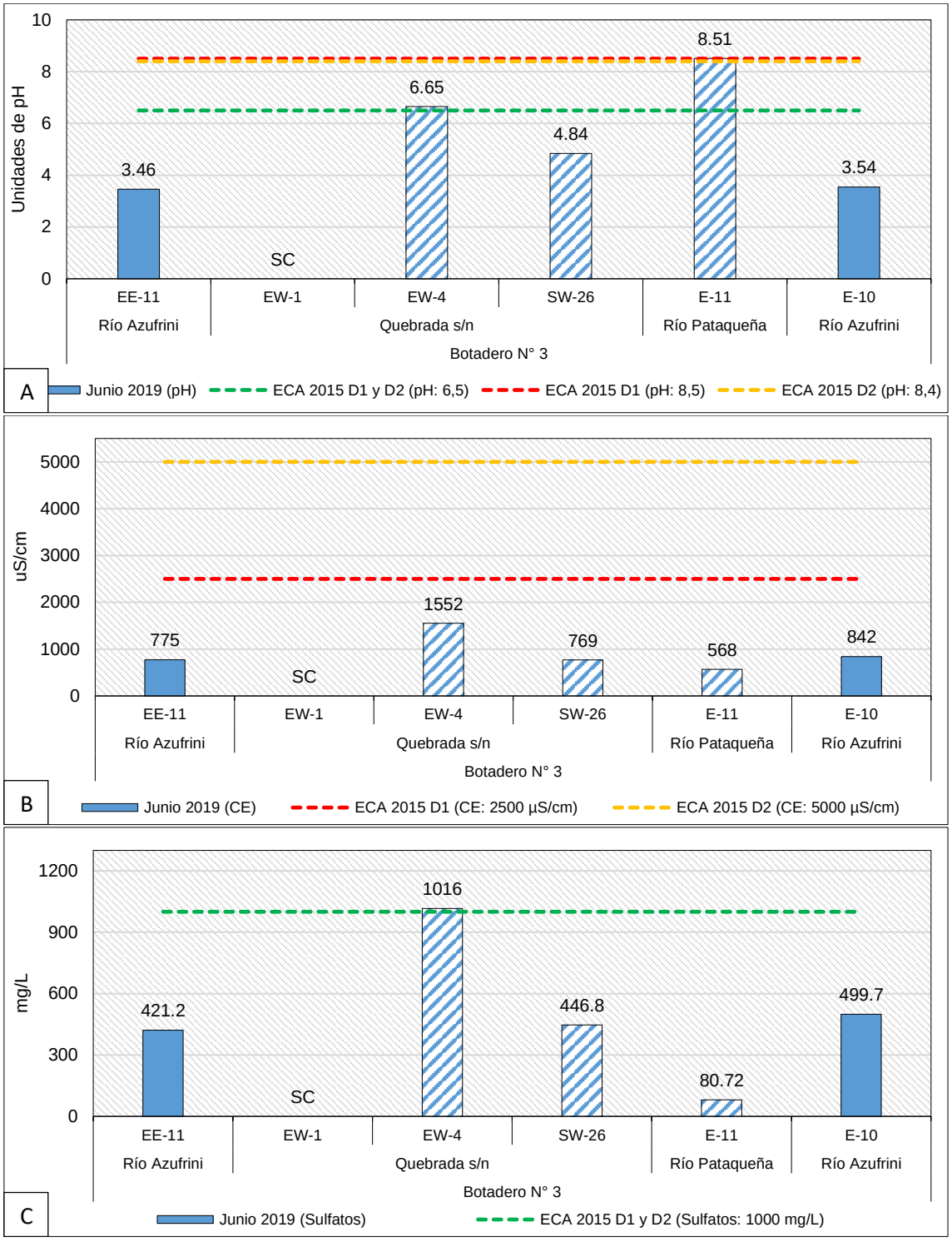

Figura 5.14. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en el río Azufrini - Chacapalca y tributarios

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin flujo

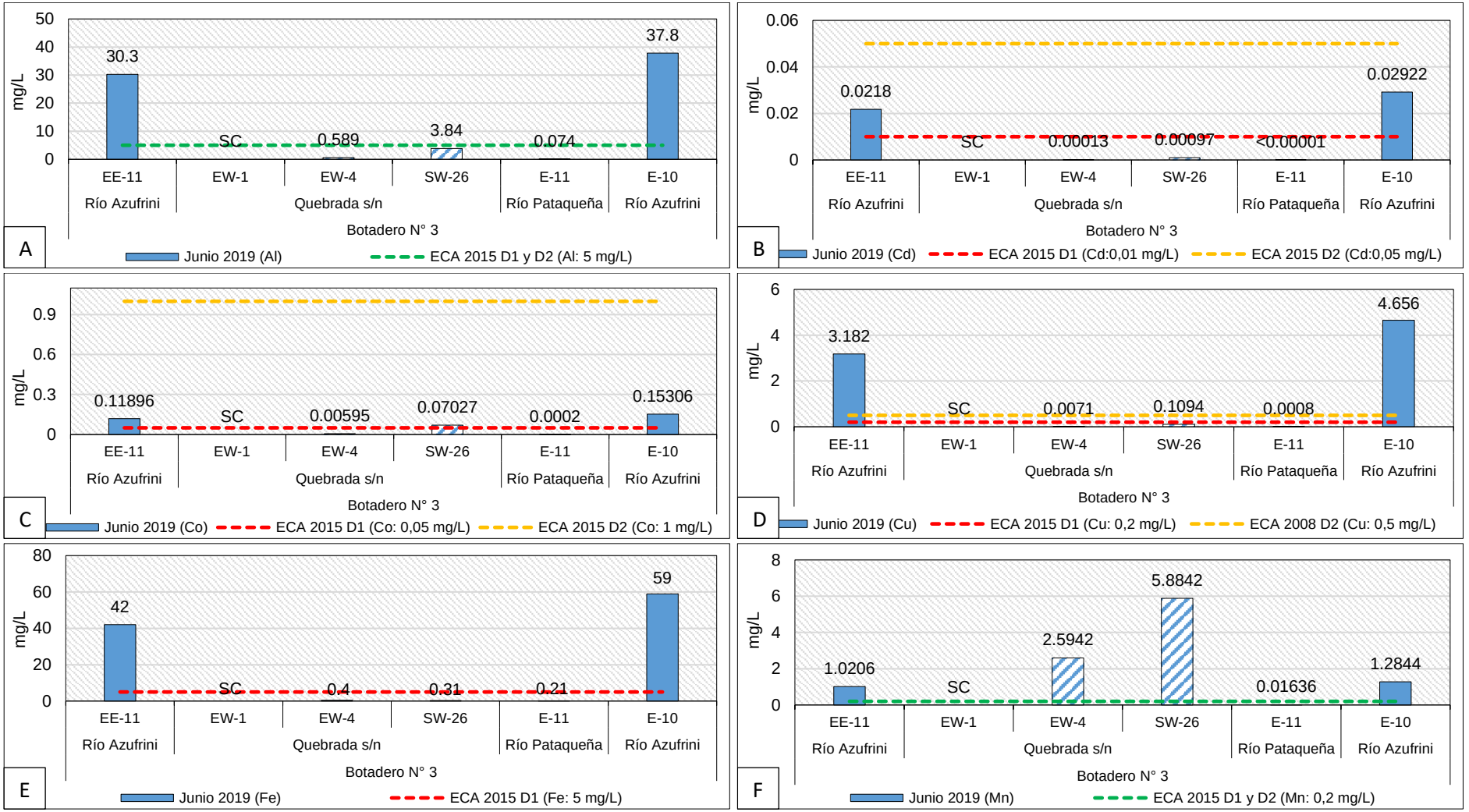

Figura 5.15. Concentración de aluminio (A), cadmio (B), cobalto (C), cobre (D), hierro (E) y manganeso (F) en el río Azufrini - Chacapalca y tributarios
Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin flujo

En la Figura 5.16, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2015, categoría 3, en el río Azufrini - Chacapalca (EE-11, E-10) y tributarios (E-10 y SW-16).

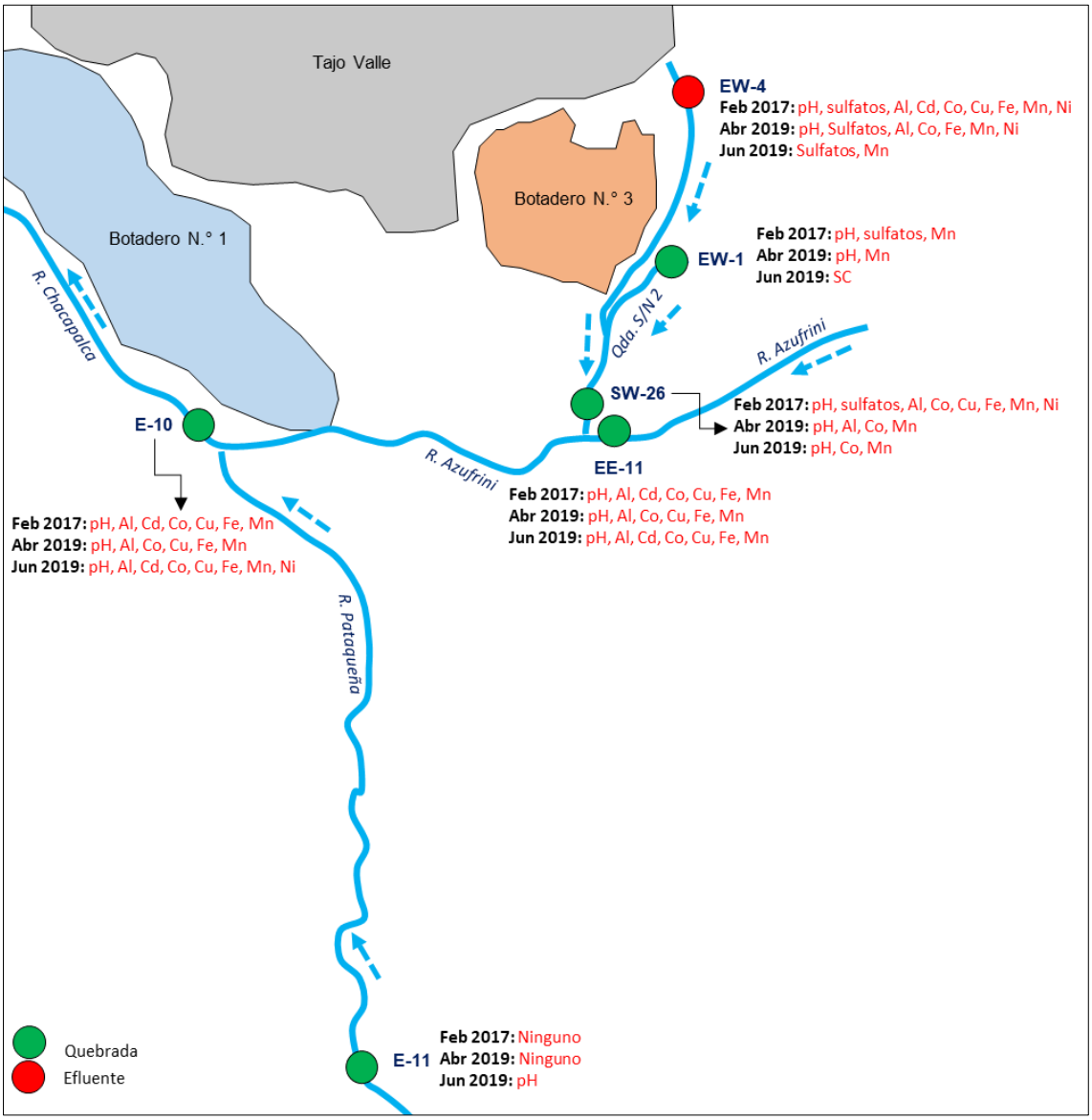

Figura 5.16. Parámetros que superaron los ECA para agua 2015, categoría 3, en el río Azufrini – Chacapalca y tributarios

La quebrada sin nombre (SW-26) se caracterizó por ser ácida (4,84 unidades) a pesar de recibir el aporte del drenaje captado proveniente del botadero N° 3 (EW-4) que registró un pH ligeramente neutro (6,65 unidades). Durante el monitoreo se observó que parte del drenaje EW-4 era captado mediante un canal y poza impermeabilizada con geomembrana y conducido por una tubería hasta una planta de tratamiento; sin embargo, se observó que parte de este drenaje llegaba al cauce de la quebrada sin nombre (Figura 5.17B).

El río Azufrini (EE-11) se caracterizó por tener pH ácido, luego del aporte de la quebrada sin nombre (SW-26) y del río Pataqueña (E-11) hubo un ligero incremento del pH en abril y junio en el punto E-10 (Figura 5.16A). Asimismo, aguas abajo de drenaje del botadero N.° 3 (SW-26, quebrada sin nombre) y del aporte de la quebrada sin nombre y río Pataqueña (E-10, río

Chacapalca) se registró mayor conductividad eléctrica, concentración de sulfatos y unidades de pH en junio en comparación con abril de 2019 (Figura 5.17A).

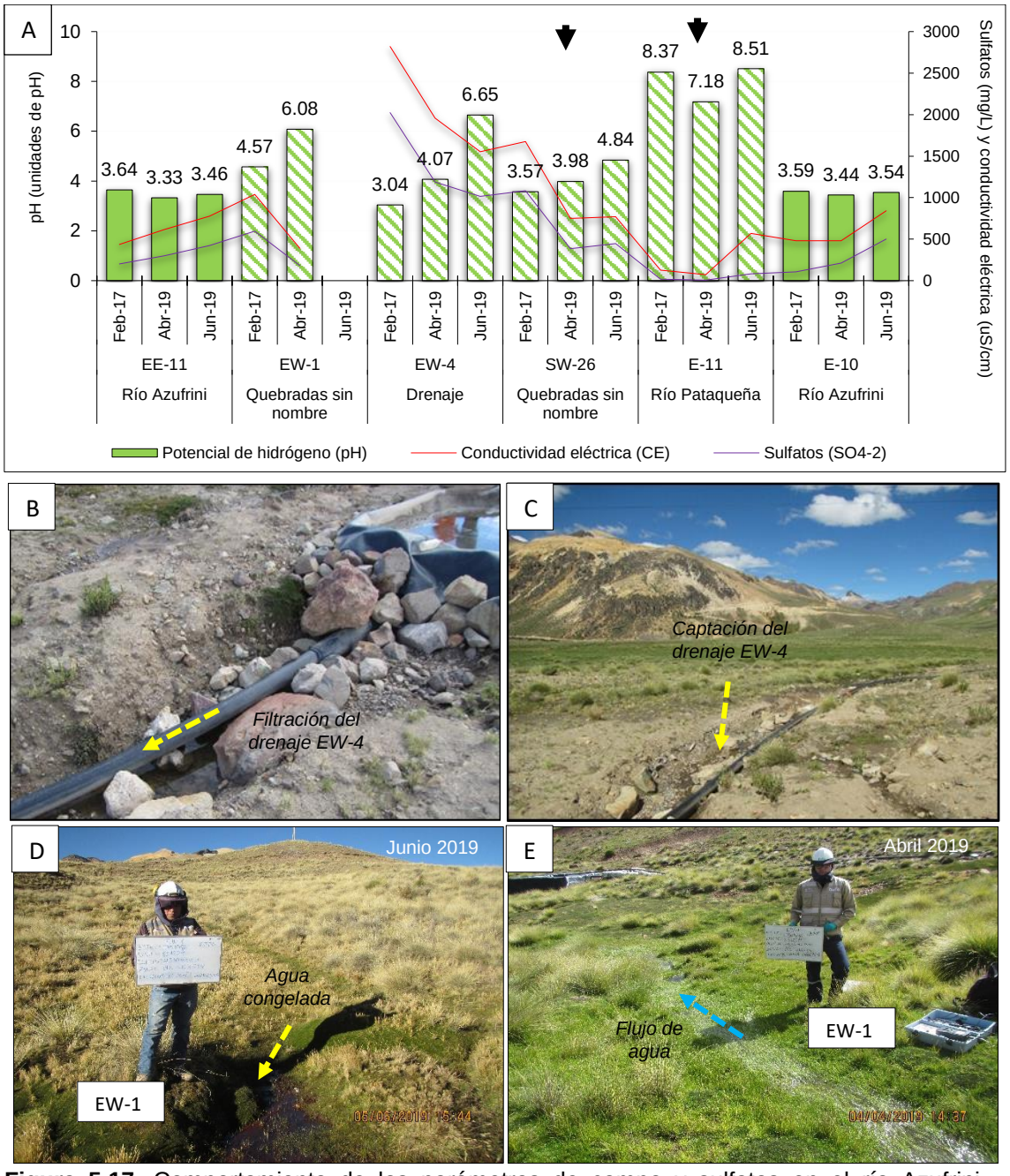

Figura 5.17. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en el río Azufrini – Chacapalca y tributarios (A), filtración del drenaje EW-4 proveniente del Botadero N° 3 (B), captación del drenaje EW-4 (C), quebrada sin nombre (EW-1) con agua congelada en junio (D) y con flujo de agua en abril (E)

En la quebrada sin nombre, las concentraciones de aluminio, cobalto, cadmio, cobre, hierro, manganeso y níquel fueron superiores en el punto aguas abajo (SW-26) del drenaje captado (EW-4) respecto al punto aguas arriba (EW-1) en febrero (2017) y abril (2019). Asimismo, en el punto SW-26 se observa una disminución en la concentración de aluminio, cobalto, cadmio, cobre y níquel en junio (2019) respecto a lo registrado en abril (2019) y febrero (2017), a excepción del hierro y el manganeso que incrementaron (Figura 5.19 y Anexo 8).

En el drenaje proveniente del botadero N.° 3 (EW-4), los metales mencionados registraron menores concentraciones en junio (2019) en comparación con febrero (2017) y abril (2019), a excepción del manganeso (Anexo 8), debido a la implementación de canales impermeabilizados que lo captaban y conducían a una planta de tratamiento (Figura 5.18).

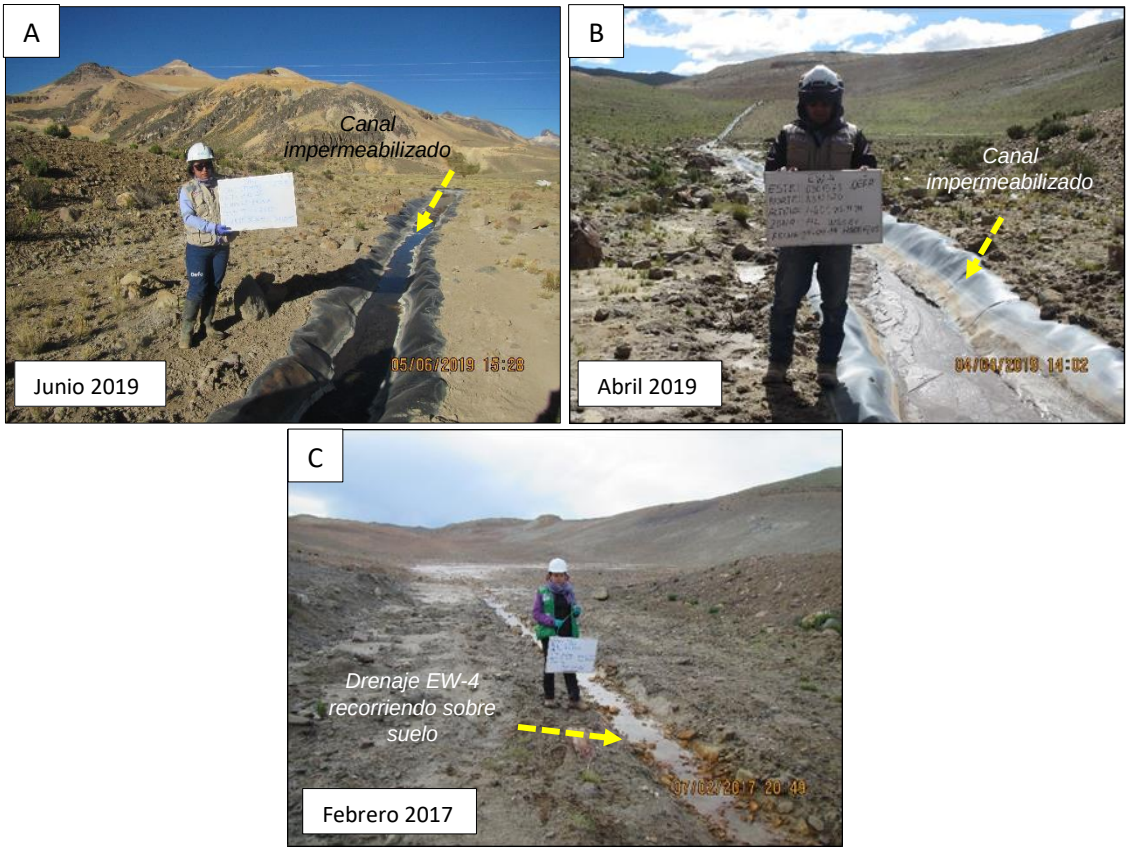

Figura 5.18. Drenaje proveniente del botadero N.° 3 (EW-4) captado en abril y junio de 2019 (A y B) y no captado en febrero de 2017 (C)

Por otro lado, en el río Azufrini-Chacapalca las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, hierro y níquel disminuyeron aguas abajo (E-10) del aporte de la quebrada sin nombre (SW-16) y del río Pataqueña (E-11) respecto al punto aguas arriba (EE-11) en febrero (2017) y abril (2019), mientras que en junio (2019) se incrementaron. Asimismo, en los puntos aguas arriba y aguas abajo en el mes de junio (2019) las concentraciones de aluminio, cobalto, cadmio, cobre, hierro, manganeso y níquel fueron mayores en comparación a febrero (2017) y abril (2019) en ambos puntos (Figura 5.19 y Anexo 8).

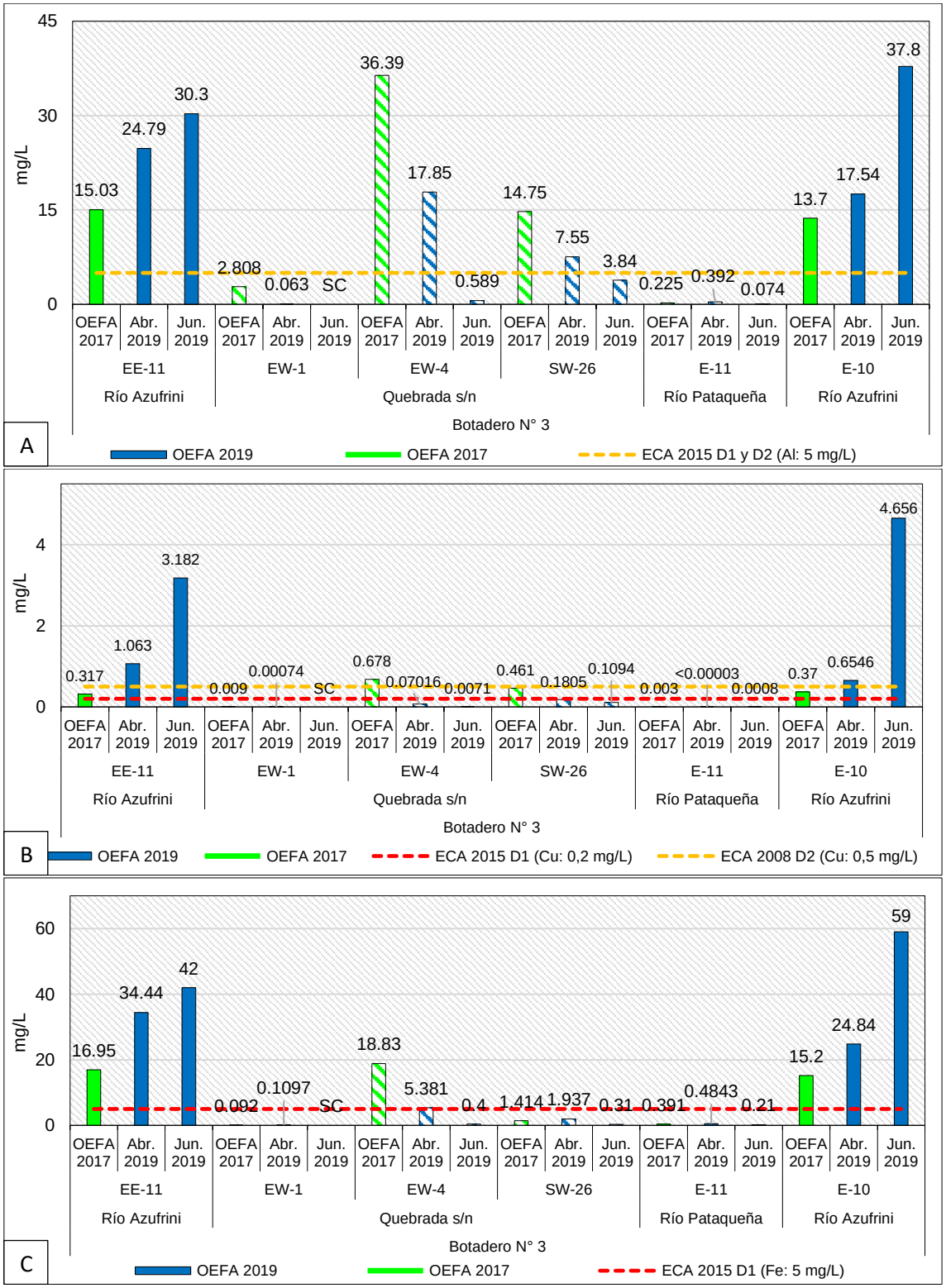

Figura 5.19. Comparación de aluminio (A), cobre (B) y hierro (C) en el río Azufrini – Chacapalca y tributarios (2019) con lo reportado en la data histórica (2017)

Los colores sólidos representan el cauce principal, los colores en tramas representan los tributarios y SC: sin flujo

Botadero N.° 1

En el río Chacapalca, el pH y las concentraciones de aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro y manganeso se mantuvieron similares aguas arriba (M-1) y aguas abajo (M-2) del efluente minero proveniente del botadero N.° 1 (V-1). A medida que el río se alejaba del embalse (EE-15 y E-39), el pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de arsénico y boro se incrementaron progresivamente; mientras que los sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, cobre y hierro disminuyeron luego de salir del embalse (EE-15) pero se incrementaron ligeramente aguas abajo (E-39). Cabe indicar que el pH ácido y las concentraciones de aluminio, cadmio, cobre, cobalto, hierro y manganeso incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en todo el río Chacapalca a excepción del arsénico (EE-15 y E-39) y boro (E-39) que solo incumplieron aguas abajo del embalse (Figuras 5.20, 5.21 y 5.22). Asimismo, todos los parámetros evaluados en el efluente V-1 cumplieron con los LMP para efluentes minero metalúrgicos (2010).

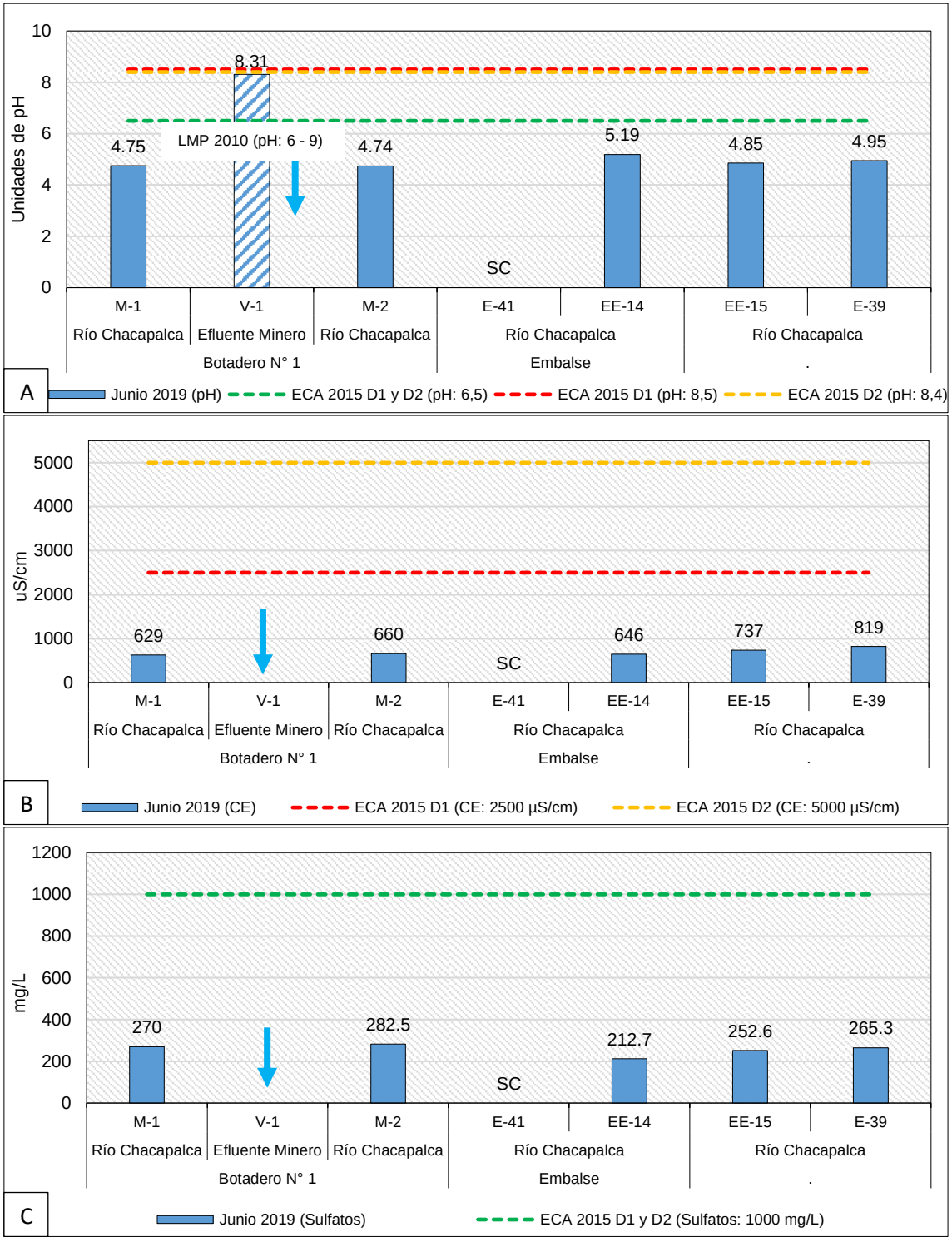

Figura 5.20. Unidades de pH (A), conductividad eléctrica (B) y sulfatos (C) en el río Chacapalca
Los colores sólidos representan el cauce principal y SC: sin acceso

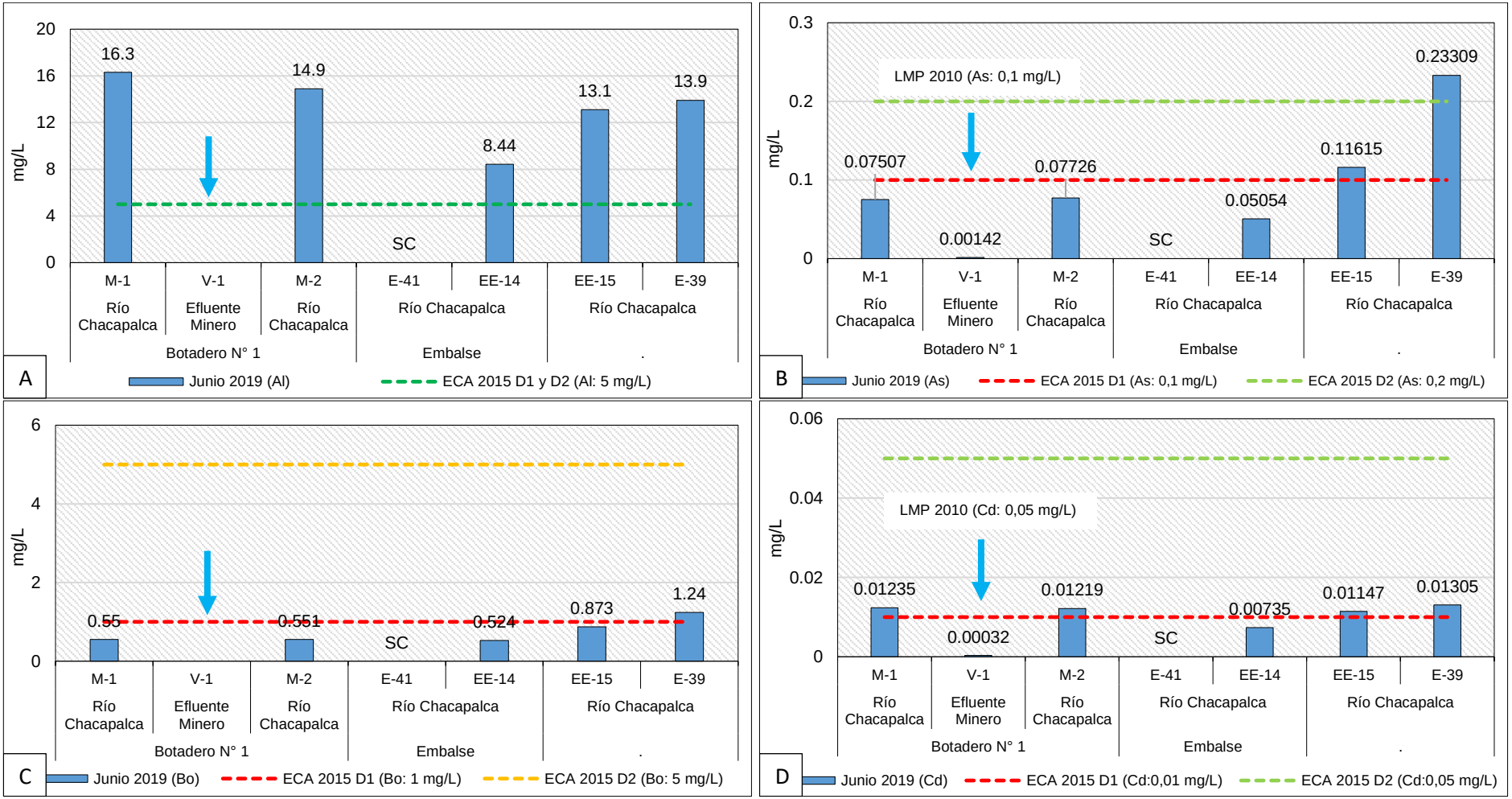

Figura 5.21. Concentración de Aluminio (A), arsénico (B), boro (C) y cadmio (D) en el río Chacapalca
Los colores sólidos representan el cauce principal y SC: sin acceso

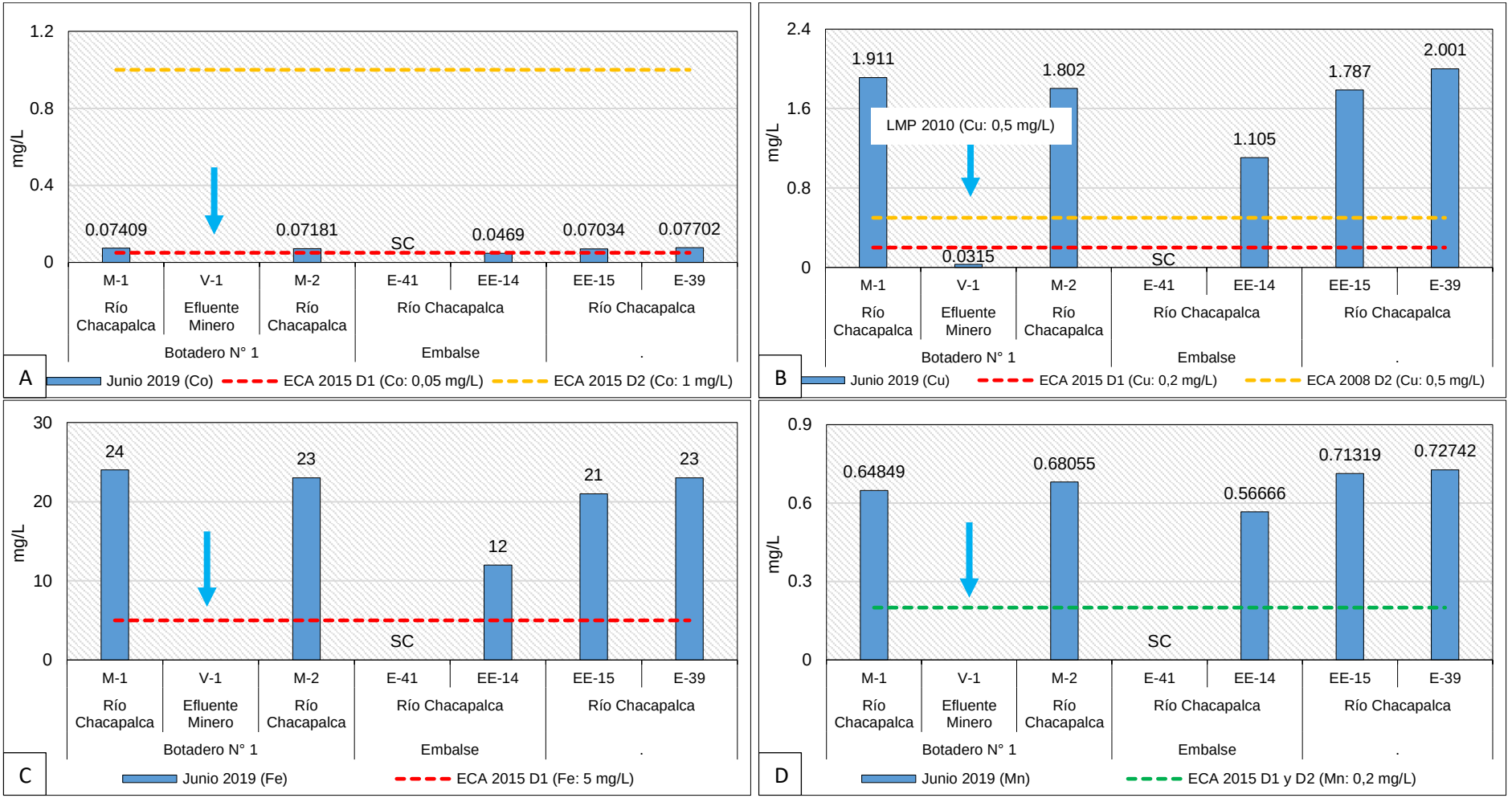

Figura 5.22. Concentración de cobalto (A), cobre (B), hierro (C) y manganeso (D) en el río Chacapalca
Los colores sólidos representan el cauce principal y SC: sin acceso

En la Figura 5.23, se observa los parámetros que incumplieron los ECA para Agua 2015, categoría 3, en el río Chacapalca.

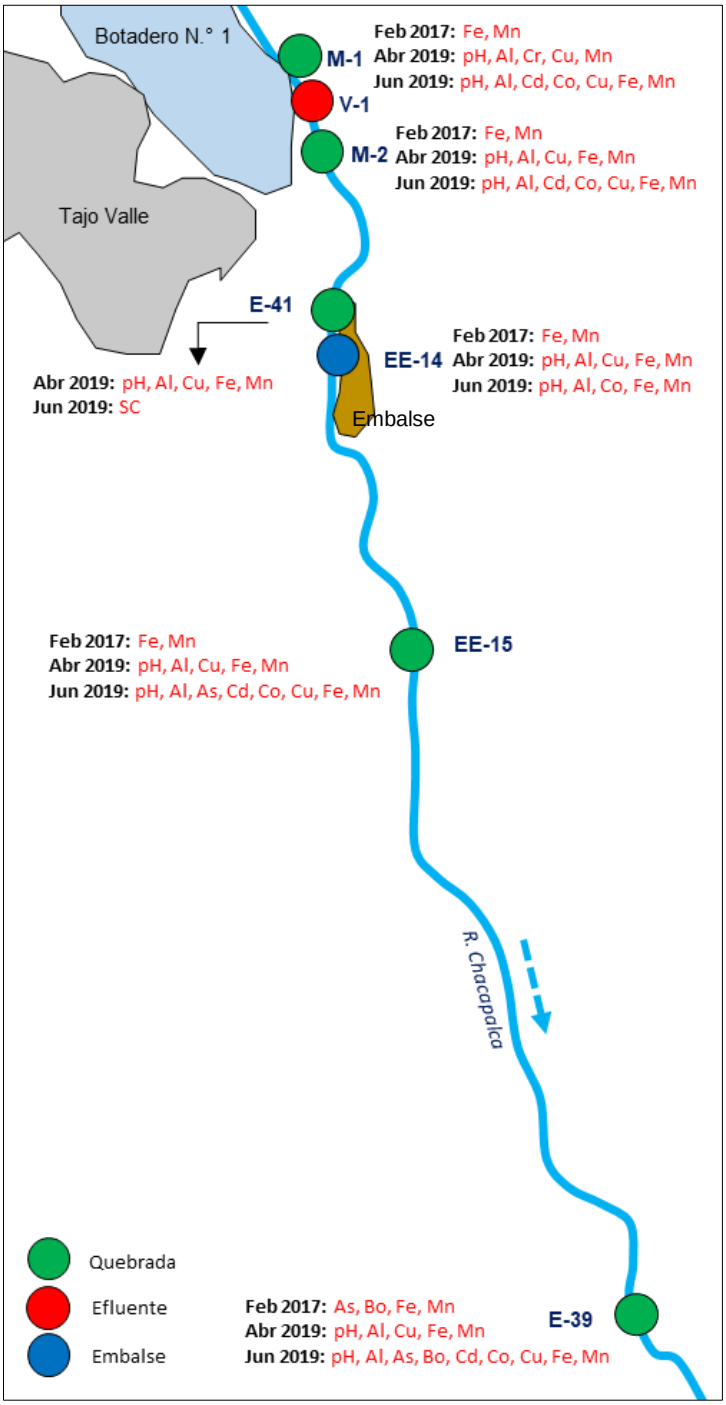

Figura 5.23. Parámetros que superaron los ECA para agua 2015, categoría 3, en el río Chacapalca. Dónde: SC, significa sin caudal

Al comparar los resultados de la presente evaluación con la data histórica en los puntos ubicados aguas abajo del efluente minero (V-1) y del embalse, se observa que el pH, la conductividad eléctrica y los sulfatos fueron similares en abril y junio de 2019, pero en febrero de 2017 se registró un pH cercano a la neutralidad solamente en los puntos EE-15 y E-39.

Similar comportamiento para el pH, conductividad eléctrica y sulfatos registró el embalse en los meses evaluados. Por otro lado, se observa un incremento de los parámetros mencionados en el efluente minero (V-1) en junio en comparación con abril de 2019 (Figura 5.24A). Cabe indicar que, el efluente minero a pesar de registrar mayores concentraciones de sulfatos y conductividad eléctrica influyó ligeramente en la calidad del río Chacapalca debido a la diferencia de caudales (Figura 5.24B).

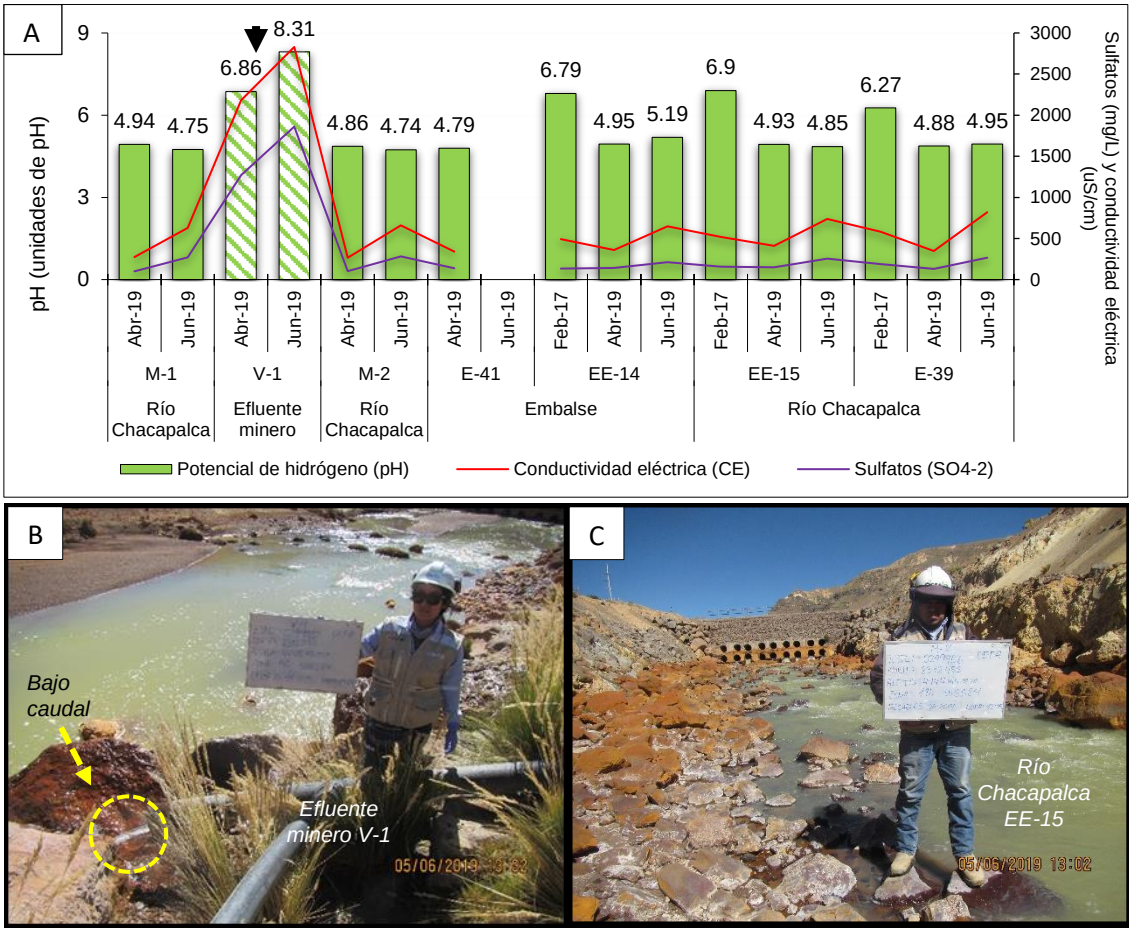

Figura 5.24. Comportamiento de los parámetros de campo y sulfatos en el río Chacapalca (A), efluente minero V-1 (B) y río Chacapalca (C)

Las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre y hierro fueron ligeramente menores en el punto aguas abajo (M-2) del efluente minero V-1 respecto al punto aguas arriba (M-1) en abril y junio de 2019, incumpliendo los ECA para agua 2015 (categoría 3) en ambos puntos solo en junio (2019). Asimismo, en junio (2019) se registró un incremento en la concentración de aluminio, arsénico, cadmio, cobalto (Anexo 8), cobre, hierro y manganeso en comparación a lo registrado en abril (Figura 5.25). Similar comportamiento se observó aguas abajo del embalse. Por otro lado, en el embalse del río Chacapalca (EE-14) se observa incrementos progresivos de cobre y manganeso hasta superar los estándares mencionados desde febrero (2017) hasta junio (2019), tal como se observa en la Figura 5.25.

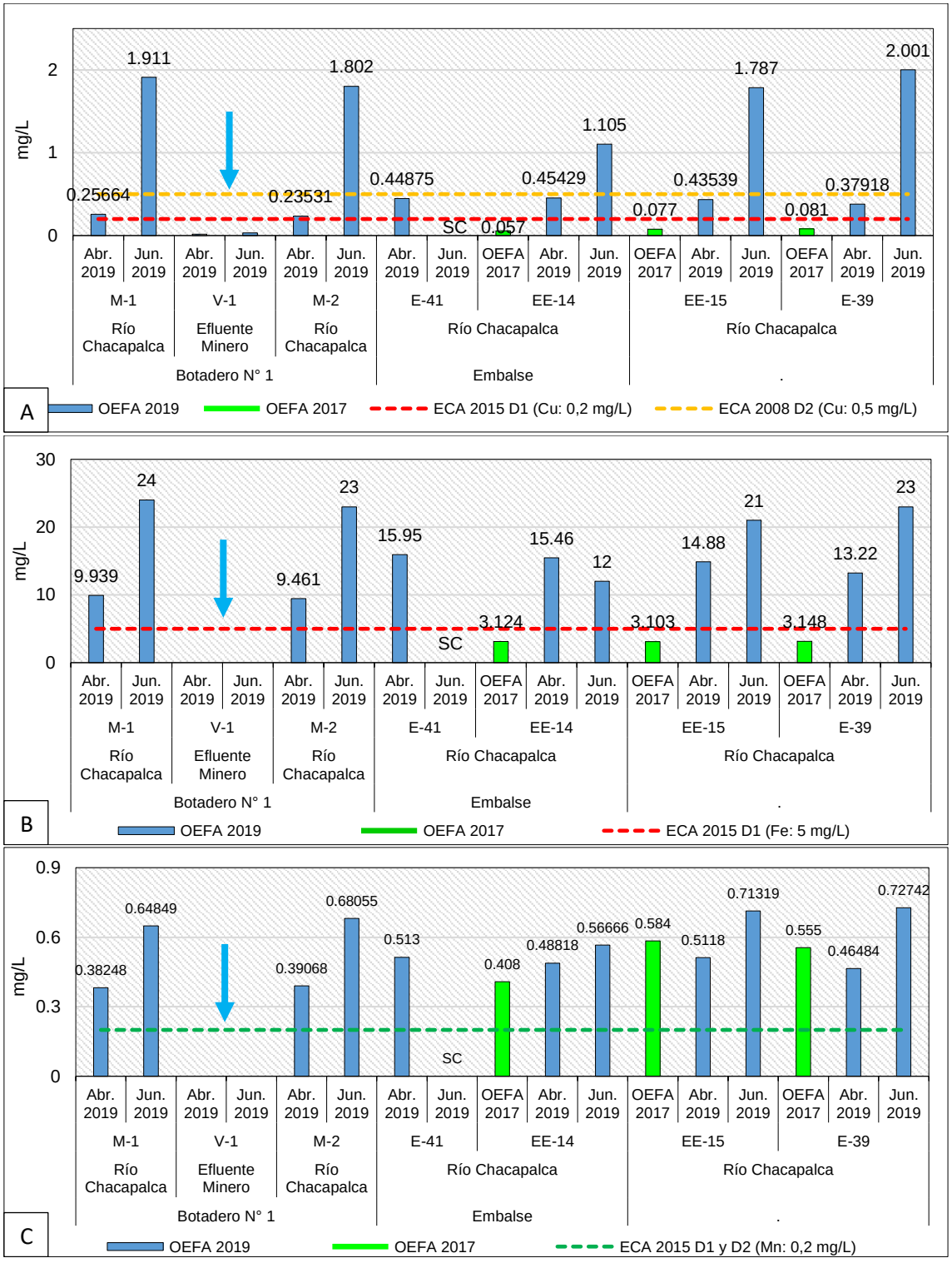

Figura 5.25. Comparación de cobre (A), hierro (B) y manganeso (C) en el río Chacapalca (2019) con lo reportado en la data histórica (2017)
Los colores sólidos representan el cauce principal

6. CONCLUSIONES

PAD Jessica

Parte de los afloramientos subterráneos SW-08, SW-09 y SW-10 que no son captados, provenientes del PAD Jessica, afectaron la calidad del agua de la quebrada Luchusani debido a que el pH disminuyó de 5,27 a 4,41 unidades y las concentraciones de aluminio y manganeso se incrementaron hasta incumplir con los ECA para agua 2015 (categoría 3) en comparación con el punto E-1 (ubicado aguas arriba que solamente incumplió en el pH). Dicha afectación se corrobora con lo registrado en la data histórica de los meses de febrero (2017) y abril (2019) donde también hubo dichos incrementos. Además, en el punto EE-1 se registró el incremento del aluminio, cianuro wad y manganeso en junio (2019) en comparación con lo registrado en abril (2019) y febrero (2017), a excepción del hierro que disminuyó; sin embargo, en junio (2019) ya no se registraron parámetros que incumplieron los ECA para agua en febrero (2017) y abril (2019) tales como sulfatos y hierro, respectivamente.

Botadero Jessica

En la quebrada Luchusani, aguas abajo (EE-4) del afloramiento EE-2 y del efluente V-J, el pH disminuyó de 3,58 a 3,17 unidades y las concentraciones aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel se incrementaron en comparación con el punto aguas arriba (EE-3) e incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) tanto aguas arriba como aguas abajo, debido a que parte del afloramiento EE-2 que no es captado presentó pH ácido y concentraciones elevadas de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel que afectaron la calidad de la quebrada Luchusani. Además, todos los parámetros evaluados en el efluente V-J cumplieron con los LMP para efluentes minero metalúrgicos (2010). Asimismo, en el agua subterránea (PZ-1) se registró pH ácido y concentraciones de aluminio, arsénico, boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel que incumplieron referencialmente los estándares mencionados.

Por otro lado, al comparar los resultados con la data histórica, se registró un pH ácido y el incremento del aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel en el punto EE-4 en junio (2019) en comparación con lo registrado en abril (2019) y febrero (2017). Asimismo, se resalta el pH ácido y el progresivo incremento de la concentración de cobre, arsénico, hierro, manganeso, cadmio, cobalto y níquel en el agua subterránea del punto PZ-1 (piezómetro) a lo largo de los años (2011-2019), a excepción del aluminio, de esta manera se evidencia la alteración del agua subterránea por el botadero Jessica; sin embargo, ya no se registraron parámetros que incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en febrero (2017) y abril (2019) tales como sulfatos y cadmio, respectivamente.

Botadero N.° 3

El drenaje proveniente del botadero N.° 3 (EW-4) presentó pH cercano a la neutralidad y concentraciones elevadas de sulfatos y manganeso que incumplieron referencialmente los ECA para agua 2015 (categoría 3). Aguas abajo de este drenaje (SW-26), el pH y las concentraciones de cobalto y manganeso incumplieron la normativa señalada en la quebrada sin nombre. Cabe resaltar que el punto EW-1, ubicado aguas arriba del drenaje mencionado, se encontró congelado por lo que no se pudo tomar muestra. Por otro lado, al comparar los resultados del drenaje captado (EW-4) con la data histórica, se observa que el aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro y níquel en febrero (2017) y aluminio, cobalto, hierro y níquel abril (2019) que excedieron los estándares mencionados ya no fueron registrados

en junio (2019). Además, se observó la implementación de canales impermeabilizados que colectan y conducen el drenaje a una planta de tratamiento.

En el río Azufrini - Chacapalca, el pH ácido y las concentraciones de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso se mantuvieron similares en el punto E-10, aguas abajo del aporte del río Pataqueña (E-11) y de la quebrada sin nombre (SW-26), en comparación con el punto aguas arriba (EE-11) e incumplieron los ECA para agua 2015 (categoría 3) en ambos puntos a excepción del níquel que solo incumplió aguas abajo pero se encuentra dentro del rango de incertidumbre. Asimismo, en junio (2019) se observó el incremento de las concentraciones de los metales mencionados en comparación con lo registrado en febrero (2017) y abril (2019) en ambos puntos.

Botadero N° 1

El pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de sulfatos, aluminio, cadmio, cobalto, cobre y hierro fueron similares en el punto M-2, aguas abajo del efluente minero (V-1), respecto al punto aguas arriba (M-1) en abril y junio de 2019, incumpliendo los ECA para agua 2015 (categoría 3) en ambos puntos solo en junio (2019) a excepción del arsénico y boro en el punto E-39 en junio (2019) que incumplieron dicho estándar pero se encuentra dentro del rango de incertidumbre. Asimismo, en junio (2019) se registró un incremento en la concentración de aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro y manganeso en comparación a lo registrado en abril (2019); similar comportamiento se observó aguas abajo del embalse. Por otro lado, en el embalse del río Chacapalca (EE-14) se observa incrementos progresivos de cobre y manganeso hasta superar los estándares mencionados desde febrero (2017) hasta junio (2019). Asimismo, todos los parámetros evaluados en el efluente V-1 cumplieron con los LMP para efluentes minero metalúrgicos (2010).

7. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación
Anexo 2: Mapa de los puntos de monitoreo de la vigilancia en la UM Arasi
Anexo 3: Ficha fotográfica
Anexo 4: Datos de campo
Anexo 5: Certificados de calibración de los equipos
Anexo 6: Cadena de custodia
Anexo 7: Informes de ensayo de laboratorio
Anexo 8: Resultados comparados con la normativa correspondiente

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: FAJARDO VARGAS Lazaro Walther FAU 20521286769 hard
Cargo: Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica
Empresa: ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: En señal de conformidad

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: ANCCO PICHUILLA Luis Angel (FIR24000799)
Cargo: Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Mineria y Energia
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: GARCIA ARAGON Francisco (FIR31044541)
Cargo: Director de la Direccción de Evaluación Ambiental
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nª 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 09988590"

09988590